



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN**

“Configuración del equipo identificador de radio frecuencia  
Ri-Rfm-104b de Texas Instruments”

Tesis

Que para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico Electricista  
Área Eléctrica Electrónica

Presentan:

Juan José Bonilla Ruíz  
José Horacio Dupeyron Enríquez

Director de Tesis: ELEAZAR MARGARITO PINEDA DÍAZ

Aragón, Estado de México, 8 de Septiembre de 2011



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



# Índice

INTRODUCCIÓN	1
Tema 1. GENERALIDADES	4
1.1 Sistema de comunicación	4
1.1.1 Transmisor	8
1.1.2 Medio de transmisión	13
1.1.3 Receptor	20
1.2 Multiplexaje	22
1.2.1 Por división de tiempo	22
1.2.2 Por división de frecuencia	25
1.3 Interfaces	26
1.3.1 Definición	26
1.3.2 Tipos	28
1.4 Antenas	37
1.4.1 Operación	37
1.4.2 Tipos básicos	46
1.4.3 Ganancia	55
1.4.4 Polarización	58
1.4.5 Criterios de selección	59
1.5 Identificación por radio frecuencia	61
1.5.1 Fundamentos	62
1.5.2 Características	68
1.5.3 Algunas aplicaciones	72
1.5.4 Condiciones en el campo común	76
Tema 2. NORMAS Y ESTÁNDARES	78
2.1 Definición	78
2.2 La norma de ISO	80
2.3 Organizaciones	84
2.4 La Norma de ATA	88

<b>Tema 3. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO RI-RFM-104B</b>	<b>91</b>
3.1 Diagrama de bloques	91
3.2 Especificaciones	92
3.3 Conectores	94
3.4 Puentes	97
3.5 Diagramas eléctricos	98
3.6 Módulo controlador	104
3.6.1 Especificaciones	106
<b>Tema 4. CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR</b>	<b>111</b>
4.1 Configuración del modulo controlador	111
4.1.1 Instalación mecánica	111
4.1.2 Conectores para los cables	112
4.1.3 Configuración de software	115
4.1.4 Fuente de voltaje	116
4.1.5 Configuración de interfaz de servicio	119
4.1.6 Interfaz serial de comunicación	119
4.1.7 Interfaz de sincronización	122
4.1.8 Entrada de reinicio	126
4.1.9 Indicadores	127
4.1.10 Entradas de sintonización	127
4.1.11 Entradas y salidas de propósito general	128
4.1.12 Salidas de corriente	129
4.2 Fuente de alimentación	129
4.3 Antena	131
4.4 Ajustes	138
4.5 Sincronización	144
4.6 Multiplexaje	147
4.7 Ruido	152
4.8 Protección	154
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>156</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>160</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>164</b>
<b>MESOGRAFÍA</b>	<b>166</b>

## INTRODUCCIÓN

La identificación de personas, productos, rutas de trabajo, etc., ha sido indispensable a través de la historia. La forma más usual ha sido la vista, es decir, identificar a la persona que buscamos u objeto que deseamos revisar por medio de nuestros ojos. Pero al existir una gran cantidad de personas u objetos, nuestra memoria no puede ser lo suficientemente eficaz para recordar lo que vimos y en qué momento.

De aquí partimos al método más usual para el registro de lo que vimos, la escritura. Esta forma de registro es aún muy utilizada, pero ha perdido eficacia por la gran cantidad de productos y personas que se manejan en grandes empresas.

Imaginemos una gran compañía de venta de equipos electrodomésticos, la cual vende aproximadamente mil productos al día, que realiza inventarios de más de treinta mil productos en un mes. La forma en que realiza este inventario es por medio de escritura en tablas, cada empleado lleva un número de hojas en el cual anota el producto, marca, número de serie y demás datos que son necesarios para el control administrativo. Si suponemos que la identificación de estos productos se realiza en 56 horas de trabajo real, si lo pasamos a jornadas de 8 horas, son 7 días de trabajo. Este tipo métodos se realizaban normalmente hasta hace 15 años.

La forma de identificar los productos dio un gran cambio al introducir el método de códigos de barras.

El código de barras es un arreglo en paralelo de barras y espacios que contiene información codificada. Esta información puede ser leída por dispositivos ópticos, los cuales envían la información hacia una computadora como si se hubiera tecleado

El personal ya no necesita escribir los datos completos del artículo, pues al realizar la lectura del código de barras, obtiene el número de control y a su vez este identifica al producto.

La ventaja del código de barras es que presenta porcentajes muy bajos de error, los equipos de lectura e impresión de código de barras son flexibles y fáciles de conectar e instalar.

El inconveniente de estos es que pueden deteriorarse fácilmente con cualquier líquido, a menos que se utilicen recubrimientos especiales en las etiquetas en blanco o bien laminarlas una vez que éstas son aplicadas. También pueden ser copiados e imprimirse para cambiar los objetos o productos por cajas vacías.

## INTRODUCCIÓN

---

Otras desventajas son que los lectores ópticos son susceptibles a caídas cuando son equipos portátiles, pueden ser necesarios varios escaneos para conseguir una lectura correcta, son más prácticos cuando se leen códigos colocados en superficies planas y que funcionan bien en códigos impresos de gran calidad.

Su uso también facilita el trabajo de identificación visual para el cobro en los supermercados. La lectura de los precios se cambio por la lectura del código de barras. Aquí también aparece el inconveniente del deterioro del código de barras, el cual puede derivar del maltrato del empaque del producto.

Otro método de lectura que soluciono la identificación visual fue la banda magnética, en el cual se pueden agregar datos alfanuméricos. Las bandas magnéticas se utilizan en las tarjetas de crédito, la cual contiene el número de la tarjeta, el cual se puede leer con una terminal punto de venta y de forma inmediata envía los datos al banco para su autorización.

Una fabrica u oficina puede también utilizar este método para la identificación de sus empleados. Estos al llegar a su oficina, pueden checar su hora de entrada o de salida por medio de su credencial. De igual manera puede restringirse el paso de ciertos empleados a áreas de seguridad.

Aunque este método ha tenido un gran auge para el control de accesos, ha resultado un método costoso y además, de que es imposible utilizarlo para inventarios.

Las tarjetas magnéticas actuales se han utilizado para dar solución a problemas que aparecieron hace 25 años y están ligados a esas tecnologías: dependencias de servidores centrales y grandes redes dedicadas, a diferencia de los sistemas distribuidos actualmente y de las nuevas soluciones. Además, la tarjeta magnética ofrece muy baja densidad de datos, baja fiabilidad y poca o ninguna seguridad en la información que lleva.

Estos métodos son aún muy utilizados, pero es necesario estandarizar los métodos de identificación. No solo por ahorrar en el equipo, ya que en caso de una industria grande se necesitarían los dos tipos de aparato mencionados, además de que la información es limitada dentro de la banda magnética y el código de barras; lo cual lleva a la necesidad de un método que nos lleve a un ahorro de dispositivo, estandarización, mayor información y fácil lectura.

El objetivo de este trabajo de tesis es establecer los pasos para la configuración del equipo identificador de radio frecuencia RI-RFM-104B de Texas Instruments como una alternativa de solución a estos problemas.

La identificación por radiofrecuencia, conocida por sus siglas en inglés RFDI (Radio Frequency Data Identification), es una técnica basada en la lectura de información, la cual se encuentra en un dispositivo llamado tag o transponder. Este tag puede contener desde una simple información numérica hasta una gran cantidad de datos alfanuméricos.

La lectura se realiza por la emisión de información de un tag en forma de campos electromagnéticos o radio frecuencia, de aquí las siglas RFDI.

Las aplicaciones del tag son realmente grandes y existe una gran variedad de formas, tamaños y precios. En término de costo, estos tienden a bajar conforme pasa el tiempo.

En el primer capítulo de este trabajo de Tesis explicaremos algunos conceptos base, enfocados hacia nuestro tema y necesarios para el desarrollo del mismo.

En el segundo capítulo hacemos un recordatorio de las normas y estándares en los que sustentamos este trabajo.

En el tercer capítulo se describe el funcionamiento del equipo de radiofrecuencia RI-RFM-104B, las especificaciones de operación, eléctricas y de tiempo, así como la descripción de conectores, puentes, diagramas eléctricos y el modulo controlador.

Y por último, en el cuarto capítulo se describen los pasos para la configuración del identificador de radio frecuencia RI-RFM-104B de Texas Instruments.

# TEMA 1. GENERALIDADES

En este capítulo describe los conceptos y componentes principales para comprender el funcionamiento de un sistema electrónico de comunicaciones, así como otros conceptos fundamentales de un sistema identificador por radio frecuencia.

## 1.1 Sistema de comunicación

El objetivo fundamental de un sistema de comunicación electrónico es la transferencia de información de un punto a otro. En consecuencia, un sistema de comunicaciones electrónicas realiza la transmisión, el procesamiento y la recepción de información, entre dos o más lugares mediante circuitos electrónicos.

La información se define como el conocimiento de los datos, voz, video que se desea transmitir. Un sistema de comunicaciones electrónicas comprende tres secciones principales: una fuente, un destino y un medio de transmisión. La fuente genera la información que viaja a través del sistema de comunicaciones en forma de señales eléctricas, que pueden ser analógicas (proporcionales) como la voz humana, las imágenes de video o la música; o bien pueden ser digitales (discretos), como los números binarios, códigos alfanuméricos, símbolos gráficos, códigos de operación de microprocesadores o la información de base de datos.

Es importante saber si la información de la fuente es adecuada para transmitirse en su forma original y si no, se debe convertir a una forma más adecuada antes de transmitirla. En los sistemas de comunicaciones digitales, la información analógica se convierte a forma digital antes de transmitirla y con los sistemas de comunicaciones analógicos, los datos digitales se convierten en señales analógicas antes de transmitirlos.

Los sistemas de comunicaciones electrónicos analógicos utilizan procesos tradicionales de modulación como la amplitud modulada AM (Amplitude Modulation) y la frecuencia modulada FM (Frequency Modulation), dichos sistemas están siendo sustituidos por sistemas de comunicaciones digitales con ventajas notables: facilidad de procesamiento, facilidad de multiplexado e inmunidad al ruido.

El término de comunicación digital abarca una gran área técnica que incluye la transmisión digital eléctrica y la radio digital. En los sistemas digitales de radio, el medio de transmisión podría ser el espacio libre, la atmósfera terrestre o una instalación física, como una guía de onda o fibra óptica. Mientras que la transmisión eléctrica de datos se hace con cable coaxial, par trenzado blindado o sin blindaje.

La figura 1-1 nos muestra el diagrama de bloques simplificado de un sistema electrónico de comunicaciones, que comprende una parte transmisora, un medio de comunicación y una parte receptora.

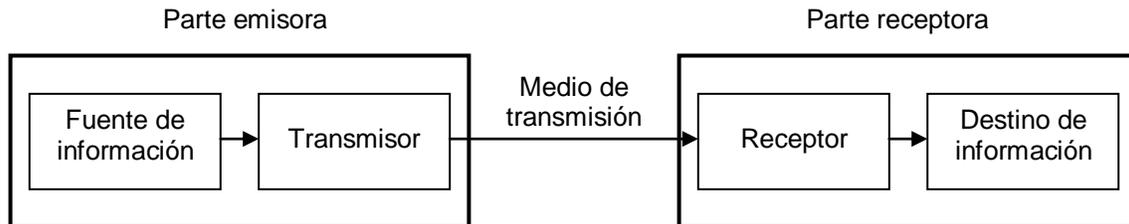


Figura 1-1 Sistema electrónico de comunicaciones

El transmisor es un conjunto de circuitos electrónicos que convierten a la información de la fuente en una señal que se presta más a su transmisión a través de determinado medio de transmisión. El medio de transmisión transporta señales desde el transmisor hasta el receptor, y puede ser tan sencillo como un par de conductores de cobre que propaguen las señales en forma de flujo de corriente eléctrica. También se puede convertir la información en ondas electromagnéticas luminosas y propagarlas a través de cables de fibra óptica, o bien se puede usar el espacio libre para transmitir ondas electromagnéticas de radio a cortas o grandes distancias. Un receptor es un conjunto de dispositivos y circuitos electrónicos que acepta del medio de transmisión las señales transmitidas y las reconvierte a su forma original para que la(s) persona(s) que la recibe pueda interpretarla.

Muchas veces es necesario modular la información de la fuente, con una señal de mayor frecuencia, llamada portadora. La señal portadora transporta la información a través del sistema, mientras que la señal de información modula a la portadora cambiando su amplitud, su frecuencia o su fase. Entonces, modulación no es más que un proceso de cambiar a una de las propiedades de la portadora, en proporción con las propiedades de la señal de información.

Un sistema analógico de comunicaciones es aquel en donde la energía se transmite y se recibe en forma analógica, es decir una señal de variación continua, como por ejemplo una onda de voz. En los sistemas analógicos de comunicaciones, tanto la información como la portadora son señales analógicas.

La transmisión digital se hace con un sistema digital, donde la información de la fuente está formada por pulsos digitales con valores discretos, como 5V y 0V, los cuales se transfieren en un sistema de comunicación digital. Con la transmisión digital la portadora es digital y la fuente originaria de información puede tener forma digital o analógica.

## GENERALIDADES

---

Si la información está en forma analógica se debe convertir en pulsos digitales antes de transmitirla y se deberá reconvertir en forma análoga en el extremo de la recepción.

La radio digital es la transmisión de portadoras moduladas digitalmente, entre dos o más puntos en un sistema de comunicaciones. En la radio digital, la señal moduladora y la señal demoduladora son pulsos digitales. Estos pulsos se pueden originar en un sistema digital de transmisión, en una fuente digital, como una computadora o pueden ser una señal analógica codificada en binario. En los sistemas digitales de radio, el medio de transmisión puede ser una instalación física o el espacio libre.

La ecuación general de una señal de voltaje analógica de forma senoidal, variable en el tiempo, como puede ser una señal de voz es:

$$v(t) = V \text{sen}(w t + \theta)$$

en donde:

$v(t)$  = Voltaje variable senoidalmente en el tiempo

$V$  = Amplitud máxima (volts pico)

$w$  = Frecuencia angular (radianes/seg)

$\theta$  = Desplazamiento de fase (radianes)

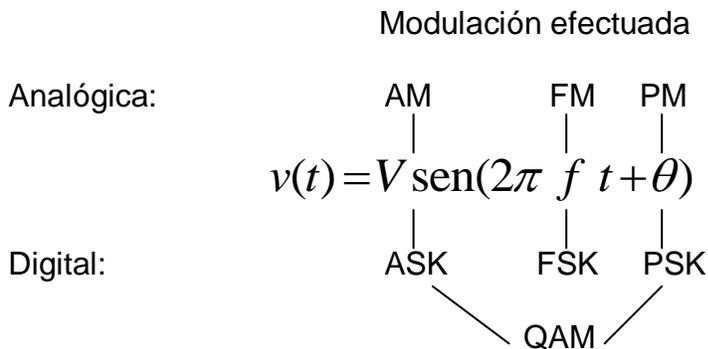
Si la señal de información es analógica, y la amplitud ( $V$ ) de la portadora es proporcional a ella, se produce la modulación de amplitud (AM). Si varía la frecuencia ( $f$ ) en forma proporcional a la señal de información, se produce la modulación de frecuencia (FM). Si varía la fase ( $\theta$ ) en proporción con la señal de información, produce la modulación por fase PM (Phase Modulation).

Si la señal de información es digital, y la amplitud ( $V$ ) de la portadora varía proporcionalmente a la señal de información, se produce una señal modulada digitalmente llamada modulación por conmutación de amplitud ASK (Amplitud Shift Keying).

Si la frecuencia ( $w$ ) varía en forma proporcional a la señal de información, se produce la modulación por conmutación de frecuencia FSK (Frequency Shift Keying). Si la fase ( $\theta$ ) varía de manera proporcional a la señal de información, se produce la modulación por conmutación de fase PSK (Phase Shift Keying).

Si varían al mismo tiempo la amplitud y la fase en proporción con la señal de información, resulta la modulación de amplitud de cuadratura QAM (Quadrature Amplitude Modulation).

En resumen, las diversas técnicas de modulación digital y analógica pueden ser las siguientes:



La modulación se hace en el transmisor mediante un circuito llamado modulador. Una portadora sobre la que ha actuado una señal de información se llama onda modulada o señal modulada.

La demodulación es el proceso inverso a la modulación, y reconvierte a la portadora modulada en la información original. La demodulación se hace en un receptor y con un circuito llamado demodulador.

Hay 2 razones por las que la modulación es necesaria en las comunicaciones electrónicas:

- 1) Es en extremo difícil irradiar señales de baja frecuencia en forma de energía electromagnética con una antena, y
- 2) ocasionalmente, las señales de información ocupan la misma banda de frecuencias y si se transmiten al mismo tiempo las señales de dos o más fuentes, interferirán entre sí. Un ejemplo de esto son las estaciones de radio de FM, que trabajan a diferentes frecuencias para evitar la interferencia mutua.

En la figura 1-2 podemos ver el diagrama de bloques de un sistema electrónico de comunicaciones, donde se ven las relaciones entre la señal moduladora, la portadora de alta frecuencia y la onda modulada. La señal de información se combina con la portadora en el modulador, y se produce la onda modulada. La información puede estar en forma analógica o digital, y el modulador puede efectuar modulación analógica o digital. En el transmisor se hace una conversión elevadora de las señales de información, de bajas frecuencias a altas frecuencias, y se hace una conversión descendente en el receptor, de altas frecuencias a bajas frecuencias.

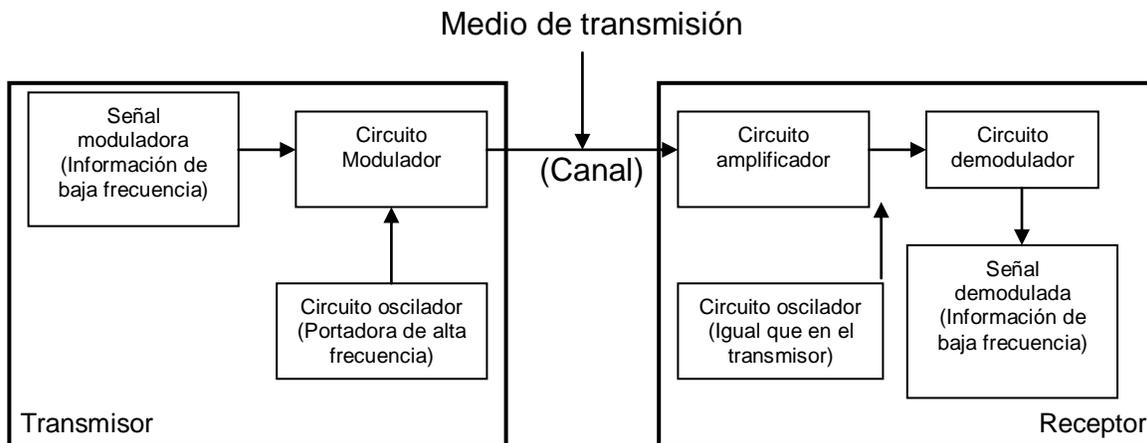


Figura 1-2 Diagrama con modulación y demodulación

El proceso de convertir una frecuencia, o banda de frecuencias y pasarlas a otro valor de frecuencias, se llama modulación de frecuencia. La modulación de frecuencia es una parte intrincada de las comunicaciones electrónicas, porque se deben hacer muchas veces las conversiones elevadoras y descendentes cuando se transportan a través del aire (canal). La señal modulada se transporta hasta el receptor a través del medio de transmisión. En el receptor se amplifica la señal modulada, se convierte en frecuencia menor y a continuación se demodula, para reproducir la información original de la fuente.

### 1.1.1 Transmisor

Como ya se ha comentado, el objetivo de un sistema electrónico de comunicaciones es transferir la información que tiene un valor determinado de frecuencia lineal, entre dos o más lugares llamadas estaciones. Esto se logra convirtiendo la información original en energía eléctrica ó electromagnética, para transmitirla a una o más estaciones receptoras, donde se convierte a su forma original. La energía electromagnética se puede propagar en forma de radio frecuencia por el espacio libre (aire). La energía eléctrica se distribuye en un conductor de cobre.

La frecuencia lineal es la cantidad de veces que sucede un movimiento periódico, como puede ser una onda senoidal de voltaje o de corriente, durante determinado periodo. Cada inversión completa de la onda se le llama ciclo. La unidad básica es el Hertz (Hz) y un Hertz es igual a un ciclo por segundo (cps).

Existe un espectro electromagnético de frecuencias total, el cual se divide en bandas. Cada banda tiene su nombre y sus límites. Por ejemplo, la banda de transmisión de FM tiene asignada las frecuencias de 88Mhz a 108Mhz. Las frecuencias son exactas y asignadas a transmisores específicos para que funcionen en las diversas clases de servicio.

Otro ejemplo son las frecuencias de radio RF (Radio Frequency) que se dividen en 8 bandas de frecuencia mas angostas, a las que se les da nombre y números descriptivos, y algunas de ellas se subdividen a su vez en diversos tipos de servicios.

Las designaciones de banda según el Comité Consultivo Internacional de Radio (CCIR) se muestran en la tabla 1-1.

Número de Banda	Intervalo de frecuencias	Designación
2	30 Hz – 300 Hz	ELF (frecuencias extremadamente bajas)
3	0.3 kHz – 3 kHz	VF (frecuencias de voz)
4	3 kHz – 30 kHz	VLF (frecuencias muy bajas)
5	30 kHz – 300 kHz	LF (frecuencias bajas)
6	300 kHz – 3 MHz	MF (frecuencias intermedias)
7	3 MHz – 30 MHz	HF (frecuencias altas)
8	30 MHz – 300 MHz	VHF (frecuencias muy altas)
9	0.3 GHz – 3 GHz	UHF (frecuencias ultra altas)
10	3 GHz – 30 GHz	SHF (frecuencias súper altas)
11	30 GHz – 300 GHz	EHF (frecuencias extremadamente altas)
12	0.3 THz – 3 THz	Luz infrarroja
13	3 THz – 30 THz	Luz infrarroja
14	30 THz – 300 THz	Luz infrarroja
15	0.3 PHz – 3 PHz	Luz visible
16	3 PHz – 30 PHz	Luz ultravioleta
17	30 PHz – 300 PHz	Rayos X
18	0.3 EHz – 3 EHz	Rayos gamma
19	3 EHz – 30 EHz	Rayos cósmicos

Tabla 1-1 Designaciones de banda CCIR

Los sistemas modernos de comunicaciones electrónicas requieren formas de onda estable y repetitivas, tanto senoidales como no senoidales, con más de una frecuencia y sincronizadas entre sí. Por esta razón, las partes esenciales de un sistema de comunicaciones electrónico son generación de señales, sincronización de frecuencia y síntesis de frecuencia.

Para la generación de señales debemos comprender el funcionamiento de los osciladores. La definición de oscilar es fluctuar entre dos estados o condiciones, como vibrar o cambiar.

Un oscilador es un dispositivo que produce oscilaciones, es decir, genera una forma de onda repetitiva. Se aplica como fuente de portadoras de alta frecuencia, fuentes piloto, relojes y circuitos de sincronización. El tipo de oscilador de nuestro trabajo es el oscilador de cristal.

Los osciladores de cristal son circuitos integrados de retroalimentación en los que se utiliza un cristal como componente para determinar la frecuencia. A los cristales también se les llama resonadores de cristal y pueden producir frecuencias precisas y estables para contadores de frecuencias, sistemas de navegación, radiotransmisores y radio receptores, etc.

La cristalografía estudia las formas, estructuras, propiedades y clasificaciones de los cristales. Esta ciencia estudia las redes y enlaces cristalinos, los ángulos con respecto al eje del cristal, espesor, corte del cristal, forma de cortarlo, efecto piezoeléctrico, así como determinar las propiedades mecánicas y eléctricas de los cristales. Los cristales más utilizados son el cuarzo, sal de la Rochelle y la turmalina, así como varias sustancias artificiales como el ADP, EDT y DKT.

El efecto piezoeléctrico se presenta cuando se aplican esfuerzos mecánicos oscilatorios a través de una estructura de red cristalina y generan oscilaciones eléctricas. Si el esfuerzo se aplica en forma periódica. El voltaje de salida es alterno. Cuando se aplica un voltaje alterno el cristal oscila mecánicamente. A este proceso se le llama excitación de vibraciones mecánicas, las vibraciones mecánicas en un cristal se llaman ondas acústicas en la masa, y son directamente proporcionales a la amplitud del voltaje aplicado.

Como ya hemos mencionado, la modulación digital tiene varias formas de transmitirse. Para nuestro fin, veremos cómo funciona la manipulación por desplazamiento de frecuencia FSK (Frequency-Shift Keying).

La FSK binaria es una forma de modulación de ángulo, de amplitud constante, parecido a la modulación convencional FM, pero la señal moduladora es una señal binaria que varía entre dos valores discretos de voltaje, y no es una forma de onda analógica que cambie continuamente. La ecuación general de la FSK es

$$v_{fsk}(t) = V_c \cos \left\{ 2\pi \left[ f_c + v_m(t)\Delta f \right] t \right\}$$

en donde:

$v_{fsk}(t)$  = forma de onda binaria FSK

$V_c$  = amplitud de la portadora

$f_c$  = frecuencia central de la portadora (hertz)

$\Delta f$  = desviación máxima de frecuencia

$v_m(t)$  = señal de moduladora de entrada binaria ( $\pm 1$ )

De acuerdo con la ecuación, el corrimiento máximo de frecuencia de portadora,  $\Delta f$ , es proporcional a la amplitud y a la polaridad de la señal moduladora. La señal moduladora  $[V_m(t)]$  es una forma de onda binaria normalizada, en la que el 1 lógico = +1, y el 0 lógico = -1.

Así, para una entrada de 1 lógico,  $V_m(t) = +1$  y la ecuación toma la siguiente forma:

$$v_{fsk}(t) = V_c \cos \{ 2\pi [f_c + \Delta f] t \}$$

Para una entrada de 0 lógico,  $V_m(t) = -1$ , y la ecuación se transforma en

$$v_{fsk}(t) = V_c \cos \{ 2\pi [f_c - \Delta f] t \}$$

Con una FSK binaria, la señal binaria de entrada corre a la frecuencia de la portadora. Cuando la señal binaria de entrada cambia de un 0 lógico a un 1 lógico y viceversa, la frecuencia de salida se desplaza entre dos frecuencias: una frecuencia de marca, frecuencia de trabajo o frecuencia de 1 lógico ( $f_m$ ), y una frecuencia de espacio o de 0 lógico ( $f_s$ ). Las frecuencias de marca y de espacio están separadas de la frecuencia de portadora por la desviación máxima de frecuencia, es decir, por  $f_c \pm \Delta f$ . Sin embargo, es importante observar que las frecuencias de marca y de espacio se asignan en forma arbitraria, dependiendo del diseño del sistema. La figura 1-3 muestra una señal binaria de entrada y la forma de onda FSK de salida, para un modulador FSK.

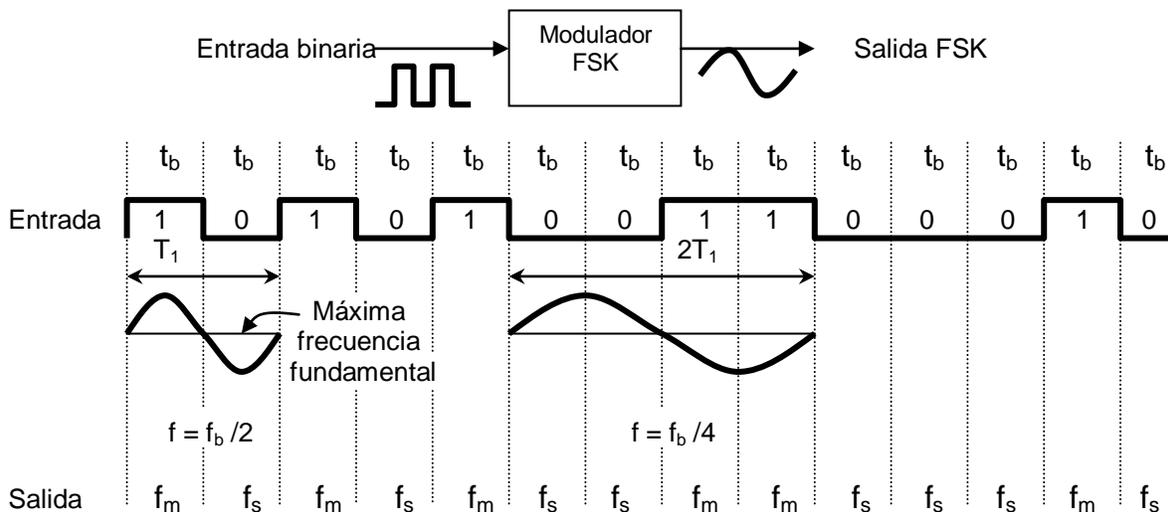


Figura 1-3 Modulación FSK

En ella se ve que cuando la entrada binaria se cambia de un 1 lógico a un 0 lógico y viceversa, la frecuencia de salida FSK cambia de una frecuencia de marca,  $f_m$ , a una frecuencia de espacio,  $f_s$ , y viceversa. La frecuencia de marca es la frecuencia mayor,  $f_c + \Delta f$ , y la frecuencia de espacio es la frecuencia menor que,  $f_c - \Delta f$ . Con la FSK binaria hay un cambio de frecuencia de salida cada vez que cambia la condición lógica de la señal binaria de entrada. En consecuencia, la rapidez de cambio de salida es igual a la rapidez de cambio de entrada.

En la modulación digital. La rapidez de cambio en la entrada del modulador se llama frecuencia de bits, o rapidez de transferencia de bits, y se representa por  $f_b$ . Tiene las unidades de bits por segundo (bps). La rapidez de cambio de la salida del modulador se llama baudio. Algunas veces el baudio se malentiende y se confunde con frecuencia con la rapidez de bits, sin embargo, el baudio es una rapidez de cambio, y es igual a la recíproca del tiempo de un elemento de señalización en la salida.

Con la manipulación por desplazamiento de frecuencias (FSK), el tiempo de un elemento de señalización en la salida es igual al tiempo de un solo bit,  $t_b$ . Como se ve en la figura 1-3, la frecuencia de salida cambia de una frecuencia de marca a una de espacio y viceversa, con la misma rapidez con la que la condición de entrada cambia de 1 lógico a 0 lógico y viceversa.

También se ve que en el tiempo mínimo de salida de una frecuencia de espacio o de marca es igual al tiempo de un bit. Por consiguiente, con la FSK binaria, el tiempo de un elemento de señalización y del tiempo de un bit son iguales, y entonces las rapidezces del cambio de entrada y de salida son iguales, y la rapidez de bits y los baudios también tienen que ser iguales.

La figura 1-3 nos muestra también un modulador FSK binario simplificado, en donde la frecuencia de reposo (o central) de portadora se escoge de tal modo que esté a la mitad entre las frecuencias de marca y del espacio. Un 1 lógico corre a la salida hasta la frecuencia de marca, y un 0 lógico desplaza la salida a la frecuencia de espacio. En consecuencia, al cambiar la señal binaria de entrada, entre las condiciones de 1 lógico y 0 lógico, la salida se corre o desvía entre las frecuencias de marca y de espacio.

En un modulador FSK binario la  $\Delta f$  es la desviación máxima de frecuencia de la portadora, y es igual a la diferencia entre la frecuencia de reposo de la portadora y la frecuencia de marca, o la frecuencia de espacio (o la mitad de la diferencia entre las frecuencias de marca y de espacio). Un modulador puede funcionar en el modo de barrido, en el que la desviación máxima de frecuencia no es más que el producto del voltaje binario de entrada por la sensibilidad del modulador a la desviación.

Con el modo de modulación por barrido, la desviación de frecuencia se expresa como sigue:

$$\Delta f = v_m(t)k_1$$

En donde

$$\begin{aligned} \Delta f &= \text{desviación máxima de frecuencia (hertz)} \\ v_m(t) &= \text{voltaje máximo de señal moduladora binaria (volts)} \\ k_1 &= \text{sensibilidad a la desviación (hertz por volt)} \end{aligned}$$

El elemento final de la parte transmisora es la antena. Cuando se trata de un equipo de radio frecuencia una antena es un sistema conductor metálico capaz de radiar y capturar ondas electromagnéticas.

### 1.1.2 Medio de transmisión

La propagación de ondas electromagnéticas por el espacio libre suele llamarse propagación de radiofrecuencia (RF), o simplemente radio propagación. Aunque el espacio libre implica al vacío, con frecuencia la propagación por la atmósfera terrestre se le llama propagación por el espacio libre, y se puede considerar casi siempre así. La diferencia es que en la atmósfera terrestre introduce pérdidas de la señal que no se encuentran en el vacío.

Las ondas de radio son ondas electromagnéticas y, como la luz, se propagan a través del espacio libre en línea recta y con una velocidad de 300,000,000 metros por segundo. Para propagar ondas de radio se necesita que la energía se irradie de la fuente. Posteriormente, la energía se debe capturar en el lado de la recepción. La irradiación y la captura son funciones de las antenas.

Una onda electromagnética contiene un campo eléctrico y uno magnético, que forman 90° entre sí. La polarización de una onda electromagnética plana no es más que la orientación del vector de campo eléctrico con respecto a la superficie de la tierra, es decir, respecto al horizonte. Así, podemos tener polarización lineal; cuando es constante la polarización, polarización horizontal, polarización vertical, polarización circular, y polarización elíptica.

Las ondas electromagnéticas son invisibles y, en consecuencia, se analizan con métodos indirectos, mediante esquemas. Para entender más las ondas electromagnéticas hablaremos de los rayos y de frentes de onda.

Un rayo es una línea trazada a lo largo de la dirección de propagación de una onda electromagnética. Se usan para mostrar la dirección relativa de la propagación de onda electromagnética.

Un frente de onda representa una superficie de ondas electromagnéticas de fase constante. Se forma un frente de onda cuando se unen puntos de igual fase en rayos que se propagan desde la misma fuente. La mayoría de los frentes de onda son complicados.

La figura 1-4 muestra una fuente puntual, varios rayos que se propagan desde ella, y el frente de onda correspondiente. Una fuente puntual es un solo lugar desde el cual se propagan rayos por igual en todas direcciones; es una fuente isotrópica. El frente de onda generado por una fuente puntual sólo es una esfera con radio  $R$ , y su centro está en el punto de origen de las ondas.

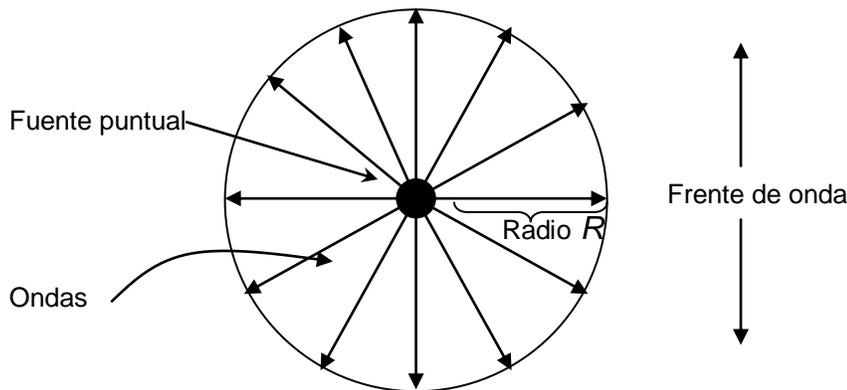


Figura 1-4 Frente de onda

Las ondas electromagnéticas representan el flujo de energía en la dirección de propagación. La rapidez con que la energía pasa a través de una superficie dada en el espacio libre se llama densidad de potencia. La densidad de potencia es la energía por unidad de tiempo y por unidad de área. La intensidad de campo es la intensidad de los campos eléctrico y magnético de una onda electromagnética que se propaga por el espacio libre. La densidad de potencia es:

$$P = (E) (H)$$

siendo:

- $P$  = densidad de potencia (watts por metro cuadrado)
- $E$  = intensidad rms del campo eléctrico (volts por metro)
- $H$  = intensidad rms del campo magnético (amperes por metro)

Las intensidades del campo eléctrico y magnético de una onda electromagnética en el espacio libre se relacionan a través de la impedancia característica (resistencia) del espacio vacío. La impedancia característica de un medio de transmisión sin pérdidas es igual a la raíz cuadrada de la relación de su permeabilidad magnética entre su permitividad eléctrica.

La ecuación de la impedancia característica del espacio libre, Z, es:

$$Z_s = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$$

En la que

- $Z_s$  = impedancia característica del espacio libre (ohms)
- $\mu_0$  = permeabilidad magnética de espacio libre  $1.26 \times 10^{-6}$  H/m
- $\epsilon_0$  = permitividad eléctrica del espacio libre  $8.85 \times 10^{-12}$  F/m

Al sustituir los valores en la ecuación se obtiene

$$Z_s = \sqrt{\frac{1.26 \times 10^{-6}}{8.85 \times 10^{-12}}} = 377 \Omega$$

Y al aplicar la ley de Ohm se obtiene:

$$P = \frac{\epsilon^2}{377} = 377 H^2 \quad W/m^2$$

$$H = \frac{\epsilon}{377}$$

La figura 1-5 muestra una fuente puntual que irradia a una tasa constante y uniformemente en todas direcciones. Esa fuente se llama radiador isotrópico. Se puede aproximar mucho a una antena omnidireccional. Un radiador isotrópico produce un frente de onda esférico cuyo radio es R, Todos los puntos que están a la distancia R de la fuente están en la superficie de una esfera, y que tienen igual densidad de potencia.

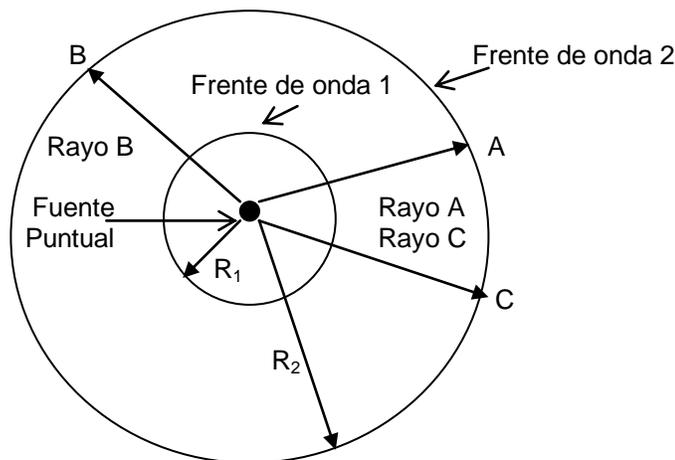


Figura 1-5 Onda con dos frentes

## GENERALIDADES

---

En la figura podemos ver que los puntos A y B están a igual distancia de la fuente. En consecuencia las densidades de potencia en ellos son iguales. En cualquier momento, la potencia irradiada  $P_r$  watts, esta uniformemente distribuida sobre la superficie total de la esfera.

Así, la densidad de potencia en cualquier punto de la esfera es la potencia total irradiada dividida entre el área total de la esfera. La ecuación que expresa la densidad de potencia en cualquier punto de la superficie de un frente de onda esférico es:

$$P = \frac{P_{rad}}{4\pi R^2}$$

en donde

$P_{rad}$  = potencia total irradiada (watts)

$R$  = radio de la esfera, que es igual a la distancia de cualquier punto de la superficie de la esfera.

$4\pi R^2$  = área de la esfera

y para una distancia  $R_a$  metros de la fuente, la densidad de potencia es

$$P_a = \frac{P_{rad}}{4\pi R_a^2}$$

igualando con ecuaciones anteriores

$$\frac{P_{rad}}{4\pi R^2} = \frac{\varepsilon^2}{377}$$

por consiguiente

$$\varepsilon^2 = \frac{377P_{rad}}{4\pi R^2} \quad y \quad \varepsilon = \frac{\sqrt{30P_{rad}}}{R}$$

cuando más lejos va el frente de onda con respecto a la fuente, la densidad de potencia es más pequeña. La potencia total de la esfera queda igual. Sin embargo, como el área de la esfera aumenta en proporción directa a la distancia a la fuente elevada al cuadrado, es decir, al radio de la esfera del cuadro, la densidad de potencia es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente. A esta relación se le llama ley del cuadrado inverso.

Entonces la densidad de potencia en cualquier punto de la superficie de la esfera exterior es

$$P_2 = \frac{P_{rad}}{4\pi R_2^2}$$

y la densidad de potencia en cualquier punto de la esfera interior es

$$P_1 = \frac{P_{rad}}{4\pi R_1^2}$$

por consiguiente

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{P_{rad}/4\pi R_2^2}{P_{rad}/4\pi R_1^2} = \frac{R_1^2}{R_2^2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$$

Según esta ecuación, a medida que se duplica la distancia a la fuente, la densidad de potencia decrece en un factor de  $2^2$ , o 4. Cuando se dedujo la ley de cuadrado inverso de radiación, se supuso que la fuente irradia isotrópicamente, aunque esto no es necesario; sin embargo, si es necesario que la velocidad de propagación en todas direcciones sea uniforme. A un medio de propagación con estas propiedades se le llama medio isotrópico.

El espacio libre es vacío, por lo que no hay pérdida de energía al propagarse una onda por él. Sin embargo, cuando las ondas se propagan por el espacio vacío, se dispersan y resulta una reducción de la densidad de potencia. A esto se le llama atenuación. Ya que la atmósfera terrestre no es un vacío, contiene partículas que pueden absorber energía electromagnética. A este tipo de reducción de potencia se le llama pérdida por absorción.

La atmósfera terrestre no es un vacío. Más bien está formada por átomos y moléculas de diversas sustancias gaseosas, líquidas y sólidas. Algunos de estos materiales pueden absorber las ondas electromagnéticas. Cuando una onda electromagnética se propaga a través de la atmósfera terrestre, se transfiere energía de la onda a los átomos y moléculas atmosféricas. La absorción de onda por la atmósfera es análoga a una pérdida de potencia  $I^2R$ . Una vez absorbida, la energía se pierde para siempre, y causa una atenuación en las intensidades de voltaje y campo magnético, y una reducción correspondiente densidad de potencia.

La absorción de las radiofrecuencias en una atmósfera normal depende de su frecuencia, y es relativamente insignificante a menos de unos 10 GHz. La atenuación de ondas debida a la absorción no depende de la distancia a la fuente de radiación, sino más bien a la distancia total que la onda se propaga a través de la atmósfera. En otras palabras, para un medio homogéneo, cuyas propiedades son uniformes en todo él, la absorción sufrida durante el primer kilómetro de propagación es igual que la del último kilómetro. También las condiciones atmosféricas anormales, como por ejemplo lluvias intensas o neblina densa, absorben más energía que una atmósfera normal.

## GENERALIDADES

---

La absorción atmosférica se representa por  $\eta$  y, para una onda que se propaga de  $R_1$  a  $R_2$ , es  $\gamma(R_2-R_1)$ , siendo  $\gamma$  el coeficiente de absorción. Así, la atenuación de onda depende de  $R_2/R_1$ , y la absorción de onda depende de la distancia entre  $R_1$  y  $R_2$ . En el caso más real, es decir, en un medio no homogéneo, el coeficiente de absorción varía mucho de acuerdo al lugar y por lo mismo origina difíciles problemas para los ingenieros de sistemas de radio.

En la atmósfera terrestre, el comportamiento de la propagación de frentes de ondas y rayos puede diferir en el espacio libre, debido a efectos ópticos, como refracción, reflexión, difracción e interferencia.

La refracción electromagnética es el cambio de dirección de un rayo al pasar en dirección oblicua de un medio a otro con distinta velocidad de propagación. La velocidad a la que se propaga una onda electromagnética es inversamente proporcional a la densidad del medio en el que lo hace. Por consiguiente, hay refracción siempre que una onda de radio pasa de un medio a otro de distinta densidad.

Reflejar quiere decir regresar, y la reflexión es el acto de reflejar. La reflexión electromagnética se presenta cuando una onda incidente choca con un a frontera entre dos medios, y algo o toda la potencia incidente no entra al segundo material. Las ondas que no penetran al segundo medio se reflejan.

La Difracción se defino como la modulación de la energía dentro de un frente de onda, al pasar cerca de la orilla de un objeto opaco. La Difracción es el fenómeno que permite que las ondas de radio se propaguen entorno a esquinas.

Interferir quiere decir estar en oposición, la interferencia es el acto de interferir. La interferencia de ondas de radio se produce siempre que se combinan dos o más ondas electromagnéticas de tal manera que se degrada el funcionamiento del sistema.

La refracción, la reflexión y la difracción pertenecen a la óptica geométrica, su comportamiento se analiza en función de frentes de onda. Por otro lado, la interferencia está sujeta al principio de la superposición lineal de las ondas electromagnéticas y se presentan siempre que dos o más ondas ocupen el mismo punto del espacio en forma simultánea.

El principio de la superposición lineal establece que la intensidad total del voltaje en un punto dado en el espacio es la suma de los vectores de ondas individuales.

Para nuestro caso, al utilizar la salida de un modulador FSK se relaciona con la entrada binaria en la forma en que se ve en la figura 1-6 donde un 0 lógico corresponde a la frecuencia de espacio  $f_s$ , un 1 lógico corresponde a la frecuencia

de marca  $f_m$ , y  $f_c$  es la frecuencia de la portadora. La desviación máxima de la frecuencia se determina con

$$\Delta f = \frac{|f_m - f_s|}{2}$$

En la que  $\Delta f$  = desviación máxima de frecuencia (hertz)  
 $f_m$  = frecuencia de marca  
 $f_s$  = frecuencia de espacio

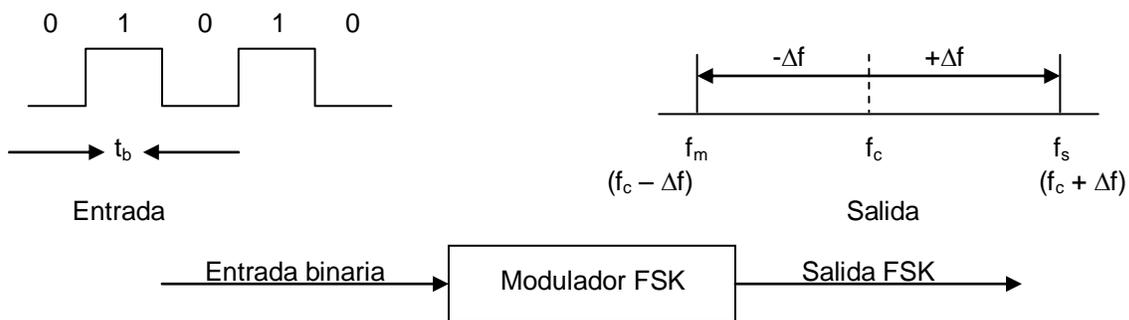


Figura 1-6 Desviación de frecuencia en FSK

Se puede ver que la figura 1-6 consiste en dos ondas senoidales pulsadas, de frecuencia  $f_m$  y  $f_s$ . Las ondas senoidales pulsadas tienen espectros de frecuencia que son funciones sen x/x.

Por consiguiente se puede presentar el espectro de salida de una señal FSK como se ve en la figura 1-7.

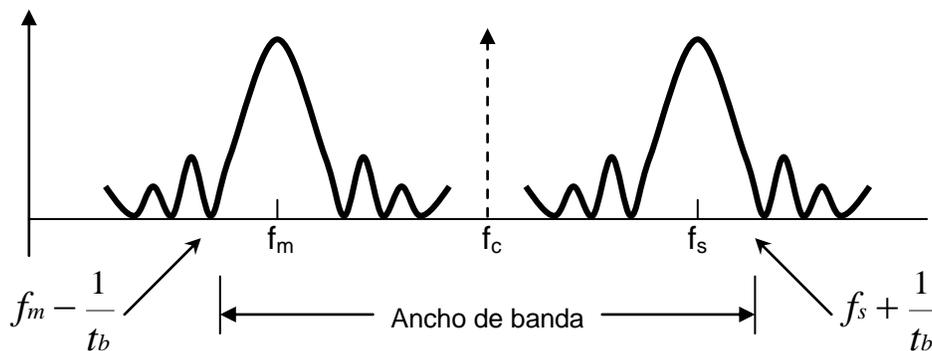


Figura 1-7 Ondas pulsadas

Suponiendo que los máximos del espectro de frecuencia contienen la mayor parte de la energía, el ancho de banda mínimo para pasar una señal FSK se puede aproximar como sigue:

$$\begin{aligned} B &= |(F_s + F_b) - (F_m - f_b)| \\ &= (|f_s - f_m|) + 2f_b \end{aligned}$$

y en vista de que  $|f_s - f_m|$  es igual a  $2\Delta f$ , el ancho mínimo de banda aproximado es:

$$\begin{aligned} B &= 2\Delta f + 2f_b \\ &= 2(\Delta f + f_b) \end{aligned}$$

en donde  $B$  = ancho mínimo de banda (hertz)  
 $\Delta f$  = desviación mínima de frecuencias máximas (hertz)  
 $f_m$  = frecuencia de marca (hertz)  
 $f_s$  = frecuencia de espacio (hertz)

La prioridad en los errores de FSK se evalúa en los dos tipos de sistema que tiene: no coherente (asíncrono) y coherente (síncrono). En el FSK no coherente, el transmisor y el receptor no tienen sincronización de fase ni de frecuencia. En FSK coherente, las señales de referencia del receptor local están amarradas en fase y frecuencia con las señales transmitidas.

La probabilidad de error para FSK no coherente es:

$$P(e) = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{E_b}{2N_0}\right)$$

La probabilidad de error para FSK coherente es:

$$P(e) = \text{erfc} \sqrt{\frac{E_b}{N_0}}$$

### 1.1.3 Receptor

Los demoduladores de FM son circuitos dependientes de la frecuencia, diseñados para producir un voltaje de salida que se proporcional a la frecuencia instantánea de su entrada. La función general de transferencia para un demodulador de FM es no es lineal, pero se trabaja en su intervalo lineal que es

$$K_d = \frac{V(\text{volts})}{f(\text{Hz})}$$

Donde  $K_d$  es igual a la función de transferencia

La salida de un demodulador de FM se expresa como sigue:

$$V_{sal}(t) = K_d \Delta f$$

En donde  $V_{sal}$  = señal demoduladora de salida (volts)  
 $K_d$  = función de transferencia del demodulador (volts por hertz)  
 $\Delta f$  = diferencia entre la frecuencia de entrada y la frecuencia central del demodulador (hertz)

Hay varios circuitos que se usan para demodular las señales de FM. El demodulador que utilizaremos para nuestro caso será el demodulador de fase PLL (Phase Locked Loop).

Desde que se desarrollaron los circuitos integrados lineales en gran escala, se puede lograr con bastante facilidad de la demodulación de FM con un lazo de fase cerrada PLL. Aunque el funcionamiento de un PLL es muy complicado, es probable que el funcionamiento de un demodulador de FM con PLL sea más sencillo y fácil de comprender. Un demodulador de frecuencia con PLL no requiere circuitos sintonizados, y compensa en forma automática los cambios de frecuencia de portadora debidos a inestabilidad del oscilador. La figura 1-8 muestra el diagrama de bloques simplificado de un demodulador de FM con PLL.

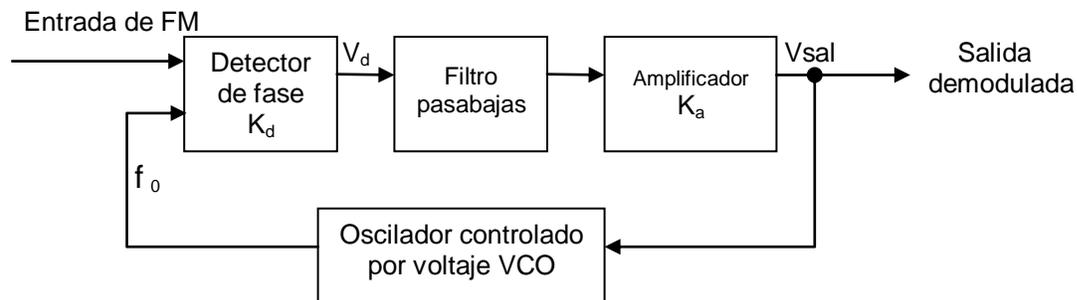


Figura 1-8 Diagrama del demodulador PLL

El funcionamiento comienza después de haber sucedido la fijación de la frecuencia, el VCO rastrea los cambios de frecuencia en la señal de entrada, manteniendo un error de fase en la entrada del detector de fase. Por consiguiente, si la entrada al PLL es una señal desviada de FM, y la frecuencia del VCO es igual, el voltaje de corrección que se produce en la salida del detector de fase, y se retroalimenta a la entrada del VCO, es proporcional a la desviación de frecuencia y es, por consiguiente, la señal de salida demodulada. Por consiguiente la señal demodulada se describe en la ecuación siguiente

$$V_{sal}(t) = \Delta f K_d K_a$$

La demodulación para nuestro caso en el receptor FSK comienza cuando la señal de entrada se aplica en forma simultánea a dos filtros pasabandas (BPF) a través de la antena receptora. Después de los pasabandas la señal es amplificada por el amplificador limitador y posteriormente pasa por la demodulación. Después, la interfase receptora convierte la señal a baja potencia y la comunica con un circuito TTL que hace compatible la comunicación entre el transmisor y el receptor, obteniendo finalmente los datos requeridos.

### 1.2 Multiplexaje

Multiplexado es la transmisión de cualquier forma de información en más de una fuente a más de un destino a través del mismo medio de transmisión. Aunque las transmisiones sucedan en la misma instalación, no necesariamente suceden al mismo tiempo.

El medio de transmisión puede ser un par de alambres metálicos, un cable coaxial, un teléfono móvil, un sistema de microondas terrestres de radio, uno de microondas satelitales o cable de fibra óptica. Hay varios dominios en los que puede hacerse el multiplexado, incluyendo espacio, fase, tiempo, frecuencia y longitud de onda.

Los tipos más predominantes para multiplexar señales son el de multiplexado por división de tiempo TDM (Time Division Multiplexing), por división de frecuencia FDM (Frequency Division Multiplexing) y por división de longitud de onda WDM (Wavelength Division Multiplexing). El resto de este capítulo será dedicado al multiplexado por división de tiempo y de frecuencia.

#### 1.2.1 Por división de tiempo

En el multiplexaje por división de tiempo TDM (Time Division Multiplexing) las transmisiones de varias fuentes se hacen por la misma instalación, pero no al mismo tiempo. Las transmisiones procedentes de distintas fuentes se intercalan en el dominio de tiempo.

La clase más común de modulación que se usa en TDM es la modulación por código de pulso PCM (Pulse Code Modulation). En un sistema PCM-TDM, se muestran dos o más canales de banda de voz, se convierten a códigos PCM y a continuación se multiplexan por división de tiempo a través de un solo par en cable metálico, o en un cable de fibra óptica.

La piedra constructiva fundamental de cualquier sistema TDM comienza con un canal de señal digital de nivel 0 DS-0.

La figura 1-9 muestra el diagrama simplificado de bloques de un sistema PCM monocanal DS-0.

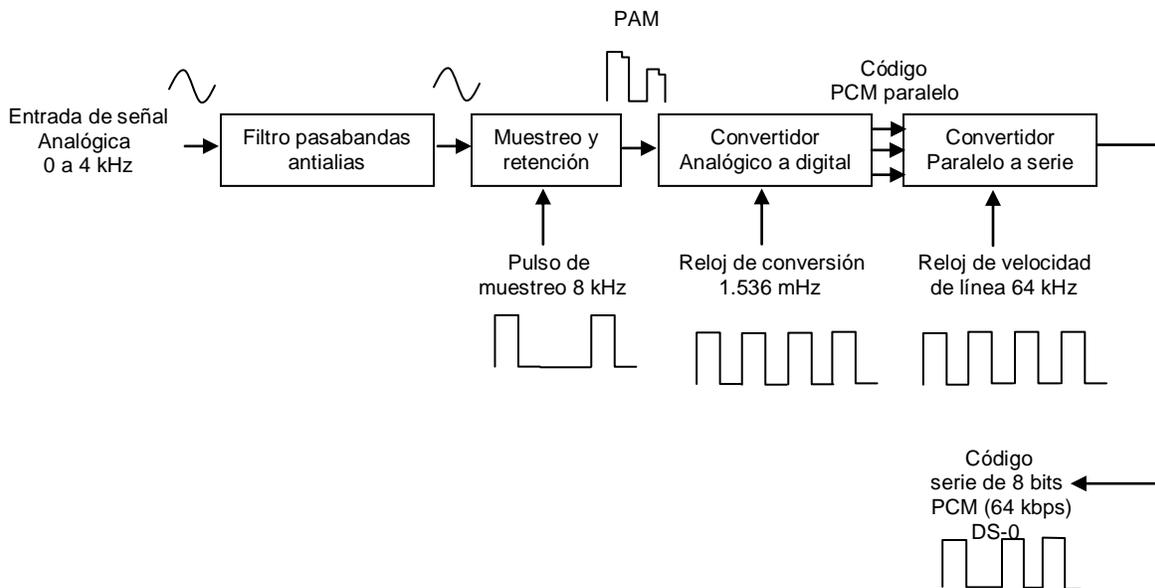


Figura 1-9 Multiplexado por división de tiempo para un canal

Como allí se ve, los canales DS-0 usan una frecuencia de muestreo de 8kHz y un código PCM de ocho bits, que produce una señal PCM de 64 kbps en su salida, como aparece en la siguiente ecuación:

$$\frac{8000 \text{ muestras}}{\text{segundo}} \times \frac{8 \text{ bits}}{\text{muestra}} = 64 \text{ kbps}$$

La figura 1-10 muestra el diagrama simplificado de bloques para un sistema multiplexado de portadora PCM-TDM formado por dos canales DS-0.

Se muestrea en forma alternada cada canal de entrada, con una frecuencia de 8 kHz, y se convierte a código PCM. Mientras se transmite el código PCM para el canal 1, se muestrea el canal 2 y se convierte a código PCM. Mientras se transmite el código PCM del canal 2, se toma la siguiente muestra del canal 1 y se convierte a código PCM. Este proceso continúa y se toman muestras en forma alternada de cada canal, se convierten a código PCM y se transmiten.

El multiplexor no es más que un interruptor digital controlado electrónicamente con dos entradas y una salida. Se seleccionan en forma alternada el canal 1 y el canal 2, y se conectan con la salida del multiplexor.

## GENERALIDADES

El tiempo que tarda en transmitir una muestra de cada canal se llama tiempo de trama. Este tiempo es igual a la recíproca de la frecuencia de muestreo ( $1/f_s$ , o  $1/8000 = 125 \mu s$ ).

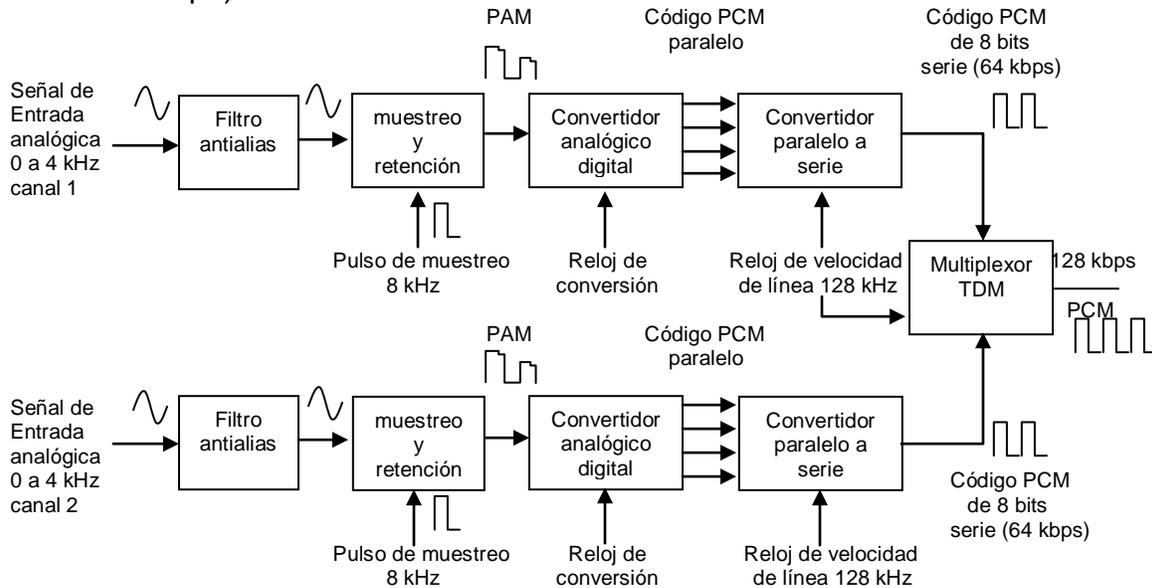


Figura 1-10 Multiplexado TDM para 2 canales

La figura 1-11 muestra la asignación de tramas TDM para un sistema PCM de dos canales, con una frecuencia de muestro de 8 kHz.

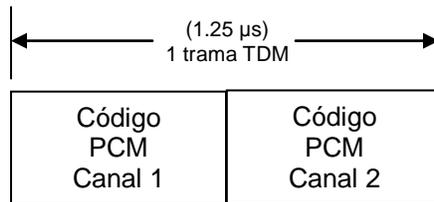


Figura 1-11 Trama TDM

El código PCM para cada canal ocupa una muesca fija de tiempo (época) dentro de la trama TDM total. Con un sistema de dos canales, se toma una muestra de cada canal durante cada trama, y el tiempo asignado para transmitir los bits PCM de cada canal es igual a la mitad del tiempo total de trama. Así, se deben transmitir ocho bits de cada canal durante cada trama (un total de 16 bits por trama). Por lo tanto, la velocidad de línea a la salida del multiplexor se obtiene de la ecuación:

$$\frac{2 \text{ canales}}{\text{trama}} \times \frac{8000 \text{ tramas}}{\text{segundo}} \times \frac{8 \text{ bit}}{\text{canal}} = 128 \text{ kbps}$$

Aunque cada canal produce y transmite sólo 64kbps, los bits deben salir sincronizados a la línea a una frecuencia de 125 kHz para permitir la transmisión de ocho bits por canal en cada muesca de tiempo de 125  $\mu$ s.

### 1.2.2 Por división de frecuencia

En el multiplexado por división de frecuencia FDM (Frequency Division Multiplexing), se convierte cada fuente de varias que originalmente ocupaban el mismo espectro de frecuencias, a una banda distinta de frecuencias, y se transmite en forma simultánea por un solo medio de transmisión. Así se pueden transmitir muchos canales de banda relativamente angosta por un solo sistema de transmisión de banda ancha.

El FDM es un esquema analógico de multiplexado; la información que entra a un sistema Funes analógico y permanece analógica durante su transmisión. Un ejemplo de FDM es la es la banda comercial de AM, que ocupa un espectro de frecuencias de 535 a 1605 kHz. Cada estación tiene una señal de información con un ancho de banda de 0 a 5 kHz. Si se transmitiera el audio de cada estación con el espectro original de frecuencias, sería imposible separar una estación de las demás. En lugar de ello, cada estación modula por amplitud una frecuencia distinta de portadora, y produce una señal de doble banda lateral de 10 kHz. Como las frecuencias portadoras de estaciones adyacentes están separadas por 10 kHz, la banda comercial total de AM se divide en 107 muescas de frecuencia de 10 kHz, apiladas una sobre otra en el dominio de la frecuencia. Para recibir determinada estación, solo se sintoniza el receptor con la banda de frecuencias asociada con las transmisiones de esa estación. La figura 1-12 muestra como están multiplexadas las estaciones de radio comerciales de AM, por división de frecuencias, y se transmiten por un solo medio de transmisión: el espacio libre.

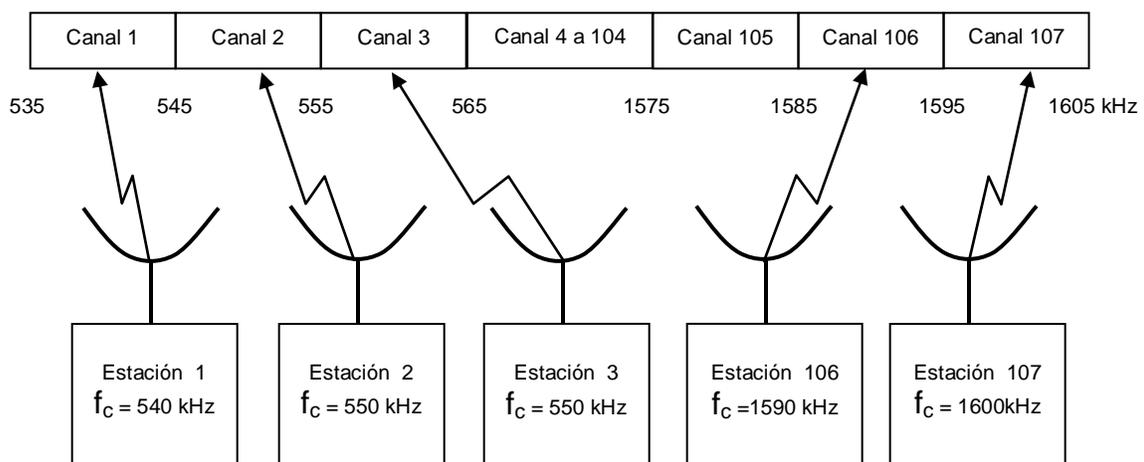


Figura 1-12 FDM para la banda comercial AM

Hay muchas otras aplicaciones de la FDM, por ejemplo el FM comercial y las emisoras de televisión, así como los sistemas de telecomunicaciones de alto volumen. El proceso de multiplexado (apilado) se hace sin que haya sincronización entre las estaciones. Debido a la posibilidad de que haya una gran cantidad de canales de banda angosta que se originen y terminen en el mismo lugar, todas las operaciones de multiplexado y demultiplexado se deben sincronizar.

La banda base describe a la señal moduladora (información) en un sistema de comunicaciones. Un solo canal de mensajes es banda base. Un grupo, súper grupo o grupo maestro también es banda base. La señal compuesta de banda base es la señal total de información antes de la modulación en la portadora final.

### 1.3 Interfaces

En el mundo de las comunicaciones, se define datos en general como información que se almacena en forma digital. La comunicación de datos es el proceso de transferir información digital, por lo general, en forma binaria, entre dos o más puntos. Se define la información como conocimiento, noticia o información secreta. La información que se ha procesado, organizado y guardado se llama datos. Los datos pueden ser de naturaleza alfabética, numérica o simbólica, y están formados por cualquiera de los siguientes símbolos, o una combinación de ellos:

- Alfanuméricos codificados en binario
- Programas de microprocesador
- Códigos de control
- Direcciones de usuarios
- Datos de programa o información de base de datos.

Tanto en la fuente como en el destino, los datos están en forma digital. Sin embargo, durante la transmisión, pueden estar en forma digital o analógica.

#### 1.3.1 Definición

Para asegurar un flujo ordenado de datos entre la unidad de control de línea y una computadora, entre ellos se pone una interfaz en modo serie o paralelo. Esta interfaz coordina el flujo de datos, las señales de control y la información de sincronización entre los equipos de terminales de datos (DTE) y equipos de comunicaciones de datos (DCE)

Antes de haberse normalizado las interfaces en modo serie o paralelo, cada empresa fabricante de equipos de comunicación de datos usaba una configuración distinta de interfaz.

En forma más específica, el cableado entre el DTE y el DCE, el tipo y el tamaño de los conectores usados; los valores de voltaje variaban mucho de uno a otro proveedor. Para interconectar equipos fabricados por empresas distintas había que fabricar convertidores de nivel, cables y conectores especiales.

La información binaria se puede transmitir en forma paralela o en serie (serial). La figura 1-13 muestra como se transmite el código binario 0110 del lugar A al lugar B, en paralelo. Como allí se ve, cada posición de bit ( $A_0$  a  $A_3$ ) tiene su propia línea de transmisión. En consecuencia, los cuatro bits se pueden transmitir en forma simultánea durante el tiempo de un solo pulso de reloj ( $T$ ). A esta clase de transmisión se le llama paralela a nivel de bit o en serie de carácter.

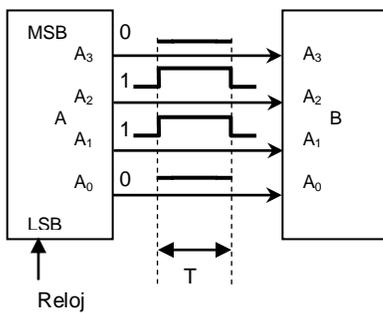


Figura 1-13 Transmisión paralela

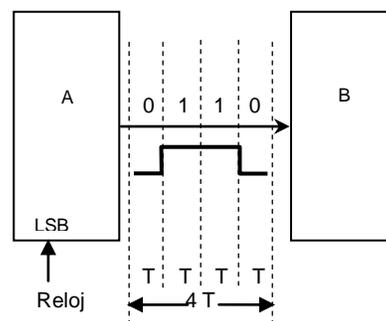


Figura 1-14 Transmisión serie

La figura 1-14 muestra como se transmite el mismo código binario en serie. Como se ve, hay una sola línea de transmisión y, en consecuencia, solo se puede transmitir un bit cada vez. Por lo anterior, se requieren cuatro pulsos de reloj ( $4T$ ) para transmitir toda la palabra. A esta clase de transmisión se le llama con frecuencia en serie a nivel de bit.

La transmisión de datos se puede hacer con mucha mayor rapidez usando el sistema paralelo; sin embargo, en él se requieren más líneas entre la fuente y el destino. Por regla general, se usa transmisión en paralelo para comunicaciones en distancias cortas, y dentro de una computadora. La transmisión en serie se usa para comunicaciones a gran distancia.

Los circuitos de comunicación de datos se pueden clasificar, en general, como de dos o de varios puntos. Una configuración de dos puntos sólo implica dos lugares o estaciones, mientras que una de varios puntos, o multipuntos, implica tres o más estaciones.

En esencia, hay cuatro modos de transmisión para circuitos de comunicaciones: símplex, semidúplex HDX (Half Dúplex), dúplex FDX (Full Dúplex) y dúplex total/general F/FDX (Full/Full Dúplex).

### 1) Símplex

En el funcionamiento símplex la transmisión de datos es unidireccional; solo se puede mandar información en una dirección. Las líneas símplex también se llaman solo de recepción, solo de transmisión o solo en un sentido. Los sistemas comerciales de televisión y radio son ejemplos de transmisión símplex.

### 2) Semidúplex

En el modo semidúplex la transmisión de datos es posible en ambas direcciones, pero no al mismo tiempo. Las líneas semidúplex también se llaman líneas de dos sentidos alternas, o líneas de uno de dos sentidos. La radio de banda civil (CB) es un ejemplo de transmisión semidúplex.

### 3) Dúplex

En el modo dúplex, las transmisiones se hacen en forma simultánea en ambas direcciones, pero deben ser entre las mismas dos estaciones. Las líneas dúplex también se llaman de dos sentidos simultáneos, o en ambos sentidos. Un sistema telefónico normal es un ejemplo de transmisión dúplex.

### 4) Dúplex total/general

En este modo es posible la transmisión en ambas direcciones al mismo tiempo, pero no entre las mismas dos estaciones; es decir, una estación transmite a una segunda estación y recibe al mismo tiempo de una tercera estación. El modo F/FDX solo es posible en circuitos de varios puntos. El sistema postal en Estados Unidos es un ejemplo de transmisión dúplex total/general.

Los códigos de comunicación de datos son secuencias predeterminadas de bits, para codificar caracteres y símbolos. El primer código de comunicación de datos que se difundió mucho fue la clave Morse.

Los tres conjuntos más comunes de caracteres que se usan en la actualidad para codificar caracteres son el código de Baudot, el ASCII (American Standard Code for Information Interchange) y el EBCDIC (Extended-Binary-Coded Decimal Interchange Code).

### 1.3.2 Tipos

En 1962, la Asociación de Industriales Electrónicos EIA, estableció un conjunto de normas, llamada especificaciones RS-232, para tratar de normalizar el equipo de interfaces entre equipos de terminales de datos DTE y equipos de comunicaciones de datos DCE.

En 1969 se publicó la tercera modificación, RS-232C, y quedó como norma hasta 1987 cuando se introdujo la RS-232D. Esta última versión de la interfaz es compatible con la versión C. La diferencia principal entre las dos versiones es la adición de tres circuitos de prueba en la versión D.

Las especificaciones RS-232 identifican la descripción mecánica, eléctrica, funcional y de procedimientos para la interfaz entre el DTE y el DCE. La interfaz RS-232, se parece a las normas combinadas V.28 (especificaciones eléctricas) y V.24 (descripción funcional) del CCITT, y es para transmitir datos en modo serie hasta a 20 kbps, a una distancia aproximada de 15 m (50 pies).

### Interfaz RS-232

La interfaz RS-232 especifica un cable de 25 conductores con un conector compatible con DB25P/DB25S. La figura 1-15 muestra las características eléctricas de esta interfaz. La capacitancia de carga de terminal en este cable se especifica como de 2500 pF, lo cual incluye la capacitancia del cable. La impedancia en el extremo de terminación debe ser de 3000 a 7000  $\Omega$ . Con estas especificaciones eléctricas y para una frecuencia máxima de bits de 20,000 bps, la longitud nominal máxima de la interfaz RS-232 es de unos 15 m (50 pies).

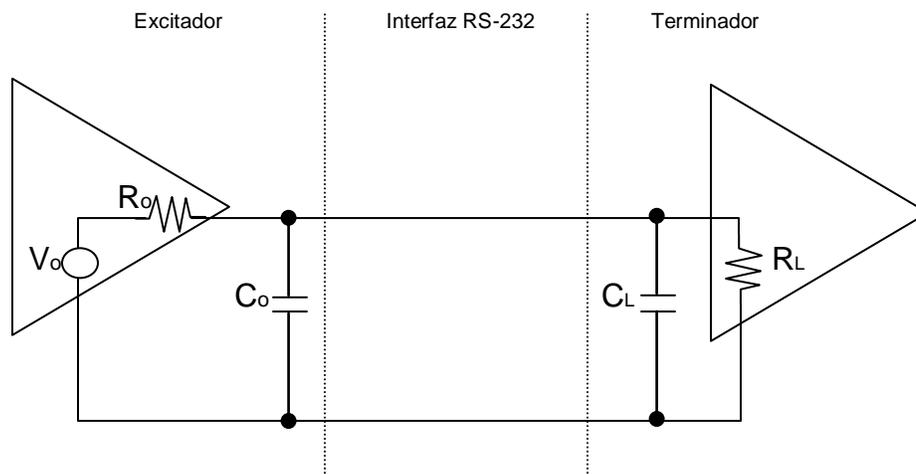


Figura 1-15 Interfaz RS-232

Aunque la interfaz RS-232 no es más que un cable con dos conectores, la norma también especifica limitaciones para los valores de voltaje que pueden mandar o recibir del cable el DTE y el DCE.

En ambos equipos hay circuitos que convierten sus valores lógicos internos a valores RS-232. Por ejemplo, si un DTE usa lógica TTL (transistor-transistor) y se interconecta con un DCE que usa lógica ECL (transistor acoplado por el emisor), no son compatibles. Los circuitos de nivelación del voltaje convierten los valores

## GENERALIDADES

---

internos de voltaje del DTE y del DCE a valores RS-232. Si tanto el DCE como el DTE producen y toman valores RS-232, son compatibles eléctricamente, independientemente de qué familia lógica usen internamente. Un nivelador se llama excitador si produce un voltaje de señal al cable, y un terminador si acepta un voltaje de señal de cable.

La tabla 1-2 muestra los límites de voltaje  $V_{cd}$  para excitadores y terminadores.

	Terminales de datos		Terminales de control	
	1 lógico	0 lógico	Activar "Enc"	Desactivar "Apag"
Excitador	- 5 a - 15	+ 5 a + 15	+ 5 a + 15	- 5 a - 15
Terminador	- 3 a - 25	+ 3 a + 25	+ 3 a + 25	- 3 a - 25

Tabla 1-2 Niveles de voltaje

Nótese que las líneas de datos usan lógica negativa, y que las líneas de control usan lógica positiva. Se pueden ver en la tabla 1-2 que los límites para un excitador son más incluyentes que los de un terminador.

El excitador puede producir cualquier voltaje entre +5V y +15V, o -5V y -15V cd, y un terminador acepta cualquier voltaje entre +3V y +25V, y -3V y -25V cd. La diferencia entre los valores de voltaje entre excitador y terminador se llama margen de ruido. Este margen reduce la susceptibilidad de la interfaz a los transitorios de ruido en el cable. Los voltajes normales que se usan en las señales de datos y de control son  $\pm 7 V_{cd}$  y  $\pm 10 V_{cd}$ .

Las terminales del cable de interfaz RS-232 se clasifican funcionalmente como tierra, datos, control (acuerdo) o de sincronización. Todas las terminales son unidireccionales: las señales solo se propagan del DTE al DCE o viceversa. La tabla 1-3 es una lista de las 25 terminales de la interfaz RS-232, sus normas y la dirección de propagación de la señal, es decir, hacia el DTE o hacia el DCE.

Las especificaciones RS-232 designan a las terminales de tierra, datos, control y sincronización con A, B, C y D, respectivamente. Son descripciones "en clave". Es más práctico y útil usar acrónimos para designarlas, que reflejen sus funciones. La tabla 1-3 es una lista de las designaciones CCITT y EIA, y la nomenclatura que se usa con más frecuencia en los Estados Unidos.

Veinte de las 25 terminales de la interfaz RS-232 se designan con fines o funciones específicas. Las terminales 9, 10, 11 y 18 no están asignadas; la 1 y 7 son tierras; la 2, 3, 14 y 16 son de datos; la 15, 17 y 24 son de sincronización, y todas las demás terminales asignadas se reservan para señales de control o de acuerdo. Hay dos canales de datos duplex disponibles en la interfaz RS-232; uno es para datos primarios (información real).

Las terminales 1 a 8 se usan con módems asíncronos y síncronos. Las terminales 15, 17 y 24 se usan sólo con módems síncronos. Las terminales 12, 13, 14, 16 y 19 sólo se usan cuando el equipo DCE tiene canal secundario. Las terminales 19 y 22 sólo se usan para conexiones telefónicas a discar.

Terminal número	Nomenclatura EIA	Acrónimos comunes	Dirección
1	Tierra de protección (AA)	GWG	DTE a DCE
2	Datos transmitidos (BA)	TD, SD	DCE a DTE
3	Datos recibidos (BB)	RD	DTE a DCE
4	Petición de transmitir (CA)	RS, RTS	DCE a DTE
5	Borrar para transmitir (CB)	CD, CTS	DCE a DTE
6	Conjunto de datos listo (CC)	DSR, MR	DCE a DTE
7	Tierra de señal (AB)	GND	Ninguna
8	Detección de señal recibida en línea (CF)	RLSD, CD	DCE a DTE
9	Sin asignar		
10	Sin asignar		
11	Sin asignar		
12	Detección de señal secundaria recibida en línea (SCF)	SRLSD	DCE a DTE
13	Borrar secundaria para transmitir (SCB)	SCS	DCE a DTE
14	Datos secundarios transmitidos (SBA)	STD	DTE a DCE
15	Sincronización de elemento de la señal de transmisión (DB)	SCT	DCE a DTE
16	Datos secundarios recibidos (SBB)	SRD	DCE a DTE
17	Sincronización de elemento de señal en receptor (DD)	SCR	DCE a DTE
18	Retroalimentación local	LL	DTE a DCE
19	Petición secundaria para transmitir (SCA)	SRS	DTE a DCE
20	Terminal de datos lista (CD)	DTR	DTE a DCE
21	Detector de calidad de señal (CG) o Retroalimentación remota	SQD RL	DCE a DTE DTE a DCE
22	Indicador de timbrado (CE)	RI	DCE a DTE
23	Selección de rapidez de señal de datos (CH)	DSRS	DTE a DCE
24	Sincronización de elemento de señal de transmisión (DA)	SCTE	DTE a DCE
25	Modo de prueba	TM	DCE a DTE

Tabla 1-3 Interfaz RS-232 de 25 pines

El funcionamiento básico de la interfaz RS-232 se ve en la figura 1-16, y su descripción es la siguiente: cuando el DTE tiene datos primarios por mandar, activa la petición de transmitir ( $t=0$ ms). Después de un retardo predeterminado (50 ms), se activa la terminal CS. Durante el retardo de RS a CS, el MODEM produce una portadora analógica que se modula por una secuencia única de bits, llamada secuencia de adiestramiento. Esta secuencia es para analizar la línea de comunicaciones y sincronizar los circuitos de portadora y de recuperación de reloj en el módulo de recepción. Después del retardo RS/CS, se activa TD y el DTE comienza a transmitir datos. Después de que el DTE de recepción detecta una portadora analógica, se activa RD.

## GENERALIDADES

Cuando la transmisión se completa ( $t=150\text{ms}$ ), RS pasa abajo, apagando la portadora analógica y apagando CS.

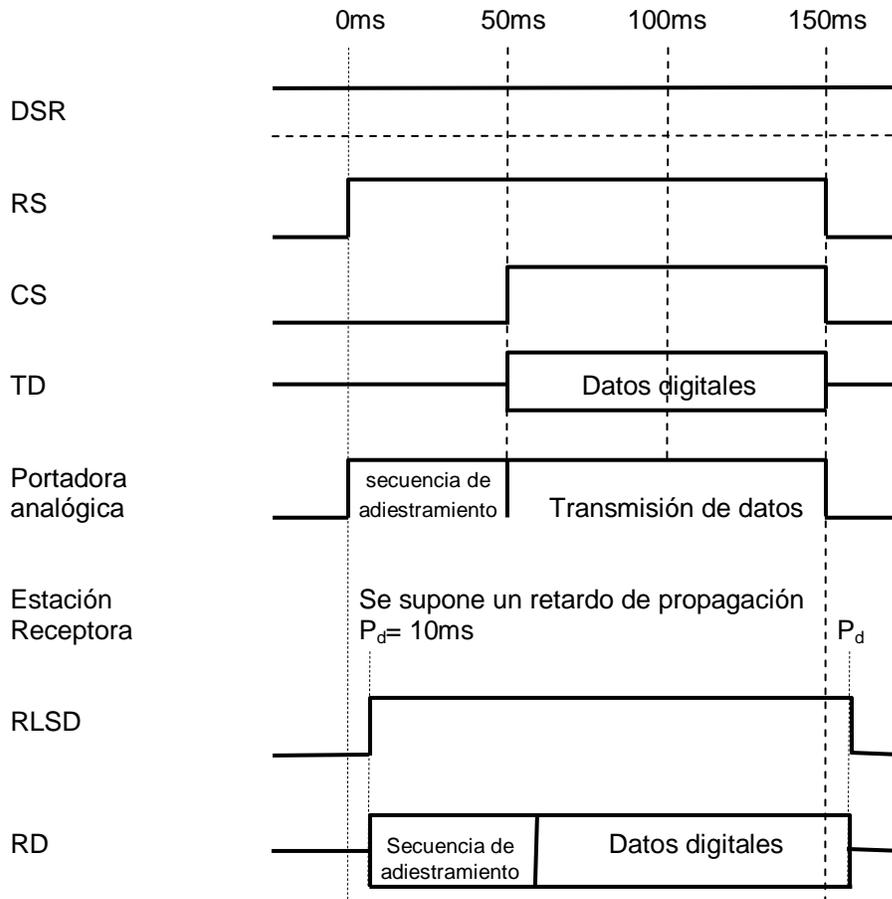


Figura 1-16 Funcionamiento interfaz RS-232

### Interfaz RS-449 y RS-530

Las velocidades actuales de datos han rebasado la capacidad de la interfaz RS-232. Por consiguiente, en 1977 introdujo la EIA la especificación RS-449, con la intención de reemplazar a la RS-232. La interfaz RS-449 usa un conector de 37 terminales que permite tener más funciones, mayores velocidades de transmisión de datos y funcionamiento a mayor distancia. Sin embargo, en industria nunca se adoptó la norma RS-449, que llegó y se fue casi sin que la notara la mayor parte de la industria de comunicaciones de datos. En consecuencia, en 1987, la EIA introdujo la norma RS-530, que pretendía trabajar velocidades de datos de 20 kbps a 2 Mbps, con el mismo conector DB-25 de 25 terminales que usaba la interfaz RS-232. La tabla 1-4 describe las 25 terminales de la interfaz RS-530, y sus designaciones.

Nombre de la Señal	Número(s) de terminal
Blindaje	1
Datos transmitidos <sup>a</sup>	2, 14
Datos Recibidos <sup>a</sup>	3, 16
Petición de transmitir <sup>a</sup>	4, 19
Borrar para transmitir <sup>a</sup>	5, 13
Listo DCE <sup>a</sup>	6, 22
Listo DTE <sup>a</sup>	20, 23
Tierra señal	7
Detección de señal recibida en línea <sup>a</sup>	8, 10
Sincronización de elemento de señal de transmisión (fuente DCE) <sup>a</sup>	15, 12
Sincronización de elemento de señal en receptor (fuente DCE) <sup>a</sup>	17, 9
Retroalimentación local <sup>b</sup>	18
Retroalimentación remota <sup>b</sup>	21
Sincronización de elemento de señal de transmisión (fuente DTE) <sup>a</sup>	24, 11
Modo de prueba <sup>b</sup>	25

a Circuitos de categoría I (RS-422A)  
 b Circuitos de categoría II (RS-423A)

Tabla 1-4 Señales en las terminales

Sin embargo, la norma RS-530 no incluyó especificaciones eléctricas. En lugar de ello, las que se usan en RS-530 están especificadas por una de las normas RS-422A o RS-423A. La norma RS-442A especifica un cable de interfaz balanceado que funciona a frecuencias de bits hasta de 10 Mbps, y con longitudes hasta de 1200 m. Sin embargo, eso no quiere decir que se puedan transmitir 10 Mbps a 1200 m. A 10 Mbps, la distancia máxima aproximada son unos 15 m, y 1200 m es la máxima distancia a la que se puede transmitir con 90 kbps. La norma RS-423A especifica un cable de interfaz no balanceado que funciona a una rapidez máxima de línea de 100 kbps, y a 90 m de distancia máxima.

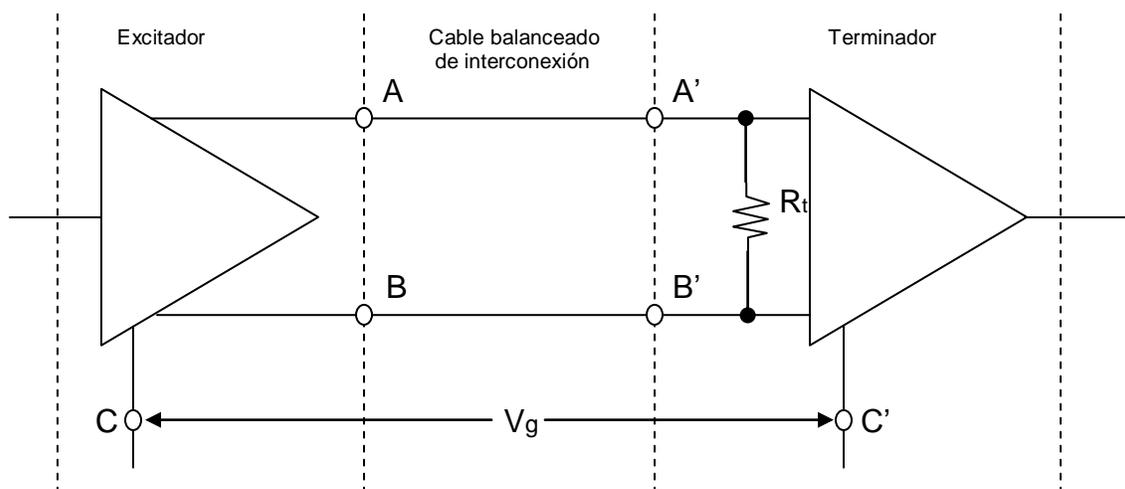


Figura 1-17 Circuito de interfaz balanceado

La figura 1-17 muestra el circuito de interfaz digital balanceada para la RS-422;  $R_t$  resistencia opcional de terminación de cable,  $V_g$  diferencia de potencial con tierra, A y B puntos de interfaz del excitador, A' y B' punto de interfaz de terminador, C tierra de circuito excitador, C' tierra de circuito terminador, A-B salida balanceada de excitador, A'-B' entrada balanceada al terminador.

En la figura 1-18 se ve el circuito de interfaz digital desbalanceado para la RS-423A. A y C interfaz del excitador, A' y B' interfaz del terminador,  $V_g$  diferencia de potencial con tierra, C tierra de circuito excitador, C' tierra del circuito terminador.

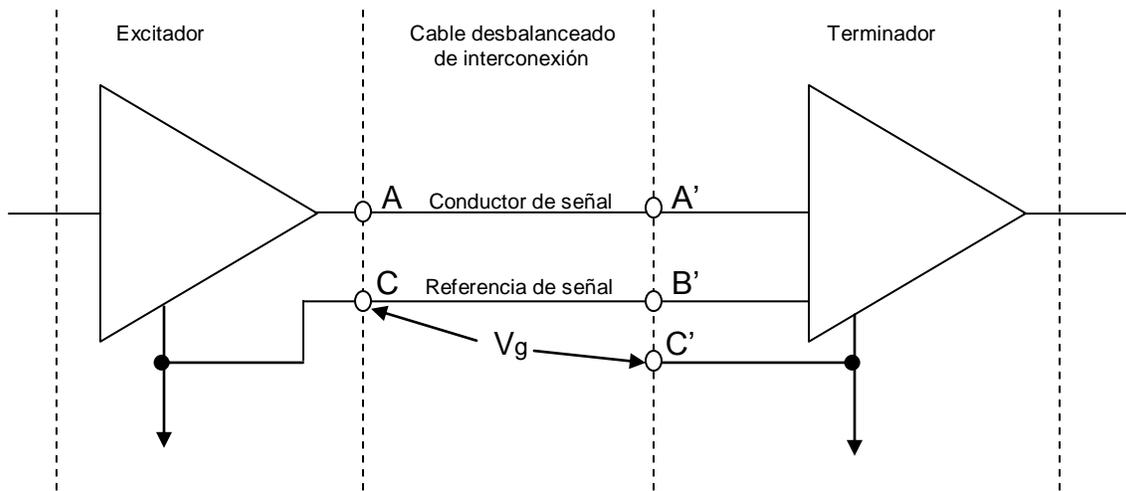
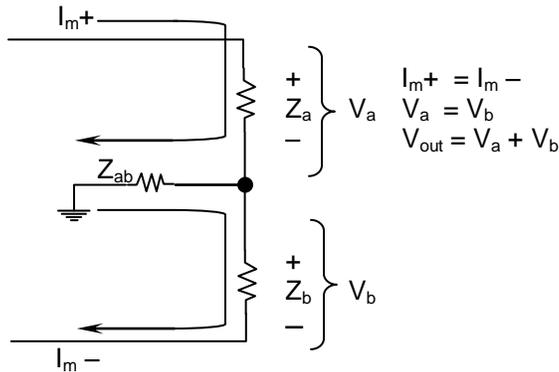


Figura 1-18 Circuito de interfaz desbalanceado

Una interfaz balanceada, como la RS-422A, transfiere información a una línea de transmisión balanceada. Con una de éstas, ambos conductores conducen corriente, pero esa corriente pasa en direcciones contrarias a los dos hilos. Con una línea bidireccional desbalanceada, un conductor está al potencial de tierra y las corrientes en los dos conductores pueden ser distintas. Las corrientes que van en direcciones contrarias en un par balanceado de conductores se llaman corrientes de circuito metálico. Las corrientes que van en la misma dirección se llaman corrientes longitudinales. Un par balanceado tiene la ventaja de que la mayor parte de la interferencia de ruido se induce por igual en ambos hilos y se producen corrientes longitudinales que se cancelan en la carga.

La figura 1-19 muestra los resultados de las corrientes metálicas y longitudinales de una línea de transmisión balanceada. Se puede ver que las corrientes longitudinales (se producen casi siempre por interferencia estática) se cancelan a la carga. Las líneas de transmisión balanceadas se pueden conectar con cargas desbalanceadas, y viceversa, con transformadores especiales llamados transformadores de tipo simétrico-asimétrico, o balunes (de balanced-to-unbalanced).

Corrientes Metálicas debidas a voltajes de señal



Corrientes Metálicas debidas a voltajes de señal

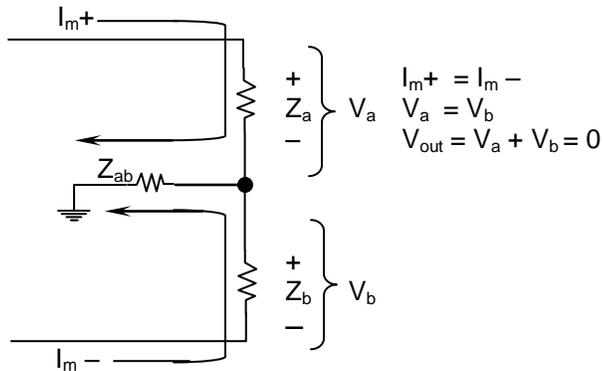


Figura 1-19 Corrientes en una línea balanceada

Las normas RS-232 y RS-530 contienen especificaciones para responder llamadas, pero no para marcarlas. La EIA tiene una norma distinta, la RS-366 para las unidades de llamada automática. El uso principal de la RS-366 es respaldar el mercado de los circuitos de datos por línea privada y para marcado automático de terminales remotas.

### Interfaces paralelas

Las interfaces paralelas transfieren datos entre dos dispositivos, con ocho o más bits al mismo tiempo. Esto es, toda una palabra de datos se transmite y se recibe al mismo tiempo, en contraste con bit por bit en las interfaces en modo serie. A veces, la transmisión en paralelo, se llama en serie a nivel de palabra. Una ventaja obvia de la transmisión en paralelo es que los datos se transmiten con mucha mayor rapidez que con la transmisión serie. Eso, naturalmente, es porque hay una ruta de transmisión para cada bit de la palabra. Por ejemplo, un sistema que use palabras de ocho bits tendría ocho canales separados de comunicación entre el transmisor y el receptor.

## GENERALIDADES

Otra ventaja de la transmisión en paralelo es que la mayoría de las terminales de computadora y equipos periféricos procesan internamente los datos en paralelo. Por consiguiente, con las interfases paralelas no hay necesidad de convertir datos de paralelo a serie y viceversa. Una desventaja de la transmisión en paralelo es el mayor costo de las líneas de transmisión, en especial cuando las distancias entre el transmisor y el receptor son grandes. Por consiguiente las interfaces paralelas se suelen usar para transferir datos entre dos o más dispositivos cercanos entre sí, como por ejemplo una computadora y una impresora.

### Interfaz paralela Centronics

Fue diseñada originalmente para transferir datos de una microcomputadora a una impresora. Centronics diseño impresoras especiales para computadoras personales. Antes, la mayoría de las impresoras usaban circuitos de 20 mA para interfaces RS-232. Centronics simplifico la interfaz, diseñando una que aceptaba datos en el mismo formato que el usado internamente por la mayoría de las computadoras; palabras de ocho bits transferidas en paralelo con lógica TTL.

Terminal número	Terminal retorno	Señal	Abreviatura	Activo	Tipo	A dirección
1	19	Estrobo	STB	Bajo	Control	A la impresora
2	20	Bit 0 de datos	d <sub>0</sub>		Datos	A la impresora
3	21	Bit 1 de datos	d <sub>1</sub>		Datos	A la impresora
4	22	Bit 2 de datos	d <sub>2</sub>		Datos	A la impresora
5	23	Bit 3 de datos	d <sub>3</sub>		Datos	A la impresora
6	24	Bit 4 de datos	d <sub>4</sub>		Datos	A la impresora
7	25	Bit 5 de datos	d <sub>5</sub>		Datos	A la impresora
8	26	Bit 6 de datos	d <sub>6</sub>		Datos	A la impresora
9	27	Bit 7 de datos	d <sub>7</sub>		Datos	A la impresora
10	28	Reconocimiento	ACK	Bajo	Estado	A la computadora
11	29	Ocupado	BUSY	Alto	Estado	A la computadora
12		Sin papel	PO	Alto	Estado	A la computadora
13		Seleccionar	SLCT	Alto	Estado	A la computadora
14		Alimentación automática	AF	Bajo	Control	A la impresora
15		No se usa	---	---	---	---
16		Tierra de señal	SG	---	---	---
17		Tierras de Chasis	FG	---	---	---
18		+ 5 V	---	---	---	---
31	30	Inicializar	PRIME	Bajo	Control	A la impresora
32		Error	ERROR	Bajo	Estado	A la computadora
33		Tierra de señal	SG	---	---	---
34		No se usa	---	---	---	---
35		No se usa	---	---	---	---
36		Seleccionar	SLCTIN	Bajo	Control	A la impresora

Tabla 1-5 Terminales y señales en la interfaz paralela Centronics

La interfaz Centronics usa un conector DB-25 en la computadora, y se omiten varias de las líneas de la interfaz. La tabla 1-5 muestra las asignaciones, nombres, abreviaturas, condiciones activas, tipos y direcciones de propagación de señales en las terminales de la interfaz Centronics de impresoras. Las terminales se dividen en tres categorías: datos, control y estado. Todas las líneas de datos, y varias de las líneas de control y de estado, tienen líneas de regreso exclusivas. Además, hay varias terminales de tierra y una línea de +5V cd.

La figura 1-20 muestra como se interconectan las líneas de datos, control y estado, entre una computadora y una impresora mediante la interfaz paralela Centronics.

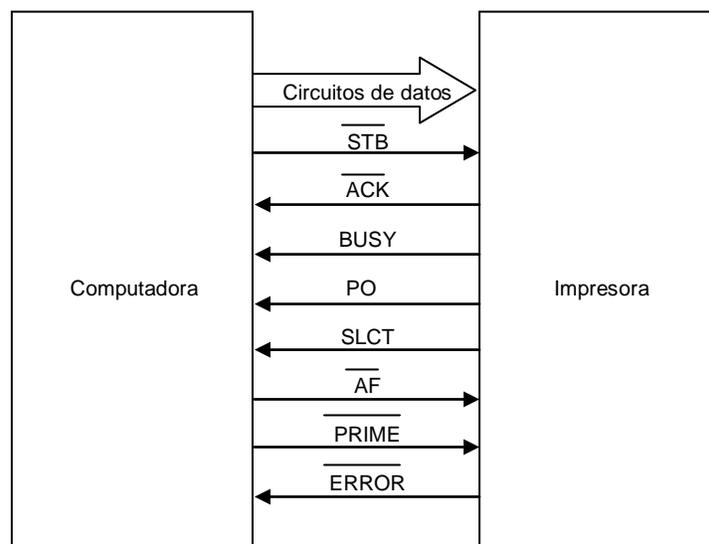


Figura 1-20 Interfaz paralela

## 1.4 Antenas

Una antena es un sistema conductor metálico capaz de radiar y capturar ondas electromagnéticas. Y su función principal es para conectar las líneas de transmisión con el espacio libre, el espacio libre a líneas de transmisión, o ambas cosas.

### 1.4.1 Operación

Una línea de transmisión acopla la energía de un transmisor o de un receptor con una antena, que a su vez acopla la energía con la atmósfera terrestre, y de la atmósfera terrestre a una línea de transmisión. En el extremo transmisor de un sistema de radiocomunicaciones con el espacio libre, una antena convierte la

## GENERALIDADES

energía eléctrica que viaja por una línea de transmisión en ondas electromagnéticas en el espacio en energía eléctrica en una línea de transmisión.

Una guía de ondas es un tipo especial de línea de transmisión formado por un tubo metálico conductor, a través del cual se propaga energía electromagnética. Una (o un) guía de ondas se usa para interconectar en forma eficiente ondas electromagnéticas entre una antena y un transceptor.

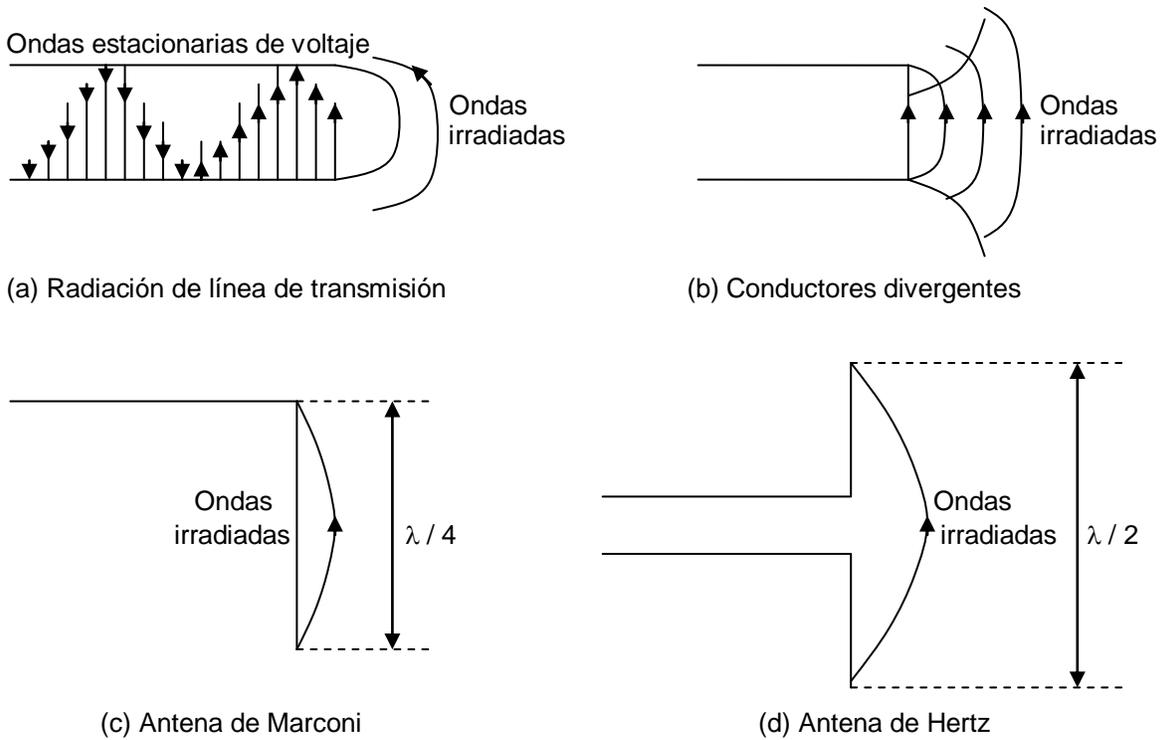


Figura 1-21 Ondas estacionarias

El funcionamiento básico de una antena se comprende mejor con referencia en las ilustraciones de ondas estacionarias en una línea de transmisión, figura 1-21a. La línea de transmisión termina en un circuito abierto, que representa una discontinuidad abrupta para la onda incidente de voltaje y tiene forma de una inversión de fase. La inversión de fase hace que se irradie algo de voltaje incidente, sin reflejarse hacia la fuente. La energía radiada se propaga alejándose de la antena, en forma de ondas electromagnéticas transversales.

La eficiencia de irradiación de una línea de transmisión abierta es extremadamente baja. Es la relación de la energía irradiada entre la energía reflejada. Para irradiar más energía tan solo se apartan entre sí los conductores. A la antena obtenida así se le llama un dipolo (quiere decir dos polos), y se ve en la figura 1-21b.

En la figura 1-21c, los conductores se apartan en una línea recta a la distancia de un cuarto de onda. Esa antena se llama antena de cuarto de onda o monopolo vertical (a veces se le llama antena de Marconi). Un dipolo de media onda se llama antena de Hertz, y se ve en la figura 1-21d.

En las radiocomunicaciones, los transmisores están conectados a los receptores a través de líneas de transmisión, antenas y el espacio libre. Las ondas electromagnéticas se acoplan desde las antenas transmisoras a las receptoras, a través del espacio libre en una forma parecida a cuando la energía se acopla del primario al secundario de un transformador. Sin embargo, con las antenas el grado de acoplamiento es mucho menor que en un transformador, e interviene una onda electromagnética y no solo magnética. Un sistema de acoplamiento con antena se puede representar con una red de cuatro terminales como la figura 1-22a. La energía electromagnética se debe transferir de la antena transmisora a un espacio libre y después desde el espacio libre a una antena receptora. La figura. 1-22b muestra el circuito equivalente de una antena transmisora, y la figura. 1-22c muestra el circuito equivalente para una antena receptora.

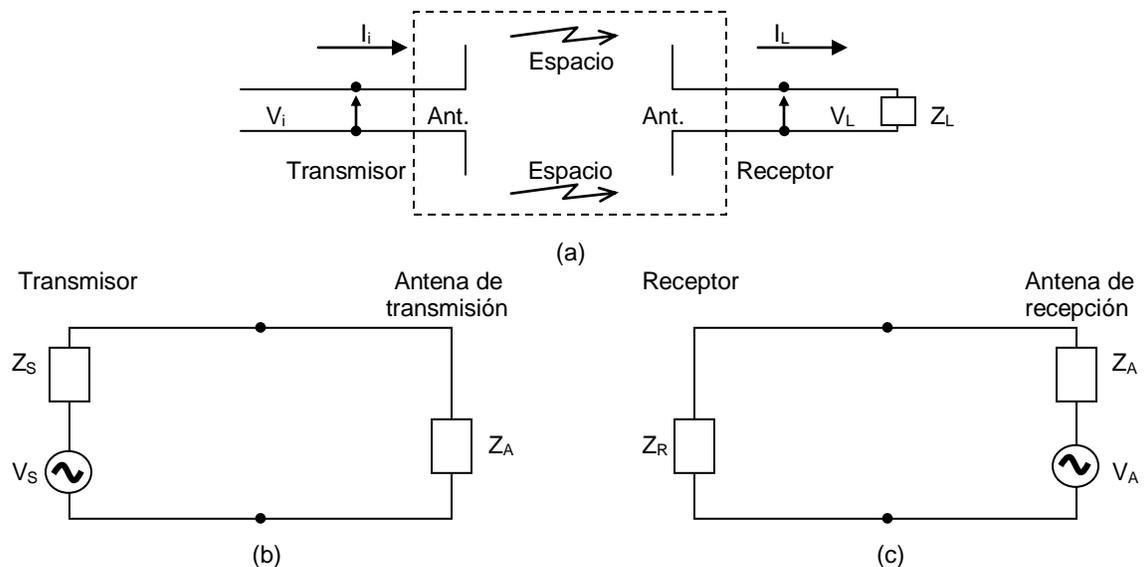


Figura 1-22 Red de 4 terminales

Una antena básica es un dispositivo recíproco pasivo; pasivo porque en realidad no puede amplificar una señal, al menos no el sentido verdadero de la palabra. Sin embargo una antena puede tener ganancia. Una antena es un dispositivo recíproco porque las características y el desempeño de transmisión y de recepción son idénticas, como la ganancia, directividad, frecuencia de operación, ancho de banda, resistencia de radiación, eficiencia, etc.

Las antenas de transmisión deben poder manejar potencias grandes y, en consecuencia deben ser de materiales que soporten altos voltajes y grandes

potencias, como por ejemplo, de tubo metálico. Por otra parte, las antenas de recepción producen voltajes y corrientes muy pequeñas y se pueden hacer con alambre de diámetro pequeño. Sin embargo, en muchos sistemas de radio comunicación, se usa la misma antena para transmitir y para recibir. En estos casos, la antena debe ser de materiales robustos.

Si se usa una antena para transmitir y para recibir debe existir un medio para evitar que las señales de transmisión, que son de gran potencia, se acoplen hacia el receptor, que es relativamente sensible. Para dirigir las señales de transmisión y de recepción se puede usar un elemento especial llamado diplexor, así como para proporcionarles el aislamiento necesario.

Las antenas normales no tienen componentes activos (diodos, transistores, FET, etc.); por lo mismo son pasivas y reciprocas. En la práctica, una antena activa no existe. Lo que se suele llamar antena activa es en realidad la combinación de una antena pasiva y un amplificador de bajo ruido (LNA, de low-noise amplifier). Las antenas activas no son reciprocas, es decir, transmiten o reciben, pero no ambas cosas. Es importante hacer notar que las antenas activas y las pasivas introducen pérdidas de potencia, independientemente de si se usan para transmitir o para recibir señales.

### Sistema de coordenadas de la antena

Las características direccionales de una onda electromagnética, irradiada o recibida por una antena, se describen en general en términos de coordenadas esféricas, como se ve en la figura. 1-23. Si la antena está colocada en el centro de la esfera, y la distancia a cualquier punto en la superficie de la esfera se puede definir con respecto a la antena, mediante el radio de la esfera  $d$  y los ángulos  $\theta$  y  $\phi$ . El plano  $xy$  de la figura se llama plano ecuatorial, y cualquier plano que forma ángulo recto con él se llama plano meridiano.

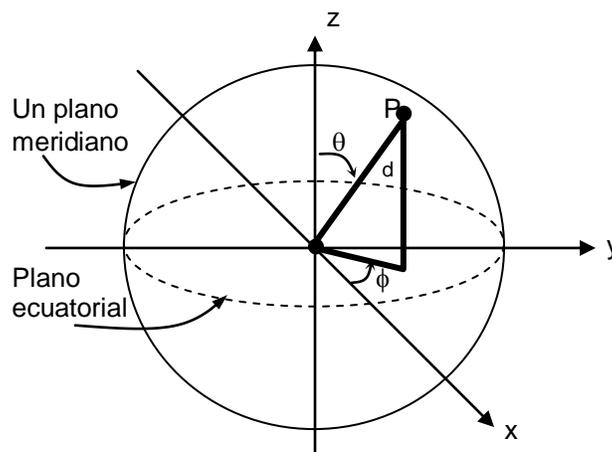


Figura 1-23 Coordenadas de la antena

## Diagrama de radiación

Un diagrama de radiación es un diagrama o grafica polar que representa intensidades de campo o densidades de potencia en diversas posiciones angulares en relación con una antena. Si la gráfica de radiación se traza en términos de intensidad del campo eléctrico (E) o de densidad de potencia (P) se llama grafica de radiación absoluta (es decir, distancia variable y potencia fija). Si se grafica intensidad de campo o densidad de potencia con respecto al valor en algún punto de referencia, se llama grafica de radiación relativa (es decir, potencia variable, distancia fija).

La figura. 1-24 muestra una grafica de radiación absoluta para aun antena no especificada. La gráfica se traza en papel de coordenadas polares, y la línea gruesa representa puntos de igual densidad de potencia ( $10\mu\text{W}/\text{m}^2$ ). Los gradientes circulares indican la distancia en incrementos de 2 Km. Se puede ver que la radiación máxima forma  $90^\circ$  con la referencia. La densidad de potencia a 10 Km de la antena, en una dirección de  $90^\circ$  es  $10\mu\text{W}/\text{m}^2$ . En una dirección a  $45^\circ$ , el punto de igual densidad esta a 5 Km de la antena; a  $180^\circ$ , solo a 4 Km, y en dirección de  $-90^\circ$ , esencialmente no hay radiación.

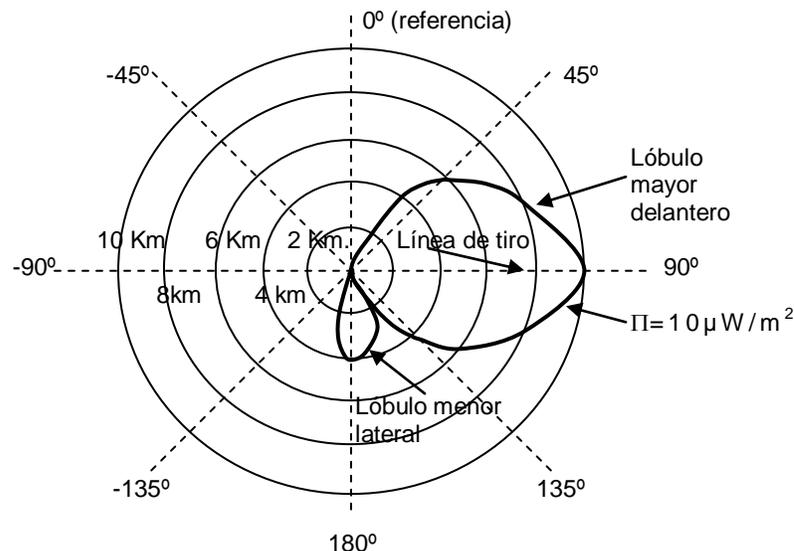


Figura 1-24 Diagrama de radiación absoluta

En la figura. 1-24, el haz primario está en la dirección de  $90^\circ$ , y se llama lóbulo mayor o principal. Puede haber más de un lóbulo mayor. También hay un haz secundario, o lóbulo menor en dirección de  $-180^\circ$ . Como el lóbulo mayor se propaga y recibe la mayor cantidad de energía, ese lóbulo se llama lóbulo frontal (el frente de la antena). Los lóbulos adyacentes al frontal llaman lóbulos laterales (el lóbulo menor de  $180^\circ$  es un lóbulo lateral) y los lóbulos cuya dirección es exactamente opuesta al lóbulo frontal son lóbulos traseros.

## GENERALIDADES

La relación de la potencia del lóbulo frontal a la del lóbulo trasero se llama simplemente eficiencia direccional, y la relación de lóbulo frontal a un lóbulo lateral se llama relación frontal a lateral. La línea que bisecta al lóbulo mayor, o que apunta desde el centro de la antena con dirección de radiación máxima se llama línea de tiro, o a veces punto de tiro.

La figura. 1-25 muestra una gráfica de radiación relativa para una antena no especificada. La línea gruesa representa puntos a igual distancias de la antena (10 Km), y los gradientes circulares indican densidad de potencia en divisiones de  $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ . Se ve que la radiación máxima ( $5 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ) está en la dirección de la referencia ( $0^\circ$ ), y que la antena irradia la menor potencia la menor potencia ( $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ) a  $180^\circ$  de la referencia. En consecuencia, la eficiencia direccional es  $5:1 = 5$ . En general, la intensidad relativa de campo y la densidad de potencia se grafican en decibelios (dB), siendo  $\text{dB} = 20 \log (E/E_{\text{max}})$  o bien  $10 \log (P/P_{\text{max}})$ .

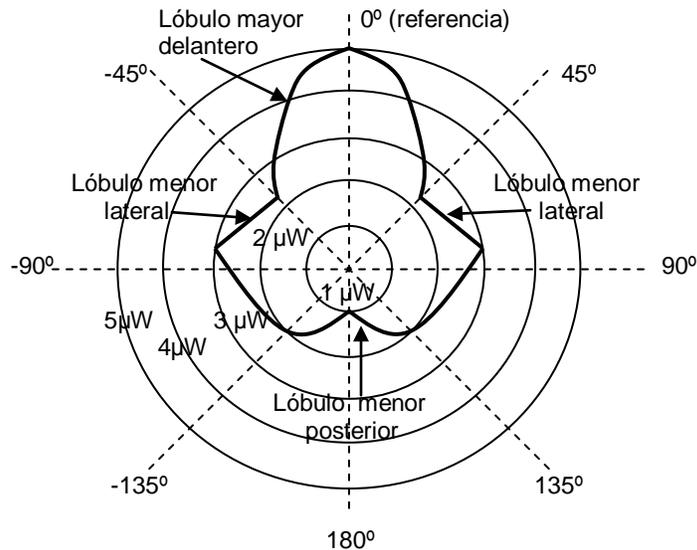


Figura 1-25 Radiación relativa

La figura. 1-26 muestra una gráfica de radiación relativa con la densidad de potencia de decibelios. En direcciones a  $\pm 45^\circ$  de la referencia, la densidad de potencia es  $-3\text{dB}$  (mitad de potencia) en relación con la densidad de potencia en la dirección de radiación máxima ( $0^\circ$ ).

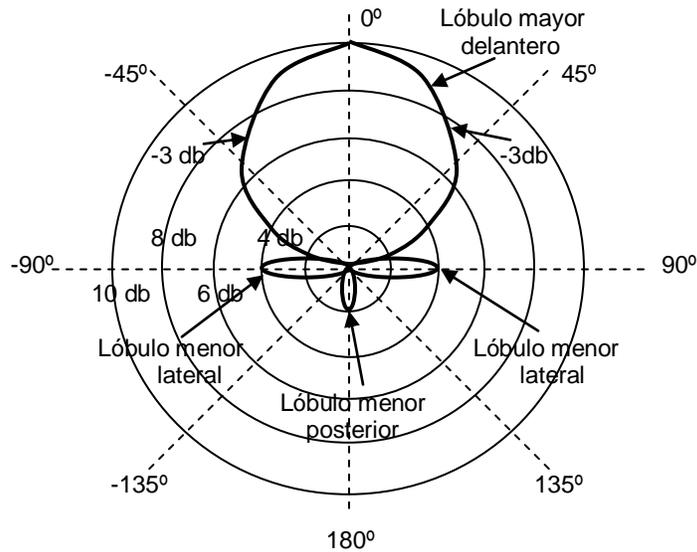


Figura 1-26 Radiación relativa con densidad de potencia

La figura. 1-27 muestra la gráfica de radiación para una antena omnidireccional. Una antena omnidireccional, o isotrópica, irradia energía en todas direcciones por igual y, en consecuencia, la grafica de radiación es un círculo (en realidad, una esfera). También, con una antena omnidireccional no hay lóbulos frontales, traseros o laterales, porque la radiación es igual en todas direcciones.

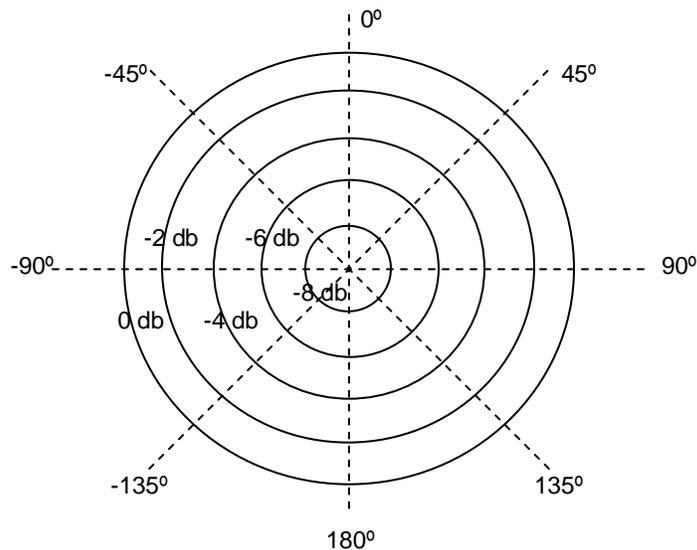


Figura 1-27 Radiación relativa isotrópica

## GENERALIDADES

---

Las 4 graficas de radiación (figuras 1-24, 1-25, 1-26 y 1-27) son bidimensionales. Sin embargo, la radiación de una antena es en realidad tridimensional. Las gráficas de radiación se toman tanto en el plano horizontal (vista superior) como los verticales (vista lateral). Para la antena omnidireccional de la figura. 1-27, las gráficas de radiación en los planos horizontal y vertical son circulares e iguales, porque la gráfica real de radiación para un radiador isotrópico es una esfera.

Un radiador isotropito verdadero irradia potencia a una tasa constante y uniformemente en todas direcciones. Una antena isotropica ideal también irradia toda la potencia que se le suministra. No existen los radiadores isotrópicos y, sin embargo, se usan en descripciones y comparaciones analíticas.

### Campos cercano y lejano

El termino campo cercano se refiere a la gráfica de radiación cerca de una antena, y el termino campo lejano indica una gráfica de radiación a gran distancia. Durante medio ciclo, se irradia potencia desde una antena, donde algo de la potencia se almacena en forma temporal en el campo cercano. Durante el siguiente medio ciclo, la potencia en el campo cercano regresa a la antena. Esta acción se parece a la forma en la que un inductor almacena y libera energía. En consecuencia el campo cercano se llama a veces campo de inducción. La potencia que llega al campo lejano continua irradiándose y alejándose, y nunca regresa a la antena. En consecuencia, a veces el campo lejano se llama campo de irradiación. La potencia irradiada suele ser la más importante de las dos y, en consecuencia, las graficas de radiación son para el campo lejano. El campo cercano se define como la zona dentro de una distancia  $D^2/\lambda$  de la antena, siendo  $\lambda$  la longitud de onda y  $D$  el diámetro de la antena, en las mismas unidades.

### Resistencia de radiación

No toda la potencia que se suministra a una antena se irradia. Algo de ella se convierte en calor y se disipa. La resistencia de radiación es un poco “irreal”, porque no se puede medir en forma directa. La resistencia de radiación es una resistencia de antena a la corriente alterna, y es igual a la relación de la potencia irradiada por la antena entre el cuadrado de la corriente en su punto de alimentación. La ecuación que define resistencia de radiación es:

$$R_r = \frac{P_{rad}}{i^2}$$

en donde  $R_r$  = resistencia de radiación (ohms)

$P_{rad}$  = potencia irradiada por la antena (watts)

$i$  = corriente en el punto de alimentación de la antena (amperes)

La resistencia de radiación es aquella que si reemplazara la antena disiparía exactamente la misma potencia que la que irradia la antena, tal como se define en la ecuación anterior, es una cantidad ficticia en cierto sentido, porque se refiere a un punto arbitrario de la antena, que tendría distintos valores de corriente para distintos puntos de referencia. Sin embargo, se acostumbra referir la resistencia de radiación al punto de máxima corriente, o a veces a la corriente en el punto de alimentación, aunque en muchos casos los dos puntos son el mismo. Cuando se refiere al punto de corriente máxima, la resistencia de radiación se llama a veces resistencia de radiación de lazo, o resistencia de radiación de antinodo, porque un máximo de corriente también es un antinodo de corriente.

La resistencia de radiación no siempre se mide con facilidad. Es concepto útil sólo cuando se puede medir con facilidad, y no tiene significado en antenas en las que no hay un valor bien definido que pueda tomar como referencia.

La eficiencia de la antena es la relación de la potencia irradiada por ella entre la suma de la potencia irradiada y la potencia disipada, o la relación de la potencia irradiada por la antena entre la potencia total de entrada. La ecuación de definición es

$$\eta = \frac{P_{rad}}{P_{ent}} \times 100$$

donde  $\eta$  = Eficiencia de la antena (porcentaje)  
 $P_{rad}$  = potencia irradiada (watts)  
 $P_{ent}$  = potencia de entrada (watts)

O bien

$$\eta = \frac{P_{rad}}{P_{rad} + P_d} \times 100$$

donde  $P_{rad}$  = Potencia irradiada por la antena (watts)  
 $P_d$  = Potencia disipada en la antena (watts)

La figura. 1-28 muestra un circuito eléctrico simplificado y equivalente a una antena. Algo de la potencia de entrada se disipa en la resistencia efectiva (del suelo, corona, dieléctricos imperfectos, corrientes parásitas, etc.), y el resto se irradia. La potencia total de la antena es la suma de las potencias disipada e irradiada. En consecuencia, en términos de resistencia y de corriente, la eficiencia de la antena es

$$\eta = \frac{i^2 R_r}{i^2 (R_r + R_e)} = \frac{R_r}{R_r + R_e}$$

- en donde
- $\eta$  = Eficiencia de la antena
  - $i$  = Corriente de la antena (amperes)
  - $R_r$  = Resistencia de radiación (ohms)
  - $R_e$  = Resistencia efectiva de la antena (ohms)

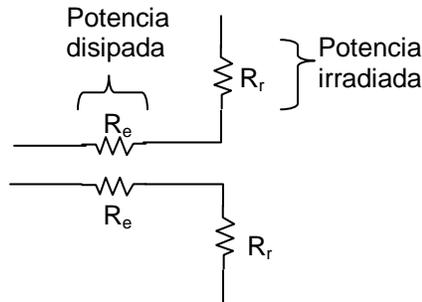


Figura 1-28 Circuito simplificado de la antena

### 1.4.2 Tipos Básicos

#### Doblete elemental

El tipo más sencillo de antena es el doblete elemental. Es un dipolo eléctricamente corto, y con frecuencia se llama dipolo corto, dipolo elemental o dipolo hertziano. Eléctricamente corto quiere decir que es corto en comparación con media longitud de onda, pero no necesariamente onda de corriente uniforme; en general, cualquier dipolo menor que un décimo de longitud de onda se considera eléctricamente corto. En realidad, no se puede obtener un doblete elemental; sin embargo, el concepto de dipolo corto es útil para comprender las antenas más prácticas.

Un doblete elemental tiene corriente uniforme en toda su longitud. Sin embargo, se supone que la corriente varía en forma senoidal en función del tiempo, y que en cualquier instante es:

$$i(t) = I \text{sen}(2\pi ft + \theta)$$

- siendo
- $i(t)$  = Corriente instantánea (amperes)
  - $I$  = Amplitud máxima de la corriente de RF (amperes)
  - $f$  = Frecuencia (hertz)
  - $t$  = Tiempo instantáneo (segundos)
  - $\theta$  = Angulo de fase (radianes)

Se puede demostrar, mediante las ecuaciones de Maxwell, que el campo lejano de radiación es:

$$E = \frac{60\pi I l \text{ sen } \phi}{\lambda R}$$

en donde

- E = Intensidad del campo eléctrico (volts por metro)
- I = Corriente del dipolo (amperes rms)
- l = Longitud de uno a otro extremo del dipolo (metros)
- R = Distancia al dipolo (metros)
- t = Longitud de onda (metros)
- $\phi$  = Ángulo que forma el eje de la antena con la dirección de radiación, que se indica en la figura. 1-29.

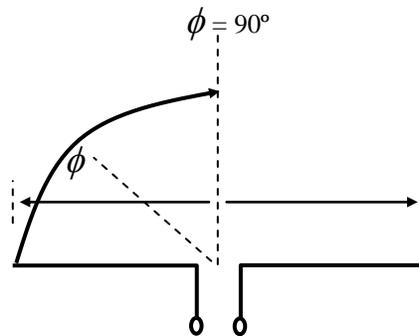


Figura 1-29 Ángulo de radiación

Al graficar la ecuación se obtiene la figura de intensidad relativa del campo eléctrico para un dipolo elemental, que se ve en la figura. 1-30.

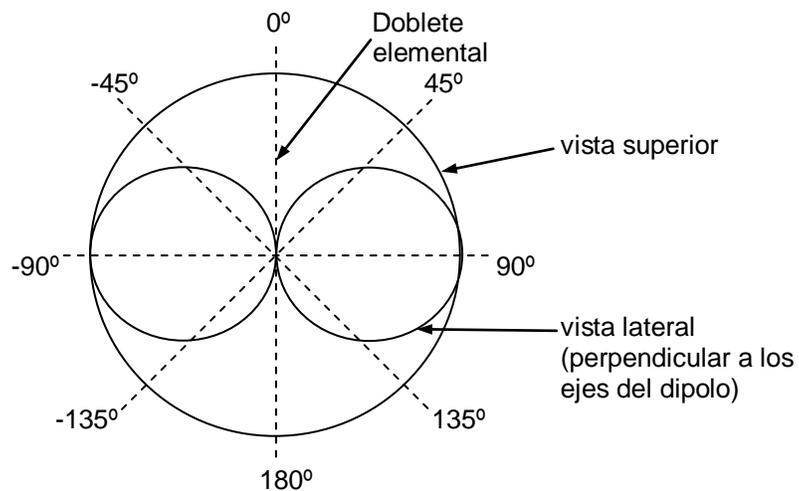


Figura 1-30 Intensidad relativa del campo eléctrico

## GENERALIDADES

---

Se aprecia que la radiación es máxima en ángulo recto con el dipolo, y baja a cero en los extremos.

La gráfica de densidad de potencia relativa se puede deducir con la ecuación de área de captura:

$$A_c = \frac{A_r \lambda^2}{4\pi}$$

sustituyendo  $P = E^2/120T$  Entonces el resultado es:

$$P = \frac{30\pi I^2 l^2 \text{sen}^2 \phi}{\lambda^2 R^2}$$

### Dipolo de media onda

El dipolo lineal de media onda es una clase de antena entre las más usadas para frecuencias mayores de 2 MHz. A frecuencias menores que 2 MHz, la longitud física de una antena de media onda la hace prohibitiva. Al dipolo de media onda se le llama en general antena de Hertz, en honor de Heinrich Hertz, quien fue el primero en demostrar la existencia de las ondas electromagnéticas.

Una antena de Hertz es una antena resonante. Esto es, tiene un múltiplo de cuartos de longitud de onda de largo, y tiene circuito abierto en los extremos lejanos. A lo largo de una antena resonante se desarrollan ondas estacionarias de voltaje y corriente. La figura. 1-31 muestra las distribuciones idealizadas de corriente y voltaje a lo largo de un dipolo de media onda. Cada polo de la antena se ve como si fuera un tramo de línea de transmisión de cuarto de onda. Por lo mismo, hay un máximo de voltaje y un mínimo de corriente en los extremos, y un mínimo de voltaje y máximo de corriente en la parte media. En consecuencia, suponiendo que el punto de alimentación está en el centro de la antena, la impedancia de entrada es  $E_{\text{min}}/I_{\text{min}}$ , y tiene valor mínimo.

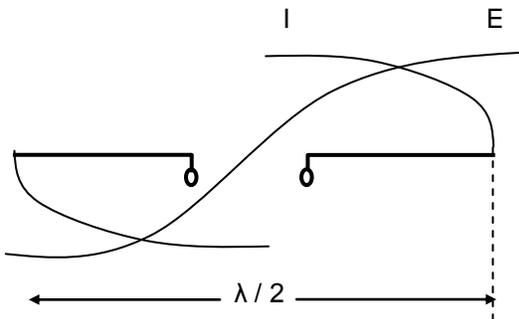


Figura 1-31 Distribución de la corriente I y voltaje E

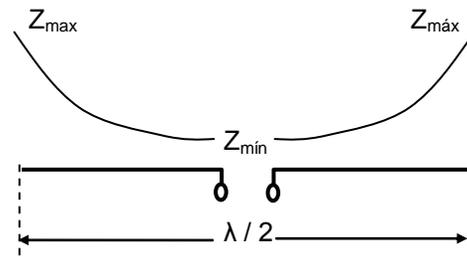


Figura 1-32 Curva de impedancia

La figura. 1-32 muestra la curva de impedancia en un dipolo de media onda alimentado en el centro. La impedancia varía desde un valor máximo en los extremos, de aproximadamente  $2500\Omega$ , hasta un mínimo en el punto de alimentación, de unos  $73\Omega$  de los cuales, entre  $68\Omega$  y  $70\Omega$  es la resistencia de radiación.

Para una antena ideal, la eficiencia es de 100%, la directividad es igual a la ganancia de potencia y la resistencia de radiación es igual a la impedancia de entrada ( $73\Omega$ ), así que:

$$D = A = \frac{120}{\text{resistencia de radiación}}$$

$$D = A = \frac{120}{73} = 1.64$$

y la directividad en términos de decibeles es

$$D = 10 \log 1.64 = 2.16 \text{ dB}$$

Un radiador de alambre, como un dipolo de media onda, se puede concebir como una cantidad infinita de dobletes elementales lado a lado. En consecuencia, la pauta de radiación se puede obtener integrando la ecuación de campo lejano de radiación sobre la longitud de la antena. La pauta de radiación de un dipolo de media onda en el espacio libre depende de si la antena se pone en dirección horizontal o vertical con respecto a la superficie terrestre.

La figura. 1-33a muestra la pauta de radiación de un dipolo de media onda montado verticalmente, visto de canto. Los lóbulos circulares solo se obtienen en el caso ideal, cuando la corriente es constante en toda la longitud de la antena, lo cual es inalcanzable en una antena práctica.

La figura. 1-33b muestra el corte transversal. La pauta de radiación tiene forma de ocho. La radiación máxima esta en un plano paralelo a la superficie terrestre. Mientras mayor es el ángulo de elevación, la radiación es menor y para  $90^\circ$  no hay radiación.

La figura. 1-33c muestra la vista superior de la pauta de radiación. La forma es circular porque la radiación es uniforme en todas las direcciones perpendiculares a la antena.

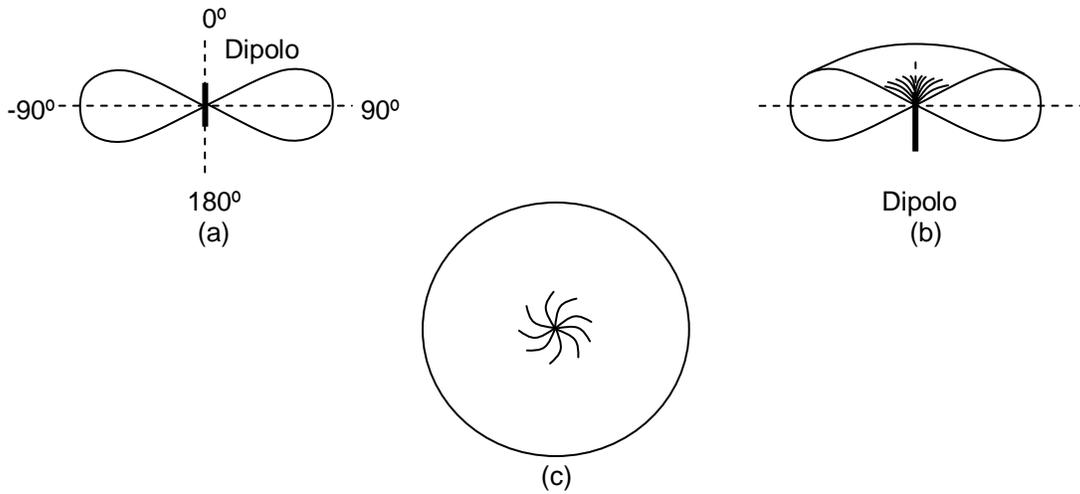


Figura 1-33 Pauta de radiación

Efecto del terreno sobre un dipolo de media onda.

Las pautas de radiación de la figura. 1-33 son para condiciones en el espacio libre. En la atmósfera terrestre, la propagación ondulatoria está influida por la orientación de la antena, la absorción atmosférica y los efectos del suelo como la reflexión.

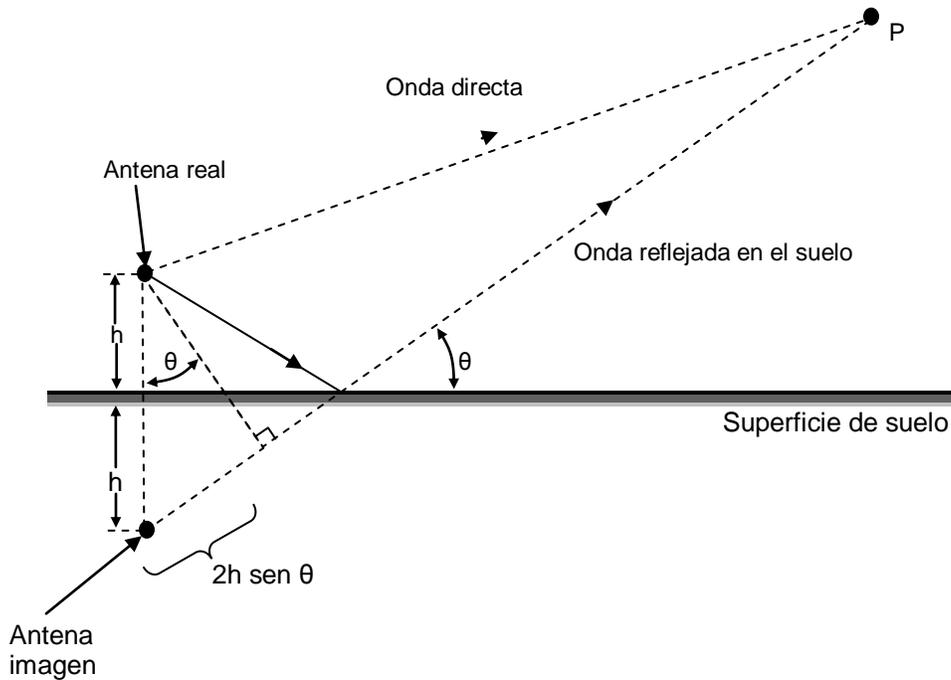


Figura 1-34 Efecto de una antena no aterrizada

El efecto de un dipolo de media onda no aterrizado sobre el suelo se ve en la figura. 1-34. La antena se monta a una cantidad apreciable de longitudes de onda (altura  $h$ ) sobre la superficie de la Tierra. La intensidad de campo en cualquier punto dado del espacio es la suma de las ondas directa y reflejada en el suelo. La onda reflejada en el suelo parece irradiarse de una imagen de la antena situada a la distancia  $h$  bajo el suelo. Esta antena aparente es una imagen especular de la antena real. La onda reflejada en el piso está invertida, o desfasada  $180^\circ$ , y recorre una distancia de  $2h \text{ sen } \theta$  mayor que a onda directa, para llegar al mismo punto P en el espacio. La pauta de radiación que resulta es una suma de las radiaciones de la antena real y la antena espejo, o especular. Nótese que es la técnica de trazado de rayos, clásica en óptica.

La altura de una antena no aterrizada, sobre la superficie del suelo, también influye sobre la resistencia de radiación. Esto no se debe a que las ondas reflejadas atraviesan o interceptan la antena, y alteran su corriente. Dependiendo de la fase de la onda reflejada en el suelo, la corriente de antena puede aumentar o disminuir, causando un aumento o disminución respectivos en la impedancia de entrada.

Antena conectada a tierra

Una antena monopolo (un solo polo) de un cuarto de longitud de onda de largo, montada en dirección vertical con el extremo inferior conectado en forma directa al suelo, o aterrizada a través de la red de acoplamiento de la antena, se llama antena de Marconi.

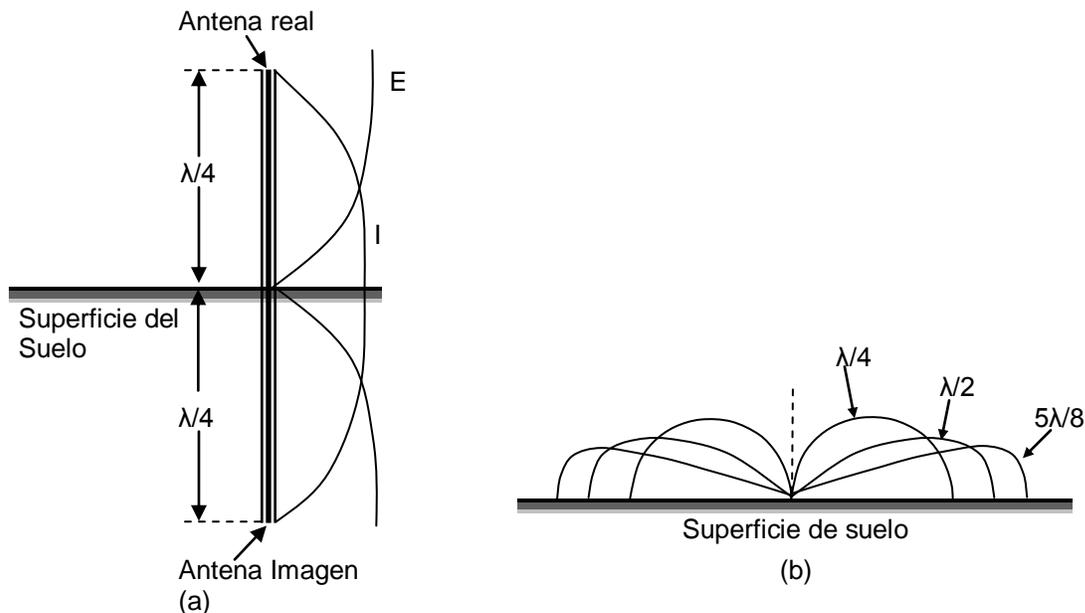


Figura 1-35 Efecto de una antena aterrizada

La figura. 10-35a muestra las ondas estacionarias de corriente y voltaje para una antena de cuarto de onda aterrizada. Se ve que si se monta la antena de Marconi en forma directa sobre la superficie terrestre, se combinan la antena real y su imagen y producen exactamente las mismas distribuciones de ondas estacionarias que las de una media onda no aterrizada (de Hertz). Los máximos de corriente se presentan en los extremos aterrizados, y eso hace que pase una gran corriente por el suelo. Para reducir las pérdidas, el terreno debe ser buen conductor, por ejemplo, como un suelo rico en arcilla. Si es mal conductor, como por ejemplo si es arenoso o rocoso se podrá necesitar un sistema de plano de tierra, artificial, hecho con alambres gruesos de cobre repartidos radialmente debajo de la antena.

La figura 1-35b muestra la distribución de radiación para una antena de cuarto de onda aterrizada (de Marconi). La mitad inferior de cada lóbulo se anula por las ondas reflejadas en el suelo. Esto en general no tiene importancia, porque aumenta la radiación en dirección horizontal y se incrementa así la radiación a lo largo de la superficie terrestre (ondas terrestres) y se mejora el área abarcada. También se puede ver que al aumentar la longitud de la antena se mejora la radiación horizontal, a expensas de la propagación de ondas celestes.

### Dipolo doblado

Un dipolo doblado de dos alambres, con su onda estacionaria de voltaje asociada, se muestra en la figura. 1-36a. El dipolo doblado es, en esencia, una antena única formada por dos elementos. Un elemento se alimenta en forma directa, mientras que el otro tiene acoplamiento inductivo en los extremos. Cada elemento tiene media longitud de onda de largo.

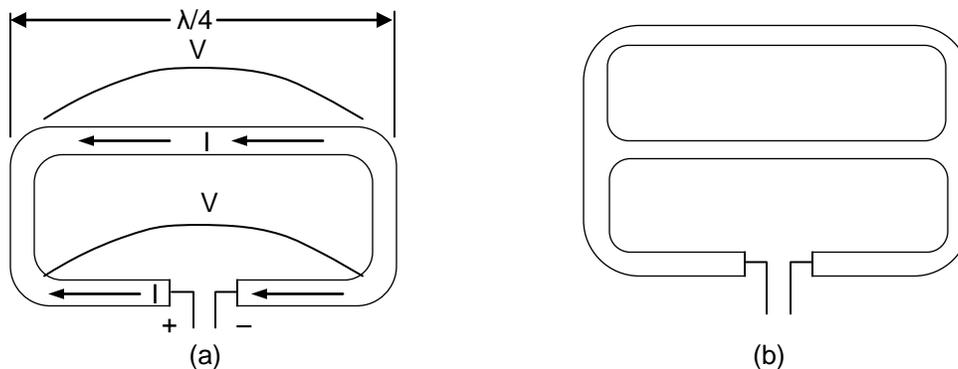


Figura 1-36 Antena Dipolo

Sin embargo, como puede pasar corriente por las esquinas, hay una longitud de onda completa de corriente en la antena. Así, para la misma potencia de entrada, la corriente de entrada es la mitad de la del dipolo básico de media onda, y la impedancia de entrada es cuatro veces mayor ( $4 \times 72 = 288$ ). La impedancia de entrada de un dipolo doblado es igual a la impedancia de media onda ( $72\Omega$ ) multiplicada por la cantidad de alambres doblados, elevada al cuadrado.

Por ejemplo, si hay tres dipolos como se ve en la figura. 1-36b, la impedancia de entrada es  $3^2 \times 72 = 648 \Omega$ . Otra ventaja del dipolo doblado sobre un dipolo básico de media onda es el mayor ancho de banda. Se puede aumentar todavía más el ancho de banda haciendo de mayor diámetro los elementos del dipolo (esa antena se llama dipolo grueso o dipolo gordo). Sin embargo, los dipolos gruesos tienen distribuciones de corriente y características de impedancia de entrada ligeramente distintas que los delgados.

#### Antena de Yagi-Uda

Es un conjunto lineal formado por un dipolo y dos o más elementos parásitos: un reflector y uno o más directores. Se suele usar para recibir TV VHF, por su gran ancho de banda: la banda de VHF TV está entre los 54 y los 216 MHz

#### Antena de torniquete

Una antena de torniquete se forma colocando dos dipolos en ángulo recto entre sí, desfasados  $90^\circ$ , como se ve en la figura. 1-37a. La pauta de radiación que se ve en la figura. 1-37b es la suma de las radiaciones de los dos dipolos, con lo cual se obtiene una distribución casi omnidireccional. Son frecuentes las ganancias de las antenas de torniquete de 10 o más dB.



Figura 1-37 Antena torniquete

#### Antena log-periódica

La ventaja principal de estas antenas es su independencia de resistencia de radiación y de la distribución de la radiación respecto a la frecuencia. Las antenas log periódicas no solo son un tipo, sino más bien una clase de antenas porque tienen muchos tipos distintos, algunos de los cuales son bastante extraños. Estas antenas pueden ser unidireccionales o bidireccionales, y tener una ganancia directiva de baja a moderada. También se pueden alcanzar altas ganancias usándolas como elementos de una red más complicada.

Las antenas log-periódicas, como las de rombo, se usan principalmente en comunicaciones HF y VHF. Sin embargo, las antenas log-periódicas no tienen un resistor de terminación y en consecuencia son más eficientes. Con mucha frecuencia, las antenas de TV anunciadas como de "alta ganancia" o de "alto rendimiento" son log-periódicas.

### Antena de cuadro

La antena de cuadro más fundamental no es más que una bobina de una vuelta de alambre, bastante más corta que una longitud de onda, y conduce corriente de RF. Esa espira se ve en la figura. 1-38. Si el radio  $r$  es pequeño en comparación con una longitud de onda, la corriente está esencialmente en fase por la espira. Se puede imaginar que una espira está formada por muchos dipolos elementales conectados entre sí. Los dipolos son rectos y, por consiguiente, la espira es en realidad un polígono, más que un círculo. Sin embargo, se puede tener un círculo aproximado si se supone que los dipolos son lo bastante cortos. La espira está rodeada por un campo magnético en ángulo recto con el alambre, y la pauta direccional es independiente de la forma exacta.

En general, las espiras son circulares; sin embargo. Sirve cualquier forma. La distribución de la radiación para una antena de cuadro es igual, en esencia, que la de un dipolo horizontal corto.

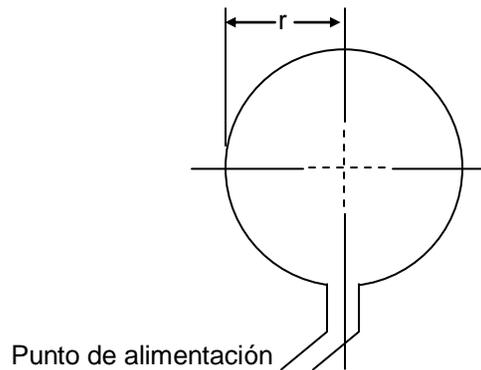


Figura 1-38 Antena de cuadro

La resistencia de radiación para una espira pequeña es:

$$R_r = \frac{31.200A^2}{\lambda^4}$$

en la que  $A$  es el área de la espira. Para aplicaciones en muy baja frecuencia, las espiras se hacen a menudo con más de una vuelta de alambre. La resistencia de radiación de un cuadro varias vueltas no es más que la de una sola vuelta multiplicada por la cantidad de vueltas elevada al cuadrado. La polarización de una antena de cuadro, como la de un dipolo elemental, es lineal. Sin embargo, una espira vertical está polarizada verticalmente y una horizontal, polarizada horizontalmente.

Los cuadros pequeños polarizados verticalmente se usan mucho como antenas goniométricas. La dirección de la señal recibida se puede determinar orientando la espira hasta encontrar un valor nulo o cero. Es la dirección de la señal recibida.

Los cuadros tienen una ventaja sobre casi todos los demás tipos de antenas en goniometría, porque en general son mucho menores y en consecuencia se adaptan con más facilidad a aplicaciones de comunicaciones móviles.

### 1.4.3 Ganancia

#### Ganancia directiva y ganancia de potencia

La ganancia directiva es la relación de la densidad de potencia irradiada en una dirección particular entre la densidad de potencia irradiada al mismo punto por una antena de referencia, suponiendo que ambas antenas estén irradiando la misma cantidad de potencia. La gráfica de densidad de potencia de radiación para una antena es realidad es una gráfica de ganancia directiva, si se toma la referencia de densidad de potencia para una antena normal de referencia, que en general es una antena isotrópica. La ganancia directiva máxima se llama directividad. La ecuación de definición es:

$$D = \frac{P}{P_{ref}}$$

en donde

- D = ganancia directiva (adimensional)
- P = densidad de potencia en un punto, con determinada antena (watts/m<sup>2</sup>)
- P<sub>ref</sub> = densidad de potencia en el mismo punto, con una antena de referencia (watts/m<sup>2</sup>)

La ganancia de potencia es lo mismo que la ganancia directiva, excepto que usa la potencia total alimentada a la antena; es decir, se toma en cuenta la eficiencia de la antena. Se supone que la antena dada y la antena de referencia tienen la misma potencia de entrada, y que la antena de referencia no tiene pérdidas ( $\eta = 100\%$ ). La ecuación de la ganancia de potencia,  $A_p$ , es

$$A_p = D\eta$$

Si la antena es sin pérdidas, irradia 100% de la potencia de entrada, y la ganancia de potencia es igual a la ganancia directiva. La ganancia de potencia de una antena también se expresa en decibelios en relación con una antena de referencia. En este caso, la ganancia de potencia es

$$A_{p(dB)} = 10 \log \frac{P\eta}{P_{ref}}$$

Para una referencia isotrópica, la ganancia de potencia en decibeles, de un dipolo de media onda, es 1.64 (2.15dB), aproximadamente. Se acostumbra expresar la

ganancia de potencia en decibelios, cuando se refiere a un dipolo de  $\lambda/2$  (dBd). Sin embargo, la referencia es un radiador isotrópico, se mencionan los decibeles como dBi, o dB/ radiador isotrópico, y es 2.15 dB mayor que si usara un dipolo de media onda como referencia. Es importante notar que la potencia irradiada de una antena nunca puede ser mayor que la potencia de entrada. Por consiguiente, en realidad la antena no amplifica la potencia de entrada. Una antena tan sólo concentra potencia irradiada en determinada dirección. Entonces, los puntos en donde la potencia irradiada se concentra obtienen una ganancia aparente, en relación con la densidad de potencia en esos mismos puntos si se usara una antena isotrópica. Si la ganancia se obtiene en una dirección, debe haber una reducción (una pérdida) de densidad de potencia en otra dirección. La dirección a la que “apunta” una antena siempre es la máxima radiación. Como una antena es un dispositivo recíproco, su gráfica de radiación también es su grafica de recepción. Para alcanzar una potencia capturada máxima, una antena de recepción debe apuntar en la dirección desde donde se desea recibir. En consecuencia, las antenas de recepción tienen directividad y ganancia de potencia, exactamente como las de transmisión.

### Área de captura y potencia recogida

Mientras que la ganancia de potencia es el parámetro natural para describir la mayor densidad de potencia de una señal transmitida, por las propiedades direccionales de la antena trasmisora, para describir las propiedades receptoras de una antena se usa una cantidad relacionada, que se llama área de captura.

El área de captura de una antena es un área efectiva, y se puede describir como sigue: una antena de transmisión irradia una onda electromagnética que tiene cierta densidad de potencia, en  $W/m^2$ , en el lugar de la antena de recepción. No es la potencia real recibida, sino más bien la cantidad de potencia que incide en, o pasa a través de cada área unitaria de una superficie imaginaria que es perpendicular a la dirección de propagación de las ondas electromagnéticas. Una antena receptora expuesta al campo electromagnético tendrá indicios en ella un voltaje y una corriente de radiofrecuencia, que produciría una potencia correspondiente de radiofrecuencia en las terminales de salida de la antena. En principio, la potencia (en watts) disponible en las terminales de salida de la antena, es la potencia capturada. La potencia capturada se puede entregar a una carga, que puede ser una línea de transmisión o los circuitos de entrada a un receptor. Para que la potencia capturada en las terminales de la antena, esta debe haber capturado potencia de un espacio inmediato que la rodee.

La potencia capturada es directamente proporcional a la densidad de potencia recibida y al área de captura de la antena receptora. El área física transversal de una antena, y su área afectiva de captura, no necesariamente son iguales. Hay antenas con áreas transversales físicamente pequeñas que pueden tener áreas de captura bastante mayores que sus áreas físicas.

En esos casos, es como si la antena se extendiera y capturara o absorbiera potencia de una zona mayor que su tamaño físico.

Hay una relación obvia entre el tamaño de una antena y su capacidad para capturar la energía electromagnética. Esto sugiere que también debe haber una relación entre la ganancia de una antena y su área transversal de recepción. La relación entre las dos cantidades expresa como sigue:

$$A_C = \frac{A_r \lambda^2}{4\pi}$$

Siendo  $A_C$  = área efectiva de captura (metros cuadrados)  
 $\lambda$  = longitud de onda de la señal recibida (metros)  
 $A_r$  = ganancia de potencia de la antena receptora (adimensional)

Si se despeja la ganancia de la antena de la ecuación anterior, se obtiene:

$$A_C = \frac{A_C 4\pi}{\lambda^2}$$

La potencia capturada es tan solo el producto de la densidad de potencia en la zona que rodea a la antena receptora, por el área de captura de esa antena. La potencia capturada se define como:

$$P_{cap} = PA_C$$

En donde  $P_{cap}$  = potencia capturada (watts)  
 $A_C$  = área efectiva de captura (metros cuadrados)  
 $P$  = densidad de potencia capturada (watts por metro cuadrado)

Se pueden sustituir las ecuaciones siguientes:

Densidad de potencia en determinado punto a una distancia R de la antena transmisora

$$P = \frac{P_{ent} A_t}{4\pi R^2}$$

y en la ecuación

$$A_C = \frac{A_r \lambda^2}{4\pi}$$

sobre la ecuación

$$P_{cap} = PA_C$$

y se obtiene

$$P_{cap} = \frac{(P_{ent} A_t)(A_r \lambda^2)}{16\pi^2 R^2}$$

- en donde
- $P_{cap}$  = potencia capturada (watts)
  - $\lambda$  = longitud de onda de la señal recibida (metros)
  - $A_r$  = ganancia de potencia de la antena recepto
  - $A_t$  = ganancia de potencia de la antena de transmisión (adimensional)
  - $R$  = distancia entre las antenas de transmisión y recepción (metros)
  - $P_{ent}$  = potencia de entrada a la antena de transmisión (watts)

### 1.4.4 Polarización

La polarización de una antena no es más que la orientación del campo eléctrico que se irradia de ella. Una antena puede estar polarizada linealmente (en general, horizontal o verticalmente suponiendo que los elementos de la antena están en un plano horizontal o en uno vertical), elípticamente o circularmente

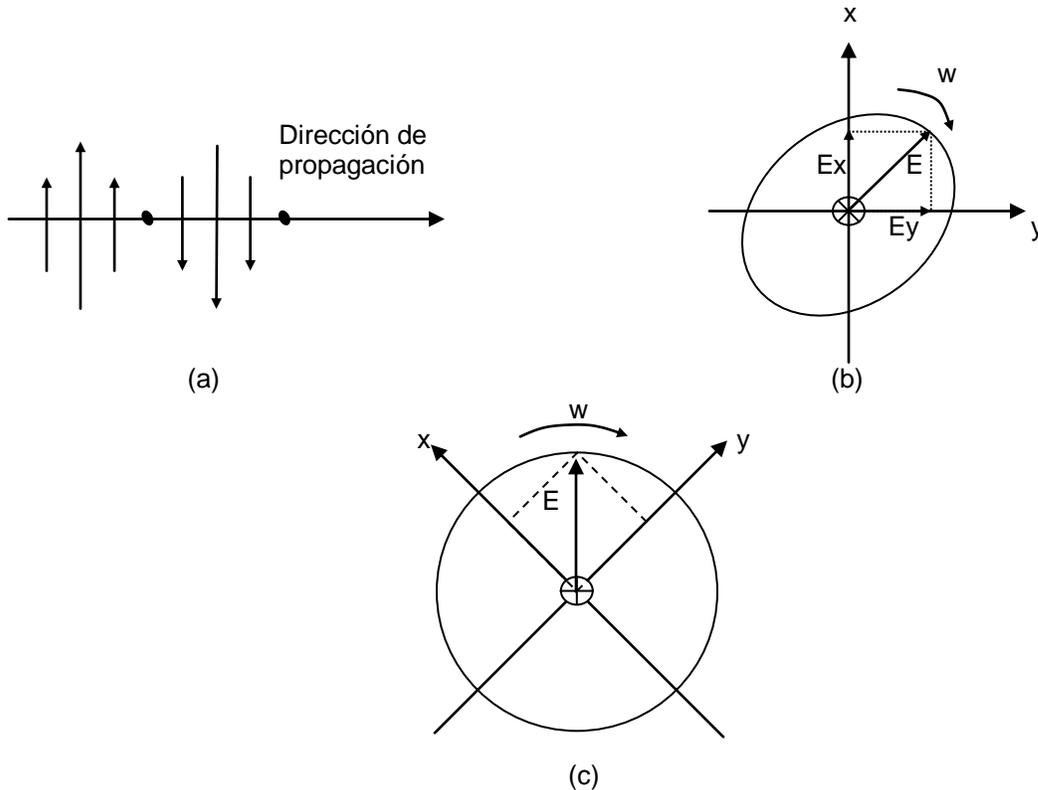


Figura 1-39 Polarizaciones

### 1.4.5 Criterios de selección

El propósito de la antena es producir una señal que puede ser imaginada como tridimensional. Usa el espacio con la forma de un globo, el cual no es necesariamente uniforme. Los modelos producidos por ciertas antenas proporcionarán una mejor o peor solución. Las señales mostradas en la figura 1-40, el modelo real es un modelo tridimensional.



Figura 1-40 Modelos de antenas

La mejor operación de un sistema puede depender del tipo de antena y los modelos que sean posibles

Cuando dos antenas están cercanas, las señales pueden tener el efecto mutuo que se suprimen en ciertos puntos. La interferencia es mostrada en una vía conceptual en la figura 1-41. Si un modelo particular de antenas hacen lo necesario por leer el tag, entonces es posible que las antenas interfieran con mutuamente. Esto nos trae a otros conceptos sobre el modelo.

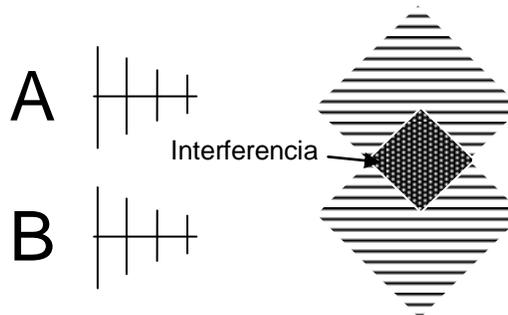


Figura 1-41 Interferencia de antenas

Una antena puede proyectar una señal en ambas direcciones. Las fortalezas de estas señales se muestran en la figura 1-42. La señal es a menudo mostrada como sólo una señal de prefacio. Si las antenas se acercan lo suficiente por la parte de atrás, estas pueden interferir y hacen al sistema inoperable. También, si un tag es cercano a la parte de atrás de la antena, puede ser leído en lugar de un tag que esté lejos de la antena.

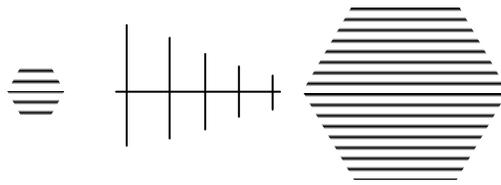


Figura 1-42 Fortaleza de señales de una antena

El concepto de sombreado es indicado en la figura 1-43. En la situación A, el tag se ha marcado con 1, en su viaje, el tag pasa sólo por la antena y es leído correctamente. En B, se muestran dos tags cercanos, 1 y 2, pasando por la antena y son leídos con buen resultado. En C, los tags 1 y 2, se encuentran tan cercanos que solamente podría leer uno.

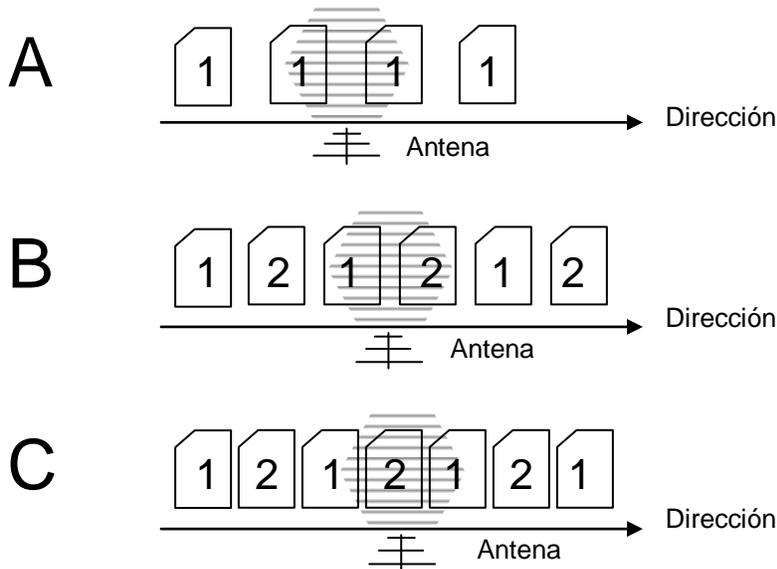


Figura 1-43 Sombreado en una antena

El concepto de alineación de tag debe ser considerado para los casos de tags fijos. Si el objetivo es estacionario, entonces el proceso funciona normalmente leyendo un tag desde un lector móvil, como se muestra en la figura 1-44. Si existe un camino de presentación variable, la alineación pueda estar en una posición no óptima.

Si existen las tolerancias para colocación, entonces los extremos de la colocación deben ser considerados, con posibles condiciones.

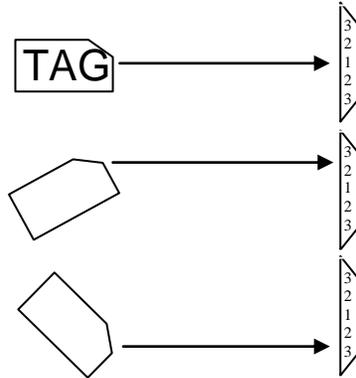


Figura 1-44 Alineación de tag

## 1.5 Identificación por radio frecuencia

Como ya se ha mencionado, existen varios componentes claves para el sistema de identificación de radiofrecuencia.

El tag es situado en la posesión u objeto para identificarse. Los componentes de antena y lector proporcionan el proceso para leer la identificación en la etiqueta.

El equipo especial está acostumbrado a poner la identificación en la etiqueta. Estos componentes proporcionan las funciones deseadas para el sistema.

El objetivo primario de esta sección es repasar los componentes del sistema de identificación de radiofrecuencia y las funciones de usuario que dependen del equipo de RFID. Dentro de este contexto se hará un análisis funcional sobre los componentes.

Como se ha dicho previamente, un sistema de identificación proporcionar una información en forma exacta y puntual. Este es el objetivo fundamental del sistema de RFID.

### 1.5.1 Fundamentos

Existen cuatro partes fundamentales para el sistema de identificación de radiofrecuencia. Éstos son: 1. Tag o Transponder 2. Antena 3. Lector 4. Codificador

#### 1. Tag

El tag es un dispositivo relativamente pequeño que contiene el código de identificación. Un tag es a menudo mencionado como una etiqueta. Este dispositivo dispone de diferentes formas y una gran variedad de opciones de memoria. Los tags están disponibles en sólo para lectura y lectura/escritura. Los tags pueden ser pasivos. Esto significa que transmite información cuando encuentra una señal de lectura. Un tag es aquel que cuenta con una batería y transmite una señal continuamente.

#### 2. Antena

Existe una antena para cada uso del sistema de RFID. Una antena es un aparato metálico para enviar y recibir las ondas radioeléctricas. El tag cuenta con una antena para enviar y recibir datos hacia el sistema del lector. Las antenas tienen diferentes tamaños y formas. Ciertas antenas son de alta frecuencia y otra de baja frecuencia.

#### 3. Lector

El dispositivo lector interpreta y descifra la señal de radio y ejecuta otras funciones de sistema. Normalmente, una parte de tiempo es añadido a la señal de radio descifrando y la información del tag. Los dispositivos de lector tienden a realizar la función de descifrar e interpretar para dispositivos de control más sofisticados. Estos dispositivos también proporcionan las corrientes de alta o baja frecuencia para escribir en los tags de lectura/escritura.

#### 4. Codificador

Un codificador es un dispositivo acostumbrado a poner el código de identificación en el tag. Esta función se piensa para ser permanente. Los datos de identificación son codificados o escritos al tag.

### COMO TRABAJA EL SISTEMA RFID

Un usuario toma un tag y lo pone en el dispositivo de codificación. El usuario puede teclear los códigos para la identificación deseada. El usuario podría instalar el tag en el objeto para identificarse.

El usuario instala posteriormente el lector y la antena en un punto estratégico. Cuando los objetos con el tag pasan cercanos a la antena, el tag es leído y por asociación el objeto es identificado. El sistema usa una técnica de radiofrecuencia especial que es especialmente ventajosa para aplicaciones de movimiento y distancia. Como la etiqueta pasa por la antena, refleja la parte posterior una señal de identificación. El lector recibe la señal reflejada y lo procesa para determinar el código de identificación. El lector envía la información a una computadora.

La maravilla del RFID es que los medios del código de identificación no necesitan estar en contacto con el mecanismo de lector. En otros términos, puede existir una separación del objeto de identificación y el sistema de control de lector. En realidad, puede existir varios centímetros. Esta ventaja hace a la identificación un sistema de manos libres desde el punto de vista de control de lector.

En los rangos de frecuencias existen varias tecnologías conocidas como la TV, la radio AM y FM, radio de banda ancha, celulares, etc. El concepto de alta frecuencia y baja frecuencia en RFID existe la comunicación entre el tag y el dispositivo de lector que realiza un espectro. Las tecnologías comunes en este espectro que son usadas son la retrodispersión modulada, las olas acústicas superficiales e infrarrojo.

Dependiendo de la necesidad de localización de un objeto, es como se define el tipo de tecnología a instalar. Estas tecnologías se describen a continuación.

La retrodispersión se refiere a la energía reflejada de una fuente. La fuente envía una señal de ondas radioeléctricas hacia el objetivo, en este caso un tag. El tag, usando la energía absorbida de entrada entra en comunicación, contiene la información necesaria en su circuito, es incluida en la señal portadora enviando los de datos de la memoria del tag hacia la fuente. Así, una señal modulada que es emitida desde una fuente regresa con información, la cual es conocida como retrodispersión modulada.

Ciertos materiales oscilan cuando se encuentran con una señal. La oscilación causa una ola acústica a través de la superficie del material. El material es conocido como material piezoeléctrico. Un modelo de electrodos, puesto por un proceso fotolitográfico, detecta la ola y genera una frecuencia que se emite entonces para retornarse a la antena que emitió la señal.

Los sistemas infrarrojos operan a un alto del rango de frecuencia, sobre las señales de microonda y radar. El infrarrojo usa una frecuencia más alta que los tags de alta frecuencia. La señal tiene una longitud de onda corta. Los infrarrojos son elementos activos. Las señales rebotan las paredes. Los sistemas infrarrojos se usan también para detección de movimiento.

Las 15 funciones requeridas en los sistemas de RFID mas usadas se describen a continuación. Estas forman la necesidad del usuario

- 1) Memoria
- 2) Procesador de control
- 3) Buffer de almacenamiento
- 4) Comunicación
- 5) Control de I/O digital
- 6) Control de I/O analógica
- 7) Sistema de anfitrión
- 8) Salud de sistema
- 9) Condicionamiento ambiental
- 10) Base de datos
- 11) Exactitud
- 12) Lectura completa de área
- 13) Seguridad
- 14) Utilidad
- 15) Opciones de integración

### 1) Memoria

Las computadoras son los equipos que por historia ha utilizado más el uso de la memoria. La exigencias de nuestro actual modo de vida ha implementado la memoria para diferentes tipos de artículos electrónicos, como PDA's, celulares, reproductores de música, etc. Los equipos de RFID utilizan la memoria para mejorar las funciones que ahora pueden ser de forma automática. La función de la expansión de memoria está aquí en un sentido competitivo, lo cual lo convierte en un factor de gran importancia.

La memoria de un tag puede servir muchas maneras a un usuario. Puede tener un tamaño de memoria pequeño, pero su uso es significativo y libre para la aplicación que el usuario quiera. Se debe cuidar que la memoria transfiera a tiempo y la velocidad de transferencia del tag no debe causar retrasos operacionales. Los usos fundamentales para la memoria se muestran la tabla 1-6.

En las memorias simples de on/off, los sistemas lectores normalmente se encuentran situados en las entradas de almacenes o centros comerciales. La función es leer el bit y este enciende una alarma audible. Esta función relativamente sencilla significa una importante estrategia de seguridad hacia los artículos que venda un determinado usuario. La identificación de artículos específicos causó una demanda del usuario y por consecuencia los tamaños de memoria aumentaron, teniendo la habilidad para descifrar códigos y descripciones especiales.

Tipo	Tamaño	Función	Uso fundamental
On/off	1 bit	Usado como un indicador sencillo - el tag es apagado o encendido, uno o cero. Cambia de estado.	Sistemas de seguridad antirrobo.
ID	128 bits	Bits múltiples, el almacenamiento del ID mantiene información de un artículo. Solo de lectura.	Identificación de objetos como: cajas, paletas, equipo, autos, etc.
ID Plus	0.5K a 8K +	Similar a ID anterior, pero de memoria variable en una zona, para uso ilimitado. De lectura y escritura	Para definir niveles de combustible, estatus, etc.
Lectura/ Escritura		El ID tiene una memoria más amplia de lectura y escritura que el ID Plus.	Cobro de casetas de peaje, artículos de emergencia, materiales peligroso.
Diseño especiales		El tamaño y diseño es único, de lectura y escritura	Mantenimiento, rutas de transporte, etc.

Tabla 1-6 Uso fundamental

La memoria del tag hasta hoy podría ser suficiente, pero esta tiende a un aumento de capacidad.

#### 2) Procesador de control

El procesador de control maneja todas las funciones contenidas en el tag y las funciones de unidad de control del lector. Ordena las funciones necesarias para asegurar que los datos de un tag sean confiables y exactos. Los procesadores han aumentando en velocidad y función. En un futuro será indispensable que lean todas las generaciones y tecnologías de RFID, así los sistemas de lectura requerirán una lógica asociada con todos los niveles de tipo de lectura.

#### 3) Buffer de almacenamiento

Cuando se ejecuta la lectura y función de validación de un tag, se guarda el evento en el buffer de almacenamiento conjuntamente con otros datos. Esta función almacena los datos antes de enviarlo a un sistema de anfitrión. El tamaño de almacenamiento debe ser bastante grande para retener datos suficientes.

#### 4) Comunicación

La disponibilidad de comunicarse desde el lector y hacia el lector es indispensable. Se debe de implementar una red con servicios que permita bajar y subir información. Las exigencias de usuarios han hecho que los lectores de RFID puedan incorporarse a las redes actuales de cómputo. Así, las aplicaciones tendrán acceso hacia los lectores que se encuentren instalados a distancias remotas.

### 5) Control I/O digital

Las aplicaciones pueden ser más elegantes cuando la función del sistema hace más que sólo leer un tag. Otros dispositivos de recopilación de datos pueden proporcionar otros procesos al momento de la lectura, logrando por ejemplo, la apertura de una puerta o que una pantalla se encienda y muestre una presentación.

Para lograr esto, los equipos deben contar con puertos, los cuales puedan configurarse tanto de forma autónoma o por medio de un equipo de cómputo.

### 6) Control I/O analógica

En el caso de I/O digital, la aplicación puede requerir el uso de una señal análoga de I/O. De esta manera, se pueden proporcionar funciones significativas para el usuario final.

### 7) Sistema de anfitrión

El sistema de identificación utiliza el controlador de procesos para leer el tag de forma automática. Los datos del tag se envían a un sistema anfitrión. Este sistema anfitrión se encarga de administrar la información enviada por el lector y realiza las funciones para el cual está hecho. El sistema de anfitrión tiene dos funciones primarias.

- a) Leer, guardar y procesar los datos de identificación
- b) Proporciona al lector las funciones de una red

El lector proporciona un trabajo básico mientras que el anfitrión puede proporcionar procesos más sofisticados. Los reportes de análisis se pueden generar sobre los datos recolectados por el sistema anfitrión. Se pueden enviar datos hacia otros sistemas.

Un buen sistema, debe ser capaz de soportar muchos lectores y obtener la información que se necesita por cada uno de los lectores. También, este sistema debe ser capaz de diagnosticar errores y problemas en las funciones de los lectores así como de los periféricos que controle, como puertas, monitores, cámaras, etc.

### 8) Salud de sistema

La salud completa de un sistema puede ser determinada como una colección de evaluaciones para cada lector y una historia de ejecución de sistema de lector individual y acciones de mantenimiento para el lector. Esta función debe ser parte de una operación de mantenimiento preventivo completa.

### 9) Acondicionamiento ambiental

Dependiendo de las características ambientales del entorno en donde se instale un equipo de lectura, debe acondicionarse un cuarto o un gabinete especial para el equipo de lectura. El gabinete debe contar con un sistema aislante del frío en caso de un gabinete ó un calentador para el caso de un cuarto.

Caso contrario para un sistema que se encuentre en lugares de altas temperaturas, una instalación de sistemas de aire acondicionado para el caso de cuartos y sistemas aislantes de calor para un gabinete.

Otro factor de gran importancia es la humedad, pues esta afecta la vida y buen funcionamiento del sistema lector, por lo cual. Un equipo se debe de aislar de altos índices de humedad, un ejemplo de esto son puertos marítimos o ciudades cercanas al mar. No solo la humedad afecta el equipo, la salinidad que hay en el ambiente daña agresivamente el equipo electrónico de un lector.

### 10) Base de datos

Para asegurar la disponibilidad de datos y comodidad del acceso, el sistema debe ser organizado usando una base de datos. La base de datos se planean según las necesidades del usuario y el control se varía dependiendo del estatus que se le da a un usuario dentro de la base de datos. Debe ser en un formato estándar, pues esto evita problemas cuando exista una actualización de equipos de cómputo así como del sistema anfitrión.

### 11) Exactitud

Los cuando una aplicación requiere que el lector tenga la capacidad de leer uno o varios tags en línea, este debe de leer todos los tags que pasen por el punto de lectura. Esta capacidad toma parte en aplicaciones donde la asociación de un tag corresponde a otras actividades especiales, como entras restringidas. Así la identificación será para un usuario en específico al momento de que varios tags pasen por un punto de lectura.

### 12) Lectura completa de área

Ciertas aplicaciones necesitarán identificar todos los tags que están en un área o estén pasando por un área. En este caso, es importante identificar cada tag en el campo de interés.

### 13) Seguridad

Las funciones de seguridad son fundamentales al asegurar la integridad de los datos y la autorización de su uso. El concepto aquí es la real seguridad que

ofrece un tag al momento que es leído. En el caso de un tag de lectura/escritura los datos pueden reprogramarse y por lo tanto, es importante controlar a que va a tener acceso el tag.

El sistema debe ser razonablemente capaz para manejar las situaciones de interferencia. En algunos casos el sistema debe tener una alerta en la ubicación predominante en que existe una zona restringida ó un servicio específico.

### 14) Utilidad

El sistema debe ser diseñado para repararse y actualizarse de manera sencilla. Es necesario saber sobre el mantenimiento y diseño del equipo. El fabricante debe ofrecer al usuario la reparación y mantenimiento del sistema, así como piezas reemplazables de en caso de que un equipo se descontinúe.

### 15) Opciones de integración

Estas opciones y características deben encajar fácilmente en un entorno que haya sido instalado anteriormente. Si el sistema puede ser actualizado fácilmente, la inversión será menor al integrar equipos nuevos sin cambiar la mayoría de los viejos.

Los componentes básicos del sistema de RFID: tag, antena, lector y codificador, ofrecen los bloques fundamentales para el sistema. Las necesidades funcionales sin embargo implican un sistema mucho más sofisticado.

## 1.5.2 Características

La identificación por radiofrecuencia es utilizada un múltiples aplicaciones y el su uso está en expansión. El RFID es una identificación sin contacto, existe varias ventajas y capacidades que revolucionarán la industria de identificación. Existen tags de diferente tamaño y forma, los cuales proporcionan diferentes oportunidades para el diseño de procesos.

Las necesidades de información crecen continuamente. La exactitud y puntualidad de los datos son un complemento fundamental de la información en el entorno competitivo de hoy. Durante años se han buscado mejoras en la exactitud de los datos. Los sistemas antiguos llevaban registros manuales, lo cual, al completar los procesos de conteo eran inexactos. Esto causaba un problema de puntualidad.

Existen tres detalles destacables en el RFID que sale en discusiones con la comunidad de usuarios. Afectan las necesidades de información de los usuarios finales y la flexibilidad de usos requeridas por captura automática de los datos de identificación.

Las tres características son:

- a) Operación en un entorno relativamente áspero.
- b) Larga distancia entre tag y la antena lectora.
- c) Capacidad de almacenamiento más grande en memoria.

Hoy la habilidad para identificar cosas en una situación ausente luz o en un entorno de lluvia, niebla o nieve, producen la ventaja a muchos usuarios que han pedido durante mucho tiempo. La suciedad y mugre de una planta industrial y las carreteras no impacta seriamente la habilidad para leer el tag. Ferrocarriles y transportadores probaron códigos de barras especiales en los 70's pero la aspereza del entorno rindió la ineficacia de los códigos de barras.

La aspereza de la lluvia, niebla, suciedad, y demás entornos, por lo general son elementos considerados para hacen caer un sistema basado en códigos de barras tradicionales. En el entorno de un sistema de RFID las asperezas la forman: Interrupción en las señales de corrientes eléctricas, campos magnéticos, el choque y la vibración de los tags adheridos a equipos y paquetes y temperaturas extremas en el ambiente. Los fabricantes tienen, sin embargo, el plan de diseñar un tag que pueda superar estos impedimentos para proporcionar un sistema altamente confiable y disponible.

La distancia de lectura varía según el tipo de tag y las características dependen del fabricante. Generalmente, un tag puede ser leído de 5cm a 1m, en caso de los tags pasivos ó hasta 10m en caso de un tag activo. Esto proporciona una ventana de oportunidades de lectura que puede ser controlada por el uso de antenas especiales.

El almacenamiento puede ser de una capacidad para manejar las necesidades del usuario. Así, un tag no solo es una identificación numérica sino también una fuente para la información. Este almacenamiento puede ser permanente o variable. El almacenamiento puede ser usado para muchas aplicaciones diferentes: control de mantenimiento, contenido histórico, inscripciones de materiales peligrosos, control de inspección y una capacidad de intercambio fundamental entre otras aplicaciones.

La idea de usar medios de almacenamiento y un tag básico para un registro histórico tiene una promesa significativa. Las normas están comenzando a refinar detalles fundamentales para resolver las necesidades de los usuarios.

## INTERESES

Existen dos fundamentales intereses para un usuario sobre RFID. El primero es el costo de un tag, el cual es significativamente más alto que los típicos costos de un papel con código de barras.

El tag varía en precio, el cual depende de su tamaño y el alcance de lectura. Puede ir desde \$30.00 pesos hasta los \$700.00 (2005). Conforme los tags se vuelvan más competitivos y el uso de ellos aumente, los precios tendrán una reducción dramática sobre los costos actuales. El tamaño del tag es el segundo asunto. Mientras que los tamaños del tag tienden a ser más voluminosos dependiendo de su recepción, no se puede comparar con un código de barras. Se les puede encontrar desde el tamaño de un pequeño botón de ropa hasta tags del tamaño de una calculadora, o cilindros del tamaño de un marcador de tinta. En la actualidad existen tags casi tan planos como una hoja de papel y a un costo suficientemente bajo para que un usuario pueda instalarlo.

La idea es que mientras que el tag es instalado en un objeto, el equipo lector es instalado en una ubicación fija. Un par de ejemplos son: Los tags adheridos sobre automóviles que pueden ser localizados por lectores de ubicación fija en la autopista. Un vagón de tren pasa por un lector en los rieles y es identificado. En una estación de autobuses estos pueden ser identificados por el tag instalado y saber a qué hora hicieron su llegada a distintas terminales.

Como ya hemos visto, un tag es leído e identificado por un equipo lector, pero, ¿Cuál es la capacidad de un tag y cómo podemos aprovechar al máximo su utilidad? Para entender esto, debemos saber que existen tres tipos de tags. Estos son:

1. Sólo lectura
2. Dinámicas
3. Lectura / Escritura

### 1) Tags de sólo lectura

Los tags de sólo lectura son los que contienen la identificación y tal vez un poco más de información. Los datos son permanentes y pueden ser leídos por un lector.

Los tags de sólo lectura tienen a la identificación como la función fundamental. Antes de que el tag sea colocado en un objeto, este cuenta con una identificación codificada en la memoria. El proceso de codificación se puede realizar en el lugar de la manufactura por un dispositivo de codificación especial.

Una vez que el tag es codificado, se tiene la identificación permanente. Es de forma primariamente que la identificación sea única.

### 2) Tags dinámicos

Estos tags contienen la información de identificación similar a los de sólo lectura, pero también, se pueden cambiar datos, una parte es fija y la otra puede modificarse.

El concepto de tag dinámico está ganando fuerza. El concepto de una porción fija y una porción variable del tag están disponibles para los usuarios. La porción fija puede ser inimaginable como similar a los datos contenidos en una etiqueta sólo para lectura. La porción variable puede contener muchas cosas. Ejemplos de esto son los niveles de combustible en automóviles de alquiler para un mejor servicio al cliente. La información de mantenimiento puede ser guardada en el área dinámica. Ciertos fabricantes de tarjetas de crédito incorporar una memoria fija, para el cliente y una variable para mantener el saldo de cliente, o puntos acumulables por compras.

### 3) Tags de lectura / escritura

El concepto de lectura/escritura se caracteriza por una parte de identificación fija de un tag y también por una parte variable. El usuario no sólo puede leer la parte fija, también lee la parte variable y realizar intercambio de datos. Los tags de lectura/escritura tienen muchas aplicaciones. Algunas de las aplicaciones pueden ser similares a los tags dinámicos, pero la diferencia principal radica en el tamaño de la memoria.

La memoria de un tag de lectura/escritura contiene más capacidad y se puede definir por zonas, lo cual se conoce como mapeo. Así, una tarjeta de crédito puede guardar el saldo, puntos acumulables, registro electrónico del usuario, hora de último uso, etc. Las inscripciones de mantenimiento y los datos de un automóvil. Las operaciones y rutas de un autobús o un ferrocarril. Conocimientos sobre un embarque e información de materiales peligrosos.

## REDISEÑO

Los usos particulares de los sistemas identificación automática (AEI) se deben ver en las necesidades particulares de los usuarios y los beneficios potenciales. Esta es la oportunidad para proporcionar el valor real de la calidad dentro de una organización. La ejecución de AEI puede producir ciertos beneficios muy significativos. Los beneficios vienen al presentar y demostrar la optimización de procesos al generar mayor exactitud en los datos de identificación en una base automática. La mala noticia es que es automático desde el punto de vista de procesos actuales.

Lo que esto significa es que un sistema automático produce respuestas automáticas. Su sistema actual puede responder sólo por un proceso. Si se tienen dos o tres respuestas en un mismo sistema, porque es automático, entonces pueden existir problemas grandes. Un rediseño es requerido para asegurar una ejecución de calidad.

El rediseño es un esfuerzo significativo para considerar las opciones disponibles para ganar la ventaja más grande dentro de la organización. Existen tres casos que pueden ayudar con los sistemas de AEI.

### 1.5.3 Algunas Aplicaciones

El concepto de identificación automática ofrece los beneficios de recopilación de datos en forma puntual y exacta.

La recopilación de datos se está extendiendo en áreas antes imposibles. Veremos las aplicaciones fundamentales de RFID. Los tópicos para ser dirigido son:

- a) Sistemas de lector de punto fijo
- b) Estación fija de tags
- c) Aplicaciones en área anchas
- d) Aplicaciones híbridas
- e) Problemas en el campo común

La comunidad de usuario siempre debe definir las necesidades para el sistema deseado. Las necesidades deben ser ensayadas contra el diseño de sistema para que los resultados deseados sean cumplidos.

El rediseño de sistemas y procesos puede impactar grandes beneficios. Cuando las herramientas como RFID son empleadas, es importante ver la solución para el problema del usuario final, no de la perspectiva del vendedor de RF o la tecnología. Es importante saber que tecnología debe emplearse, de modo que el resultado ejecute las funciones deseadas.

Es también relevante saber el nivel del detalle requerido para responder las preguntas del usuario. Si las necesidades del usuario son verdaderamente articuladas, entonces se puede instalar una tecnología ajustada a las necesidades.

La tabla 1-10 muestra detalles de la necesidad contra la tecnología. En el caso de una tienda por departamentos, se pueden marcar con una etiqueta los artículos y cualquiera de estos puede entrara o salir libremente de su almacén. Al incorporar un tag a los artículos podemos saber en qué momento están dejando el almacén y saber que artículo es en específico.

Necesidades	Tecnología
1. Paso libre	No se requiere
2. Señal de alerta	Bit sencillo, un bit
3. Alarma por rango	Código de ID por rango
4. Alerta específica	Código de ID con control

Tabla 1-7 La necesidad vs La tecnología

Otro caso puede ser el saber de manera inmediata si el artículo se encuentra en las bodegas del almacén. Cuando las solicitudes son más específicas, pueden cambiar el requerimiento de solución desde un punto de vista tecnológico

### APLICACIONES SIMPLES - ÚNICAS

Este es una aplicación relativamente simple. Proporciona beneficios a la organización y no requiere de una gran inversión dentro de los sistemas de programación.

Un ejemplo de una aplicación simple es un sistema de una puerta que lee un tag e inmediatamente guarda la información del número de identificación con la fecha del día y la hora de entrada y salida. Otro ejemplo puede ser el control de estacionamiento, indicando la hora de entrada y salida de un vehículo de repartición de mercancía.

### INTEGRACIÓN EN SISTEMAS EXISTENTES

Este paso particular puede producir un valor significativo si existe un problema con la exactitud y puntualidad en la entrada de datos y si el sistema actual usa un código de identificación. Puede ser posible reducir la cantidad de esfuerzo cuando se necesita teclear los datos con el sistema de ID automático. El siguiente es un ejemplo conceptual.

En la tabla 1-8 se muestra un sistema A, el cual depende de cinco operadores con sus correspondientes claves de entradas. Los operadores capturan lotes de datos para alimentar la base de datos en base a teclados, validando, reconciliando y generando otras actividades del sistema.

Manual de Clave de entrada

Operador 1	-----	-----	Sistema A
Operador 2	-----	-----	
Operador 3	-----	-----	
Operador 4	-----	-----	
Operador 5	-----	-----	

Tabla 1-8 Captura de datos por teclado

En la tabla 1-9 vemos al sistema A con los operadores A, B y C. Esto implica un nuevo procedimiento de captura, pero representa la disminución de dos operadores. La modificación en el proceso de captura vuelve más eficiente el sistema.

## GENERALIDADES

---

Operador A -----	Modificación	Sistema A
Operador B -----		
Operador C -----		

Tabla 1-9 Integración de sistema de AIE

Esta transformación incluye los nuevos procedimientos en operación, validación, reconciliación. Sobre la misma carga de trabajo se implementa un sistema AIE en el cual tres personas pueden hacer el trabajo de cinco.

### NUEVAS APLICACIONES ESTRATÉGICAS

Aquí está donde uno puede ser tan creativo como sea posible, efectuando el cambio en progreso de la organización. Como un ejemplo, la tabla 1-10 muestra a una empresa de renta de automóviles la cual tiene dos modos de trabajo en proceso. El modo antiguo necesita de un registro manual sobre datos de uso del automóvil, el modo nuevo utiliza un sistema de AIE y captura los datos de manera automática. Esto habla de una mejor atención sobre tiempo hacia el cliente y una mayor eficiencia en la recolección de datos.

Modo Antiguo	Modo Nuevo
1. El cliente maneja hacia la puerta 2. Parar para inspección 3. Se checa nivel de combustible 4. Se checa kilometraje 5. Se entrega recibo de chequeo 6. El cliente se dirige a oficina para orden de salida 7. Se verifican de nuevo los datos 8. Se entrega automóvil 9. El cliente se retira	1. El cliente maneja hacia la puerta 2. La antena lee tag con datos 3. Se entrega automóvil 4.1 El cliente se retira

Tabla 1-10 Proceso de devolución de automóvil de renta

Los sistemas de identificación de radiofrecuencia están proporcionando recopilación de datos rápidos y exactos. La capacidad de almacenamiento puede ser significativamente grande.

### PUNTOS DE ESTRANGULACIÓN

Los sistemas de identificación de radiofrecuencia son usados con un concepto llamado puntos de estrangulamiento para presentar la información consistiendo en el ID, tiempo y fecha del tag. Los puntos de estrangulación son colocados en ciertos puntos de observación donde tiene mayor importancia para el usuario final. Los ejemplos de los puntos de estrangulación son entradas, vestíbulos, puertas, pasillos, carreteras, rampas, y etcétera. La idea es que algo o alguien va a pasar

por el punto de estrangulación y este hecho es información importante para el usuario.

## REPETICIÓN DE LECTURA

Existen momentos en el que la lectura de un tag es de gran importancia, razón por la cual se colocan varias antenas. Para estos casos los lectores serán situados en el mismo lugar, pero las antenas serán colocadas lo suficientemente lejanas entre ellas para impedir interferencia, así se asegura que la lectura sea exitosa.

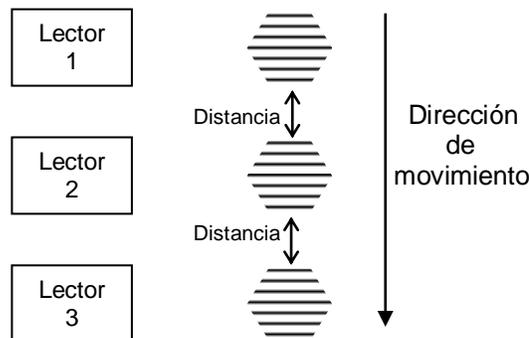


Figura 1-45 Repetición de lectura

La distancia entre las señales es un factor crítico, de modo que el usuario debe asegurar que no existe ninguna interferencia, como se muestra en la figura 1-45.

## SISTEMAS DE LECTOR DE PUNTO FIJO

El concepto de un sistema de lector de punto fijo es aquel en que el sistema de lector es estacionario. Un tag es adherido a un objeto, el lector interroga al tag al pasar por la ubicación de lector. Los lectores pudieron ser instalados en puertas, orillas del camino exterior, pasillos, entradas, etc. Como los tags pasan por a un lado de la antena, el lector los identifica.

## TAGS DE PUNTO FIJO

Este concepto señala que el tag debe ser adherido permanentemente a una pared o cualquier otro punto fijo, para que en cierto momento un lector pase por el tag y tome la información necesaria. Este concepto puede determinar marcadores de milla, ubicación de estación, paradas de autobuses, rondas de vigilancia, etc. Este método funciona para conocer zonas del interés o rutas de transporte.

## APLICACIONES DE ÁREA ANCHA

El concepto del área ancha entra es una técnica que tendrá en cuenta la identificación de tags en un espacio geográfico dado.

Los tags son incluidos en un objeto de fácil identificación. Los tags de un almacén se pueden identificar por este método. La noción del área ancha tiene frecuencias variantes dentro de un rango emitido en un área. Los tags se cierran a una señal dada, para contestar al lector y mientras que otros tags contestan. Las aplicaciones de inventario pueden usar este concepto.

### CONCEPTOS DE APLICACIONES HÍBRIDAS

Las aplicaciones híbridas son aquellos que incluyen la tecnología de identificación automática en combinación con otras tecnologías para producir información más allá de una identificación simple. Esta es una técnica de aplicación muy poderosa, por las ventajas significativas para la industria de recopilación de datos.

Las aplicaciones proporcionarán otro nivel de datos operacionales para los gerentes y podrán utilizarlos para mejorar la toma de decisiones. En otros casos el cliente puede mejorar los costos racionales o de inversión. Mejoras de productividad contribuirán también. Un nuevo conjunto de aplicaciones se puede poner en práctica. Los procesos pueden ser con referencia a diseño.

Pero ¿Qué es una aplicación de ID híbrida? El término híbrido significa que es creado de dos especies diferentes o de orígenes mezclados. En el caso de aplicación de ID híbrida, las funciones múltiples se encuentran en las fuentes de datos, cuando se combinan en un sistema, proporciona información poderosa para la comunidad de usuario generando una tarea o una aplicación especial.

#### **1.5.4 Condiciones en el campo común.**

Existen una gran variedad de formas y usos para la lectura de tags. Pero surge un problema en el campo común; las antenas no son ideales y el campo de mejor lectura cambia entre una y otra, lo cual puede causar errores en la lectura. Esto puede causar complicaciones en el sistema y se deben hacer pruebas sobre el proceso de mejor lectura. Los problemas que más se presentan son los siguientes:

- a) El ID del tag no es el ID propuesto, por lo que técnicas de doble verificación y comprobación pueden ayudar.
- b) Los datos del tag son modificados por una fuente externa, entonces ciertas señales e intensidades pueden dañar a los tags después de que la identificación ha sido codificada por el tag.
- c) Los datos del tag pueden ser leídos por otro sistema lector, debido a reflexiones de remolques.

- d) Dos señales de antena pueden suprimir mutuamente sus datos en ciertos puntos.
- e) La posición de la antena puede restringir severamente la habilidad para una lectura altamente confiable.
- f) La separación del tag puede ser insuficiente para que la antena lo detecte.

Desde luego, estos problemas deben ser para situaciones excepcionales. La historia de RFID no es muy larga, pero se sabe mucho más ahora sobre los problemas que pudieran suceder en el campo de trabajo y sus soluciones. Desde luego, los fabricantes han producido mejoras a la lectura de los tags, así como se hacen con más resistencia. Existen las vías para verificar estas condiciones de mejoras tanto en los tags como en los equipos de lectura, de modo que la tasa de errores se puede minimizar. Además, existen ciertas herramientas disponibles para auxiliarnos en las señales.

- a) Los detectores de presencia pueden estar listos a encender el sistema de lector.
- b) Existen dispositivos de atenuación que pueden controlar el modelo de una antena para cambiar la forma de la señal.
- c) Los sistemas de repetición de lectura pueden comparar los resultados.
- d) Las antenas multiplexadas se pueden controlar con señales activas.

Con estos conceptos en mente, ahora es posible diseñar las aplicaciones de un usuario a fin aprovechando al máximo los beneficios del RFID.

## TEMA 2. NORMAS Y ESTÁNDARES

En este capítulo se describen las principales normas y estándares que sirven como base del identificador de radiofrecuencia objeto de esta tesis.

### 2.1 Definición

La normalización es el proceso mediante el cual se regulan las actividades desempeñadas por los sectores tanto privado como público, en materia de salud, medio ambiente en general, seguridad al usuario, información comercial, prácticas de comercio, industrial y laboral a través del cual se establecen la terminología, la clasificación, las directrices, las especificaciones, los atributos las características, los métodos de prueba o las prescripciones aplicables a un producto, proceso o servicio.

Los principios básicos en el proceso de normalización son: representatividad, consenso, consulta pública, modificación y actualización. Este proceso se lleva a cabo mediante la elaboración, expedición y difusión a nivel nacional e internacional de las normas y que pueden ser de los siguientes cinco tipos:

1. Norma oficial mexicana es la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, a través de sus respectivos Comités Consultivos Nacionales de Normalización, de conformidad con las finalidades establecidas en el artículo 40 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se le refieran a su cumplimiento o aplicación.
2. Norma mexicana es la que elabora un organismo nacional de normalización, o la Secretaría de Economía en ausencia de ellos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 54 de la LFMN, en los términos de la LFMN, que prevé para uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado.
3. Las normas de referencia que elaboran las entidades de la administración pública de conformidad con lo dispuesto por el artículo 67 de la LFMN, para aplicarlas a los bienes o servicios que adquieren, arrienden o contratan cuando las normas mexicanas o internacionales no cubran los requerimientos de las mismas o sus especificaciones resulten obsoletas o inaplicables. Dentro del

proceso de normalización, para la elaboración de las normas nacionales se consultan las normas o lineamientos internacionales y normas extranjeras, las cuales se definen a continuación:

4. Norma o lineamiento internacional que emite un organismo internacional de normalización u otro organismo internacional relacionado con la materia y que es reconocido por el gobierno mexicano en los términos del derecho internacional.
5. Norma extranjera que emite un organismo o dependencia de normalización público o privado reconocido oficialmente por un país.

El campo de la normalización internacional se inició en el área electrotécnica en 1906, año en el que fue creada la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), cuya sede se encuentra en la ciudad de Ginebra, Suiza. Fundada como resultado del Congreso Eléctrico Internacional que se llevó a cabo en la ciudad de San Luis, USA en 1904. Durante el mismo fue tomada una resolución que señaló la necesidad de crear una comisión mundial que desarrollara y publicara normas para el sector eléctrico, electrónico y las tecnologías relacionadas con los mismos.

La participación activa como miembro de la IEC, brinda a los países inscritos la posibilidad de influir en el desarrollo de la normalización internacional, representando los intereses de todos los sectores nacionales involucrados y conseguir que sean tomados en consideración. Asimismo, constituyen una oportunidad para mantenerse actualizados en la tecnología de punta en el ámbito mundial.

Existen tres formas de participación ante la IEC: Como miembro pleno, miembro asociados o como miembro preasociado. En la actualidad, nuestro país es miembro pleno, a través de un Comité Electrotécnico Mexicano, presidido por la DGN.

La misión de la IEC es promover entre sus miembros la cooperación internacional en todas las áreas de la normalización Electrotécnica. Para lograr lo anterior, han sido formulados los siguientes objetivos:

- Conocer las necesidades del mercado mundial eficientemente
- Promover el uso de sus normas y esquemas de aseguramiento de la conformidad a nivel mundial
- Asegurar e implementar la calidad de producto y servicios mediante sus normas
- Establecer las condiciones de sistemas complejos
- Incrementar la eficiencia de los procesos industriales
- Contribuir a la implementación del concepto de salud y seguridad humana
- Contribuir a la protección del ambiente.

A la fecha la IEC cuenta con 57 miembros, cada uno de ellos representando a un país y que en conjunto normaliza la amplia esfera de la electrotécnica, desde el área de potencia eléctrica hasta las áreas de electrónica, comunicaciones, conversión de la energía nuclear y la transformación de la energía solar en energía eléctrica.

Esencialmente la IEC enfoca su atención a la existencia de un lenguaje técnico universal, que comprenda definiciones, símbolos eléctricos y electrónicos o unidades de medición, rangos normalizados, requisitos y métodos de prueba, características de los sistemas como tensión e intensidad y frecuencia, requisitos dimensionales, requisitos de seguridad eléctrica, tolerancias de componentes de equipo eléctrico y electrónico, entre otros.

El trabajo de la IEC es llevado a cabo por Comités Técnicos (104), Subcomités y Grupos de Estudio. Su trabajo se refleja finalmente como normas internacionales o guías. Durante 1997 la IEC publicó 437 Normas Internacionales.

Asimismo, la IEC tiene grupos de cooperación mutua con la Organización Internacional de Normalización (ISO) y con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), entre otros, así como grupos conjuntos de trabajo tales como el ISO/IEC JTC 1 "Tecnología de la información".

Para la atención a este comité internacional México cuenta con el Comité Electrotécnico Mexicano (CEM) que se encuentra abierto a la participación de los interesados nacionales.

## 2.2 La norma de ISO

La Organización Internacional de Estándar ISO (Internacional Standard Organization) es un organismo no gubernamental, cuyo objetivo primordial es promover el desarrollo de la normalización y actividades relacionadas en el mundo, con la finalidad de facilitar el intercambio internacional tanto de bienes como de servicios. Además, promueve el desarrollo y la cooperación en la esfera de las actividades intelectuales, científicas y económicas, el resultado de los trabajos de la ISO se refleja finalmente en acuerdos globales, los cuáles se publican como normas internacionales. La Organización Internacional de Normalización, cuyo Secretariado Central se encuentra en Ginebra, Suiza actualmente se integra por 130 países representados a través de su entidad normalizadora más importante. México es considerado uno de sus fundadores, a través de la Dirección General de Normas (DGN). Inició su participación oficial desde el 23 de febrero de 1947. La ISO cuenta con órganos políticos, atendidos, en su gran mayoría, directamente por la DGN.

En cambio, la labor técnica de creación de las normas se delega en Comités Técnicos, que a su vez pueden integrar varios Subcomités, en los que es posible participar, a fin de hacer valer el interés nacional en el ámbito de la Organización.

La organización ISO, especifica un sistema para la identificación automática sobre productos en fletes y embalaje, relaciona la información para enviarla a una base de datos en un formato estándar. El equipo de identificación automática AEI (Automatic Equipment Identification) facilitará la documentación del sistema, control de recurso, y comunicaciones. Las marcas de identificación diferentes al RFID como el código de barras no resulta afectado, En un futuro, esta norma internacional será más específica y abierta sobre la modulación, codificación y los protocolos.

El alcance de la norma cubre muchos aspectos para identificación electrónica y automática del producto. Especifica las necesidades del usuario a fin de permitir su internacionalización para transformación o ajuste. La norma internacional se define en ISO 668.

El propósito de esta norma internacional es perfeccionar la eficiencia de los sistemas de control del equipo. Los puntos claves de la norma son:

- a) La identificación electrónica automática de un producto.
- b) Realizar la codificación de un tag de identificación del producto.
- c) Los datos del producto pueden ser transferibles a diferentes procesos.
- d) La descripción del tag se encuentra en la base de datos.
- e) Criterios de ejecución.
- f) Localización física.
- g) Características de seguridad

El sistema de AEI consiste de dos componentes básicos.

1. Un dispositivo electrónico llamado tag que es instalado en el producto.
2. El equipo de detección electrónico que se encuentra instalado independientemente del producto.

El tag debe ser capaz de mantener la integridad de identificación del producto y relacionar la información. Los datos serán programados en el tag en el campo de memoria, pero no podrán ser modificados después que el tag es adherido al producto. El tag debe ser resistente física y electrónicamente. Las dimensiones no deben exceder 30 cm x 6 cm x 2 cm. La expectativa de vida debe ser 10 años con operación normal y no debe requerir mantenimiento periódico. También debe ser capaz de operar internacionalmente, sin la necesidad de obtener licencias de manera individual para diferentes tags.

El tag proporciona, como un mínimo, la información básica sobre el producto de modo que otras bases de datos puedan obtener la información necesaria. La información de básica del tag es forzosa y permanente y debe tener lo siguiente:

- a) Tipo de tag
- b) Equipo identificador
- c) Código de compañía, ISO 6346
- d) Número de serie, ISO 6346
- e) Dígito de control, ISO 6346
- f) Longitud
- g) Altura
- h) Anchura
- i) Tipo de código del producto, ISO 6346
- j) Grosor máximo de masa
- k) Masa de vicia

La información que puede contener un tag se divide en las 3 partes siguientes:

- 1. Información principal permanente (no es modificable)
- 2. Información opcional permanente (no es modificable)
- 3. Información opcional variable (modificable)

La información opcional y los datos generales contenidos en un tag no deben afectar la operación de los sistemas requiriendo sólo la información principal contenida en la etiqueta.

El equipo de detección debe ser capaz de leer la información contenida en el tag cuando se presenta correctamente. Debe descifrar la información para la transmisión hacia los sistemas de procesamiento automático de información.

El equipo de detección y el proceso electrónico de datos debe trabajar en tiempo real, el sistema debe ser capaz de leer la información siguiente del tag:

- a) Identificación de unidad de equipo de detección
- b) Fecha y hora
- c) Estatus de movimiento del producto

El equipo de detección debe ser de una tecnología operable y de fácil colocación para su instalación en sistemas fijos o instalaciones móviles, o aplicaciones portátiles.

Las necesidades de orientación y presentación apropiadas del tag en el equipo de detección son ilustradas en la figura 2-1.

Se presentan cuatro tags para ejemplo identificados.

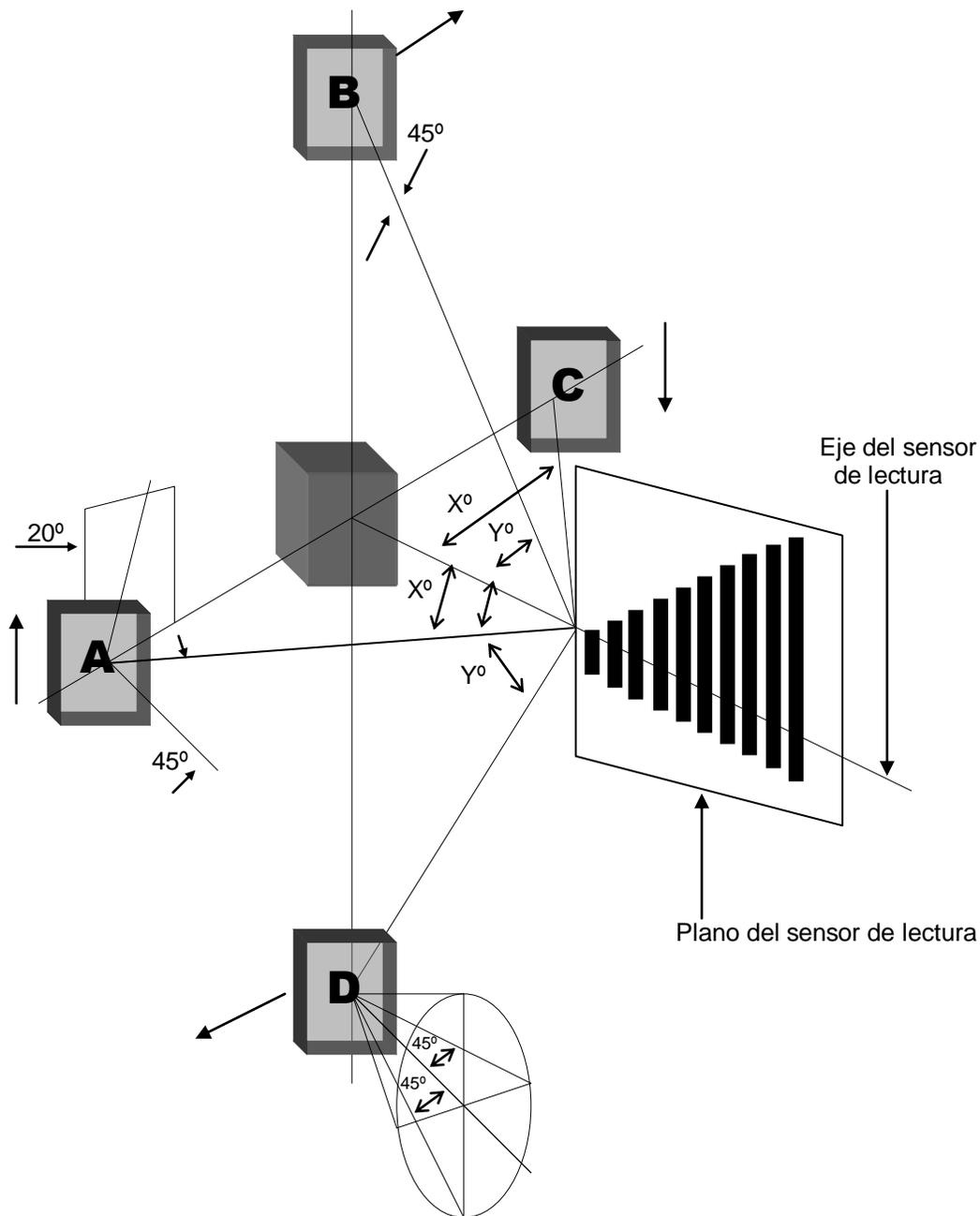


Figura 2-1 Presentación requerida de un tag

Un tag se presenta correctamente desde el punto de vista de su orientación, aún si este tiene una diferencia angular tal como ilustra A. El tag esta presente, se hace girar sobre un eje, perpendicular a la cara del tag por una cantidad no mayor a  $20^\circ$  para uno u otro lado del vertical.

El tag requiere de una buena posición para ejecutar la lectura satisfactoriamente, la señal alcanza al tag de cualquiera dirección y dentro del ángulo ideal que se muestra en cada representación. La ventana muestra la sensibilidad del equipo y la respuesta que debe tener en un tag, el cual puede variar dependiendo del tipo de equipo que se utilice para detectar el tag.

El sistema de AEI debe ser capaz de leer un tag de acuerdo con todas las necesidades mostradas en la tabla 2-1.

Existe un anexo A dentro de las normas de ISO, el cual describe las pruebas requeridas del equipo, de la etiqueta y detección de la misma. La etiqueta es probada bajo el estándar 810D como se describe en la documentación.

También existe un anexo B que describe un sistema de energía reflejado en que los equipos de detección, la descripción de las ondas radioeléctricas reflejadas por una placa de identificación montado en un producto. Las ondas radioeléctricas reflejadas indican el código de identificación alfanumérico del producto así como su información permanente. El equipo debe transmitir una señal de transportador de onda continua a una frecuencia dentro del rango de 850 MHz a 950 MHz de banda, o de 2400 MHz a 2500 MHz, este rango puede variar según las leyes nacionales o internacionales.

Velocidad	Sensibilidad	Respuesta	Angulo
130	1-13	10	20
80	1-13	5	30
30	1-10	1.2	70
0	0.1-2m	1.5	90

Tabla 2-1 Necesidades de un equipo

### 2.3 Organizaciones

Una norma es algo tomado como una base de comparación. Es un modelo a seguir. Las normas han sido una piedra angular a la revolución de los sistemas de cómputo y la identificación. Sin las normas, los usuarios tendrían contratiempos al comunicarse con otros usuarios; en caso contrario, ganan productividad significativa. Las normas tienen aspectos que benefician, pero al mismo tiempo pueden perjudicar. Un aspecto a favor cuando la norma se encuentra establecida, existe la prueba de características, la cual se sigue a nivel mundial. Un aspecto en contra es que las normas a veces pueden impedir o retrasar nuevos conceptos de entrada al mercado. Generalmente, las políticas de mercado rodean la formación de una norma a la cual se une el apoyo de ingeniería técnica.

En la actualidad, existen las normas que pueden aplicarse en la formación de un nuevo sistema integrado. Estas normas pueden reflejar las condiciones ambientales que necesita un equipo para la su supervivencia, o destacar la seguridad requerida para impedir daño corporal. Para esto, existen laboratorios que para probar y asegurar un producto. En estos productos podremos encontrar etiquetas con el sello de aprobación de UL o de NOM. La finalidad de estas etiquetas es que nos muestren niveles de seguridad para la protección de elementos, ya sea químicos, físicos, biológicos, etc. Existen normas que son respaldadas por organizaciones industriales las cuales son respaldadas internacionalmente.

Las organizaciones de normas que se han dirigido al entorno de identificación de radiofrecuencia son nombradas abajo. Estas organizaciones tienen niveles diferentes de aprobación para normas.

- AAR Asociación de Norma Americana de Ferrocarriles para equipo automático de identificación la cual fue fundada en 1992.
- ANSI Instituto Nacional Americano de Normalización, lleva a cabo la norma para la identificación automática de los contenedores de camiones. Fundada en 1990.
- ATA Asociación de Transporte Americano, especifica una norma para identificación de equipo automática, esta se fundó en 1990.
- IATA Asociación de Transporte Aéreo Internacional recomienda la practica 1640 sobre el uso de la tecnología de radiofrecuencia para identificación automática de dispositivos de carga por unidad.
- ISO La Organización Internacional de Estándar produjo la norma ISO 10374, sobre contenedores y envases de identificación automática, fue fundada en 1991.

Estas organizaciones han aplicado sus normas con un conjunto de intereses comunes para la salud y fiabilidad del sistema de identificación. Si revisamos completamente las normas anteriores veremos que existen referencias significativas para diferentes propuestas de instalación, en las cuales se llega a notar un rigor militar.

Ejemplos de esto son el cuidado de la ubicación de un equipo y su instalación física, la orientación de la antena y su respuesta. El contenido de los datos es el objetivo principal del usuario.

Para entender bien las especificaciones de cada una de las normas es necesario recordar algunos conceptos que en ellas se encuentran. Como es el caso de confiabilidad, exactitud, etc.

La lista siguiente describe algunos de los conceptos relacionados:

- a) Confiabilidad
- b) Exactitud
- c) Vida del Tag
- d) Velocidad
- e) Temperatura
- f) Frecuencia
- g) Posición del Tag
- h) Contenido de datos
- i) Distancia

### a) Confiabilidad

La confiabilidad tiene como finalidad establecer que tan confiable puede ser un equipo. La idea es que los usuarios dependan de esta información. Cuando se dan interrupciones en el flujo de datos la identificación es muy costosa, la reparación se logra manualmente y se tienen retrasos muy significativos en cuanto a tiempo. La confiabilidad esta expresada en términos de porcentaje, la mayoría de los estándares usan la confiabilidad en un margen de error de uno en diez mil o 99.99%.

En un proceso manual la identificación se logra correctamente el 85% de las veces. En comparación significa mil quinientos errores en diez mil, lo que significa una diferencia dramática, ya que el equipo de radiofrecuencia es 99.99% confiable contra el sistema manual que ofrece fiabilidad de 85%.

En la tabla 2-2 tenemos diferentes ejemplos de confiabilidad, la cual muestra un error contra diez mil aciertos para 99.99%. En el nivel de 99.00% existen 100 errores por diez mil. Si se procesó 2,000 objetos un día, quiere decir que en el promedio tendría 20 errores si el sistema arroja una confiabilidad de 99.00%.

Porcentaje	Error por 10,000
99.99	1
99.00	100
95.00	500
85.00	1500

Tabla 2-2 Ejemplos de confiabilidad

### b) Exactitud

La exactitud refiere al proceso donde no existen errores o equivocaciones. Esto significa que cuando el sistema lee la identificación, esta será la identificación del transponder o tag. Las especificaciones en esta área son mucho más demandadas que las especificaciones por confiabilidad. Los presupuestos de una obra son generalmente 99.9999% para exactitud. Esto significa que cuando el sistema produce una identificación, existirá un error en un millón de veces.

### c) Vida del tag

La vida del tag se refiere a cuánto tiempo tiene de vida bajo condiciones normales de trabajo. La vida del tag depende del tipo de encapsulamiento. Las condiciones normales incluyen las condiciones ambientales que son parte de la especificación. Una circunstancia anormal podría ser una situación donde algo está tratando de destruir el equipo más allá de lo que sea considerado normal en la especificación. Un tag puede ser colocado en un automóvil, el uso del auto es normal en su manejo y los viajes del mismo no afectan al tag. Si tomamos el mismo tag del automóvil, se golpea repetidamente con un martillo y lo exponemos a elevadas temperaturas, las circunstancias se consideran fuera de lo normal. El tiempo de vida normal de un tag es de unos 10 años.

### d) Velocidad

Esto se refiere a la velocidad de transferencia de información entre el tag y lector. Hablando en términos generales uno está en una ubicación fija y el otro está en movimiento.

### e) Temperatura

La temperatura limita el buen funcionamiento de lectura y de almacenamiento de datos. Cada componente tiene diferentes límites de temperatura, dependiendo del tipo de tag y de lector los resultados de lecturas a temperaturas bajas o muy elevadas cambian. No se puede comparar un equipo de lectura de oficina contra un equipo que se encuentre a la intemperie a  $-5^{\circ}$  C. Es necesario saber los límites de temperatura que tienen sobre todo el equipo de lectura y dependiendo de este se realiza instalación

### f) Frecuencia

La frecuencia es la norma transmisión y recepción de la energía de radio. La energía es transmitida por una antena y reflejada por el tag. Así la frecuencia usada en este sistema de identificación es que el lector se comunica con el tag.

En América se usa la banda de 902 a 928 MHz, mientras que en Europa 2400 a 2500 MHz. El uso de frecuencias puede variar, dependiendo del estándar de frecuencias que manejen los gobiernos. Ciertos diseños de tags proporcionan la habilidad para ser leído tanto en América como en Europa.

Existen lectoras y tags de alta frecuencia y de baja frecuencia, los cuales se utilizan dependiendo de la necesidad del usuario.

### g) Posición del tag

Cuando se coloca un tag se debe de asegurar que la posición y orientación del tag está en la ubicación recomendada. Así se asegura una correcta lectura y que los objetos que son usados con los tags en conjunto pueden ser con seguridad marcados y leídos. Los usuarios de lectores pueden esperar un tag en cierta ubicación y asegurar que la antena se puede sintonizar para leer el tag en el área donde la etiqueta se encuentre.

### h) Contenido de datos

Las normas también organizan la representación de los campos de datos y maximizan el flujo de información y asegurar la consistencia del uso entre organizaciones. Información como códigos de tipo, tamaños de archivo y campos de usuario son especificados.

### i) Distancia

Se especifica un mínimo y un máximo de distancia de lectura entre el tag y la antena del lector. El cual depende del tipo de tag.

## 2.4 La Norma de ATA

La Asociación Americana de Transporte ATA (American Trucking Association) especifica necesidades para identificación electrónica automática del equipo usado en la transportación de carreteras. El equipo incluye a los tractores, remolques, contenedores y chasis. Se describe un sistema de energía reflexivo en que los equipos de detección emiten ondas radioeléctricas reflejadas por un tag de respuesta. Las ondas radioeléctricas reflejadas indican el código de identificación del equipo, así como su información permanente relacionada.

Para los propósitos de identificación automática, cada unidad del equipo es ajustada con un dispositivo electrónico pequeño, un tag, conteniendo la marca alfanuméricos o código de identificación del equipo e información relacionada. Cuando el tag está en presencia del equipo y o el lector emite ondas radioeléctricas, la etiqueta refleja las mismas ondas radioeléctricas.

El lector descifra las ondas radioeléctricas alteradas para determinar la identificación numérica de la unidad así como otra información predefinida, que está permanentemente codificado y residente en el tag. El lector puede añadir opcionalmente su propio número de identificación. La fecha y hora se puede sumar también. La información es enviada a un sistema de cómputo, registrando la operación del transporte. El sistema sólo exige que el camión de transporte quede cerca de la antena del equipo a una velocidad no mayor a 65 km/h.

### NECESIDADES:

El tag debe soportar altas presiones y alta resistencia a diferentes condiciones ambientales. La vida del tag debe ser mínima de 5 años y no debe recibir mantenimiento alguno. No tendrá porque dañarse en operación normal. Debe operar correctamente dentro del rango de temperatura de  $-45^{\circ}\text{C}$  a  $85^{\circ}\text{C}$  c de grados y mantener la integridad de datos guardados a temperaturas de  $-60^{\circ}\text{C}$  a  $85^{\circ}\text{C}$ .

El tag debe sobrevivir y operar correctamente a la vibración experimentada por el transporte en servicio sobre la carretera. No existe un mínimo o un máximo de potencia en el lector especificado. Sin embargo, un trabajo efectivo de la antena depende de su sensibilidad de lectura y potencia radiada para un adecuado registro sobre la transmisión y recepción de datos.

Se debe cuidar la distancia permitida entre la antena y el equipo lector, las entradas y salidas del equipo, así como las facilidades de mantenimiento. La distancia de lectura entre la antena y el tag depende del tipo de frecuencia que se maneja; En caso de una frecuencia baja no debe de exceder 1m de distancia a 5 km/h, en caso de una frecuencia alta no debe de exceder los 11 metros a 65 km/h.

### FORMATO DE DATOS:

El tag es compuesto de un mínimo de 128 bits de memoria no volátil que puede ser dividido en dos secciones. La primera sección es compuesta de los bits de datos que se distribuyen para necesidades de proceso y la segunda sección es compuesta de los bits de datos que son disponibles para uso general.

Las necesidades de proceso incluyen comprobación de error, detección de inicio y fin del tag, indicador del tipo de formato de datos utilizados en el tag y proporciona un bit de seguridad para evitar tag duplicados. 26 bits son usados para necesidades procesales y 102 bits son para uso general.

Además, existen 12 bits reservados para propósitos de seguridad. Sin embargo, si la seguridad no es deseada, estos bits se pueden utilizar para uso general. La tabla 2-3 muestra los bits reservados para necesidades de proceso.

Campo de asignación	Posición de Bit
Suma de primera verificación	60, 61
Marcador de tablas de reserva	62, 63
Seguridad	106 - 117
Formato de código	118 - 123
Suma de segunda verificación	124 - 125
Marcador de tablas	126, 127
Posiciones posibles de bits	0 – 127

Tabla 2-3 Necesidades de proceso

Los campos son asignados en una moda jerárquica a fin de acelerar la información por el procesador de datos. El procesador de datos lee el código de formato de datos para determinar si el tag se debe descifrar o ignorar. Por ejemplo: en algunos casos el procesador de datos deseará ignorar todas las etiquetas excepto las especificadas para la autopista (norma de ATA) o cargueros marinos (norma de ISO). Una vez que ha sido procesado el código de formato, el procesador de datos revisa el tipo de tag para determinar la configuración, capacidad y memoria de la etiqueta. Después, el procesador examina un determinado equipo, marcando a qué grupo pertenece. Por ejemplo, el procesador puede ignorar o procesa los equipos que sean de renta o los remolques.

El tag debe ser montado de forma permanente y las dimensiones normales no deben exceder las medidas de 30 x 6.0 x 2.0 cm. El tag debe ser colocado de preferencia, en un área que no sea metálica. El tag si puede ser fijado al metal, pero se debe considerar que existirán pérdidas del campo magnético en la antena del tag, por lo tanto se debe separar 3 cm del metal con algún plástico o algún componente que no dañe el campo magnético del tag.

## TEMA 3. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO RI-RFM-104B

En esta parte se describe el funcionamiento del módulo interno al equipo de radiofrecuencia RI-RFM-104B y que se muestra en la figura 3-1.



Figura 3-1 Módulo interno

### 3.1 Diagrama de bloques

El correspondiente diagrama de bloques es mostrado en la figura 3-2 y corresponde al esquema eléctrico del módulo de radio frecuencia RI-RFM-104B de Texas Instruments.

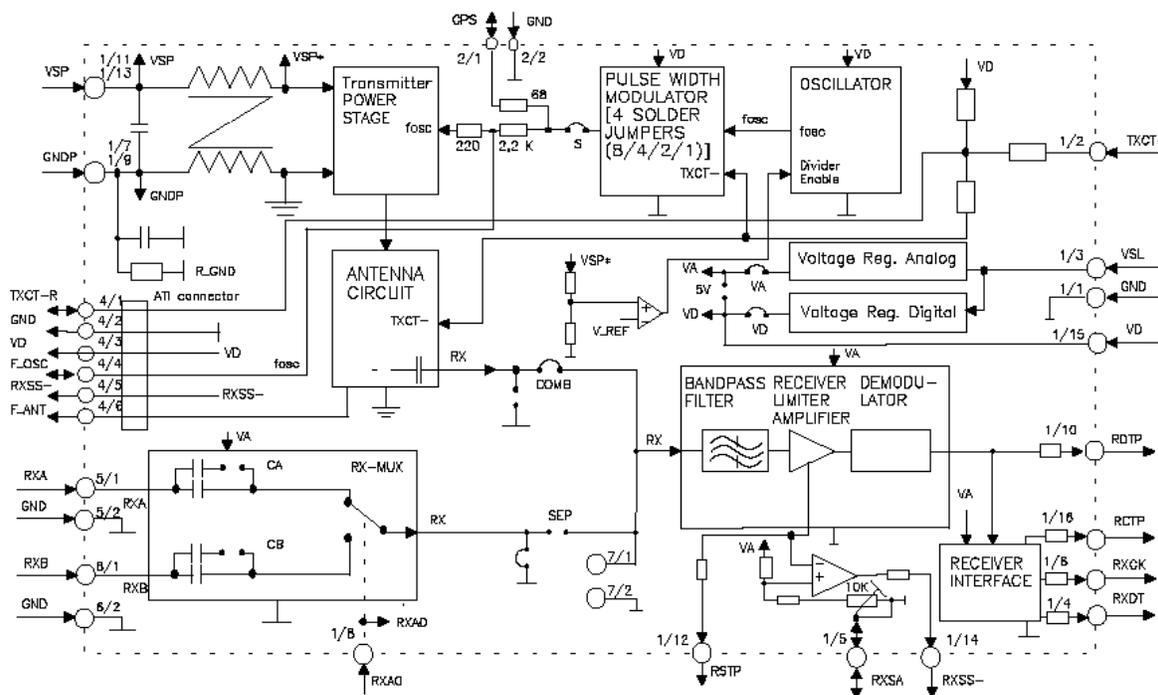


Figura 3-2 Diagrama de bloques

### 3.2 Especificaciones

Este tema proporciona los detalles de las especificaciones de operación eléctrica y de tiempo, a través de las tablas 3-1, 3-2 y 3-3, las cuales se necesitan para usar el equipo RFID correctamente.

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Símbolo	Parámetros	Min	Nor	Max	Unidad
V_VD	Salida de voltaje	4.75	5.0	5.25	V
I_VSL	Suministro para parte lógica y receptora <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ modo de recepción</li> <li>▪ modo de transmisión</li> </ul>		9.0 11.0		MA mA
V_TX_off	Switch off del nivel de umbral para la potencia del transmisor de VSP en fuente de voltaje	16.13	18.0	20.0	V
ViL	Voltaje mínimo de entrada de TXCT- and RXA0	0		0.8	V
ViH	Voltaje máximo de entrada de TXCT- and RXA0	2.4		5.0	V
VoL	Voltaje mínimo de salida de RXDT and RXCK	0		0.8	V
VoH	Voltaje máximo de salida de RXDT and RXCK	4.0			V
VoL_R	Voltaje mínimo de salida de RXSS-			0.8	V
VoH_R	Voltaje máximo de salida de RXSS- (1)				
Fan-In	Potencia mínima de entrada Schottky compatible con las señales TXCT- and RXA0 (lin = -400 (A)			1	
I_IN-TXCT-	La corriente de entrada para señal TXCT- , cuando el accesorio RI-ACC-ATI1 está conectado	2.0	2.5	3.0	mA
Fan-Out	Potencia mínima de salida Schottky compatible con las señales RXDT y RXCK			1	-
FanOut_RI	Potencia mínima de salida Schottky compatible con la señal RXSS- (nivel mínimo)			1	-
FanOut_Rh	Potencia mínima de salida Schottky compatible con la señal RXSS- /nivel máximo) (1)				
I_ST1	Longitud de cable para unir ST1 del módulo de RF a una unidad de control usando cable plano		0.5	2.0	M
I_RXSA	Longitud de cable para unir resistencias externas para RXSA usando par de torcido		0.5	5.0	M
I_CPS	Longitud de cable para unir en fase la sincronización de comunicación entre dos módulos de RF		1.0	5.0	M
n_CPS	El número del osciladores esclavos de los módulos de RF que puede manejar de un oscilador maestro		1	5	-
R_D1	Resistencia de humedad de antena adicional R_D1 (+/- 5%)	760	800	840	Ohm
R_D2	Resistencia de humedad de antena adicional R_D2 (+/- 5%)	288	303	R318	Ohm
d_R_D1	El amortiguamiento del campo adicional, usando el puente D1 (el R_D1) en combinación con RI_ANT-G01E		10		dB
R_DAMP	Resistencia de amortiguamiento de antena (+/-2.5%)	78	80	82	Ohm
L_TUNE	La inductancia de la bobina sintonizadora de antena	1.3	3.0	4.7	μH
C_ANT	Capacidad de resonador de antena (+/- 2.5%)	45.8	47.0	48.2	nF
R_GND	La resistencia de desacoplamiento entre GND y GNDDP (+/- 5%)	31.3	33	34.7	Ohm

(1) RXSS- tiene una resistencia interna operativa 10 KOhm. Por lo tanto los parámetros VoH\_R, FanOut\_Rh y T\_ro\_R dependen de los componentes externos específicos de la aplicación.

Tabla 3-1 Características eléctricas

## CONDICIONES DE OPERACIÓN

Las pruebas se hicieron a una temperatura de 25 °C.

Símbolo	Parámetro	Min	Nor	Unidad
V_VSP	Suministro de voltaje de la fase del transmisor de potencia	5.0	14.0	V
I_VSP	Suministro de corriente de la fase del transmisor de potencia		1.2	A
P_VSP	Potencia de entrada de transmisor (I_VSP * V_VSP)		16.8	W
V_ANT	Voltaje de resonancia de antena		240	V <sub>peak</sub>
V_ANT-ATI	Voltaje mínimo de resonancia de antena para operación de ATI	25		V <sub>peak</sub>
V_VSL	Voltaje de entrada para la parte lógica	6.0	25.0	V
I_VD	Carga de corriente externa en regulación interna suministrada a voltaje de salida		1.0	MA

Tabla 3-2 condiciones de operación

## CARACTERÍSTICAS DE TIEMPO

Símbolo	Parámetros	Min	Nor	Max	Unidad
t_TX	Longitud de transmite para correcta operación (1)	5	50	100	Ms
f_OSZ	Frecuencia de oscilador interno	4.2937	4.2944	4.2951	kHz
f_TX	Frecuencia de salida del transmisor	134.18	134.20	134.22	kHz
f_mRX	Frecuencia de receptor central		128.2		kHz
b_RX	-3 dB el ancho de banda del receptor		22.0		kHz
t_valid_b	El tiempo de la señal de datos RXDT válido antes de la señal RXCK	15	60	129	µs
t_valid_a	El tiempo de la señal de datos RXDT válido después de la señal RXCK	15	60	120	µs
t_ri	Tiempo de carga y caída de señal de entrada de TXCT- y RXA0			1	µs
t_fi				1	µs
t_ro	Tiempo de carga y caída de señal de salida de TXCT- y RXA0			1	µs
t_fo				1	µs
t_ro_R	Tiempo de carga de señal de entrada de RXSS-	(ver 2)			
t_fo	Tiempo de caída de señal de entrada de RXSS-			1	µs
tss_01TI	El tiempo de retardo de la inclinación positiva de TXCT- para la señal de inclinación positiva de RXSS- (sensibilidad máxima)	500	1000	1500	µs
tss_10Tr	El tiempo de retardo de la inclinación negativa de TXCT- para la señal de inclinación negativa de RXSS- (sensibilidad mínima)	50	100	200	µs
t_short	Tiempo máximo del cortocircuito entre las terminales de al antena GNDA y ANT. Las terminales cortas de al antena puede causar daño permanente al módulo de RF durante la operación.			10	S

- (1) Debido a los parámetros del tag es necesario tener un tiempo de carga mínimo de 15 MS.  
 (2) RXSS- tiene una resistencia interna operativa de 10 KOhm. Por lo tanto los parámetros VoH\_R, FanOut\_Rh y T\_ro\_el R depende de aplicación componentes externos específicos.

Tabla 3-3 Características de tiempo

### 3.3 Conectores

La vista inferior del módulo de RFID es mostrada en la figura 3-3. El conector ST1 consta de 16 pines, estos llevan las líneas de voltaje de potencia, de datos, y de control.

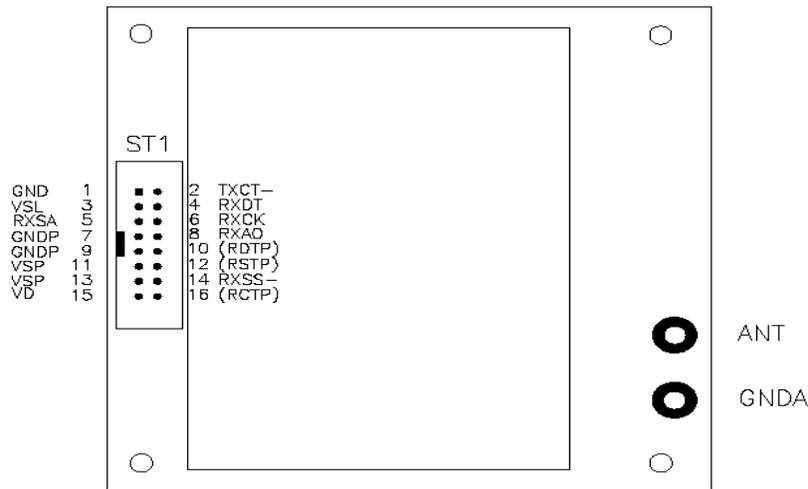


Figura 3-3 Vista inferior del módulo RFID

La tabla 3-4 muestra las funciones de los pines para el conector ST1. El tipo de conector es el llamado amperio match con número de serie 281273-1.

# Pin	Símbolo	Dirección	Descripción
1	GND	Entrada	Tierra de lógica
2	TXCT-	Entrada	Entrada de control de transmisión para la activación del transmisor (actividad baja, resistencia interna pull-up).
3	VSL	Entrada	Fuente de voltaje para parte lógica y receptor
4	RXDT	Salida	Nivel lógico compatible con receptor de datos de señal de salida
5	RXSA	Ent/Sal	Intensidad de señal de recepción ajustado para nivel de umbral de RXSS-
6	RXCK	Salida	Nivel lógico compatible con la salida de reloj
7	GNDP	Entrada	Tierra de fase de potencia de transmisor
8	RXA0	Entrada	Receptor de señal selecta del canal multiplexor (resistencia interna pull-up seleccionando un canal por default).
9	GNDP	Entrada	Tierra de fase de potencia de transmisor
10	(RDTP)		Prueba de pin de recepción (sin conexión)
11	VSP	Entrada	Fuente de voltaje para fase de potencia del transmisor
12	(RSTP)	Salida	Prueba de pin de receptor (sin conexión, para instalación)
13	VSP	Entrada	Fuente de voltaje para fase de potencia del transmisor
14	RXSS-	Salida	Potencia de salida de señal de receptor (actividad baja)
15	VD	Ent/Sal	Regulación interna de lógica de voltaje de entrada / Regulación interna de lógica de voltaje de Salida
16	(RCTP)		Prueba de pin de recepción (sin conexión)

Los pines GNDP y GND deben ser unidos en conjunto externamente, de otra manera el módulo de RF puede ser dañado permanentemente.

Tabla 3-4 Funciones de ST1

La parte superior del módulo de RF es mostrado en la figura 3-4. Los conectores ST2, ST4, ST5, ST6 y las terminales de antena se encuentran en la parte superior.

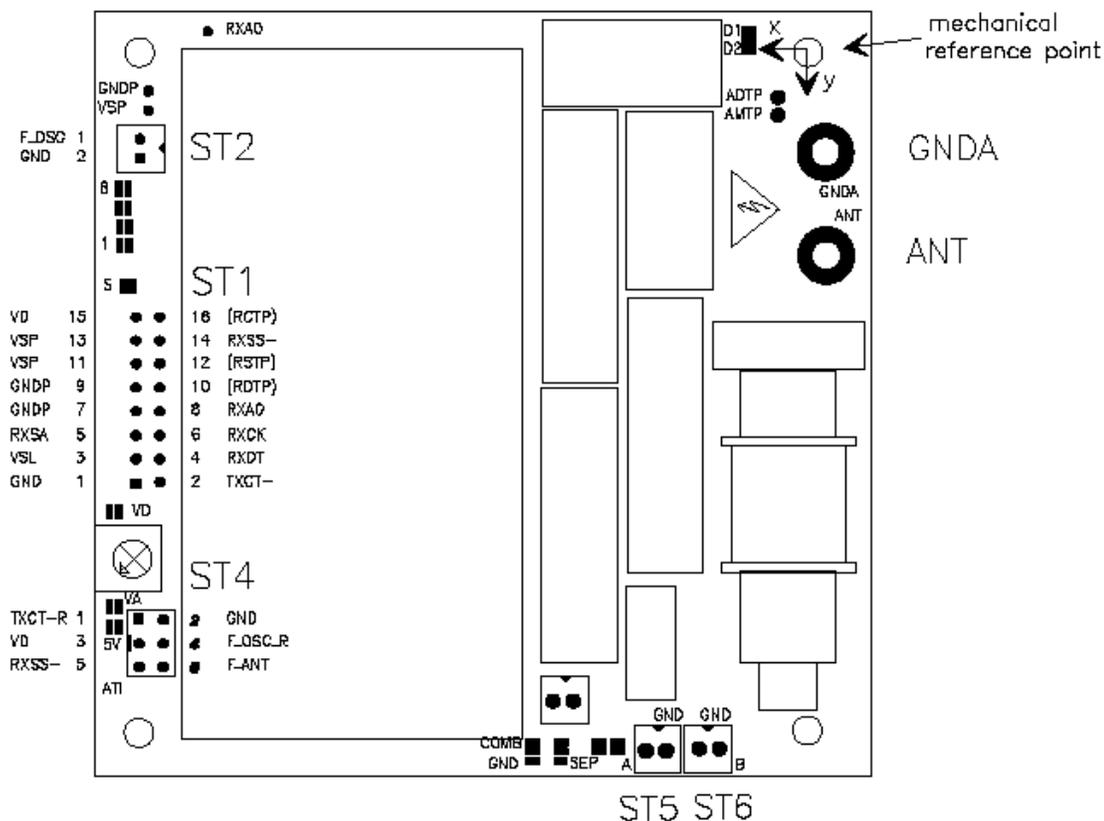


Figura 3-4 vista superior del módulo RF

El conector ST2 consta de 2 pines de transmisión para las fases del módulo de sincronización, el conector ST4 une el módulo de afinación de antena para control de resonancia, GNDA y los conectores de antena.

La tabla 3-5 muestra las funciones de los pines para el conector ST2. El tipo de conector es AMP-Quick 828548-2.

# Pin	Símbolo	Dirección	Descripción
1	F_OSC	Ent/Sal	Señal de transmisión de oscilador en amplitud modulada: - Salida para módulo del oscilador maestro. - Entrada para módulo del oscilador esclavo.
2	GND	Entrada	Tierra Lógica

Tabla 3-5 Funciones de ST2

## DESCRIPCION DEL EQUIPO RI-RFM-104B

La tabla 3-6 muestra las funciones de lo pines del conector ST4: El tipo de conector es de pines de 6 polos, de 2 filas con 2.54 mm de espacio.

# Pin	Símbolo	Dirección	Descripción
1	TXCT-R	Entrada	Señal de comunicación de control de transmisión en resistencia (Actividad baja)
2	GND	Salida	Tierra de lógica
3	VD	Salida	Regulador interno lógico de voltaje de salida.
4	F_OSC-R	Ent/Sal	Señal de transmisión de oscilador en amplitud modulada en resistencia
5	RXSS-	Salida	Intensidad de salida de receptor ( actividad baja)
6	F_ANT	Salida	El señal de salida de frecuencia del sintonizador de la antena (abra cobrador)

Tabla 3-6 Funciones de ST4

La tabla 3-7 muestra las funciones de los conectores de antena: Se utilizan tornillos M3.

# Pin	Símbolo	Dirección	Descripción
1	RXA, RXB	Entrada	Sintonización de recepción de antena
2	GND	Entrada	Tierra

Tabla 3-7 Funciones de ST5, ST6

La configuración básica de las señales de entrada TXCT- y RXA0 y las señales de salida RXDT y RXCK son mostradas en la figura 3-5.

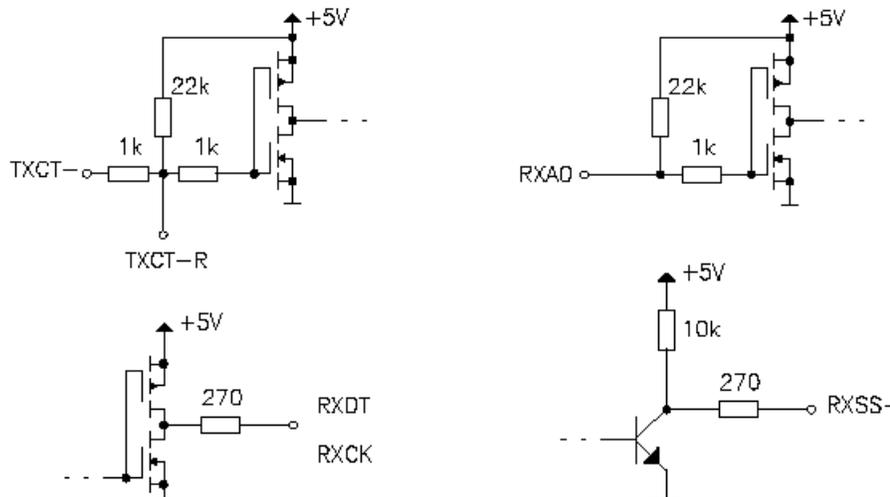


Figura 3-5 Señales de entrada y salida

### 3.4 Puentes

Este tema proporciona un sumario de toda la selección de posiciones para los puentes (jumper) de control.

Todos los puentes en el módulo de RFID tienen un uso especial. Se muestran dos tipos de tablas: La tabla 3-8 muestra los puentes en orden alfabético, de la tabla 3-9 a la tabla 3-12 muestra los puentes por función.

Puente	Función	Configuración
1	Configuración de amplitud de impulso (LSB)	Ver tabla 12
2	Configuración de amplitud de impulso	Ver tabla 12
4	Configuración de amplitud de impulso	Ver tabla 12
8	Configuración de amplitud de impulso (MSB)	Ver tabla 12
5V	Selección de fuente de poder	Cerrada = Fuente regulada Abierta = Fuente no regulada
CA	Selección de antena	Cerrada = Antena normal TI-RFID Abierta = Antena normal TI-RFID solo de antena RX
CB	Selección de antena	Cerrada = Antena normal TI-RFID Abierta = Antena normal TI-RFID solo de antena RX
COMB	Selección de antena	Cerrada = Antena combinada TX / RX
D1	Disminución de transmisión de la antena	Cerrada = Antena G01E
S	Sincronización de fase de señal portadora	Cerrada = Oscilador Maestro (ó único modulo RFID) Abierta = Oscilador Esclavo
1	Configuración de amplitud de impulso (LSB)	Ver tabla 12
SEP	Selección de antena	Abierta (a tierra) = Antena combinada TX / RX
VA	Selección de fuente de poder	Cerrada = Fuente no regulada Abierta = Fuente regulada
VD	Selección de fuente de poder	Cerrada = Fuente no regulada Abierta = Fuente regulada

Tabla 3-8: Lista alfabética

Puente	Función	Configuración
1	Configuración de amplitud de impulso (LSB)	Ver tabla 12
2	Configuración de amplitud de impulso	Ver tabla 12
4	Configuración de amplitud de impulso	Ver tabla 12
8	Configuración de amplitud de impulso (MSB)	Ver tabla 12

Tabla 3-9 Puentes de configuración de amplitud de impulso

## DESCRIPCION DEL EQUIPO RI-RFM-104B

Puente	Función	Configuración
5V	Selección de fuente de poder	Cerrada = Fuente regulada Abierta = Fuente no regulada
VA	Selección de fuente de poder	Cerrada = Fuente no regulada Abierta = Fuente regulada
VD	Selección de fuente de poder	Cerrada = Fuente no regulada Abierta = Fuente regulada

Tabla 3-10 Puentes de fuentes de poder

Si desea usar la antena de TI-RFID (RI-ANTG04E) y necesita disminuir la potencia de salida puede lograrlo usando el puente D1.

Puente	Función	Configuración
COMB	Selección de antena	Cerrada = Antena combinada TX / RX Abierta (a tierra) = Antenas separadas en TX y RX
SEP	Selección de antena	Cerrada = Antenas separadas en TX y RX Abierta (a tierra) = Antena combinada TX / RX
CA	Selección de antena	Cerrada = Antena normal TI-RFID Abierta = Antena normal TI-RFID solo de antena RX
CB	Selección de antena	Cerrada = Antena normal TI-RFID Abierta = Antena normal TI-RFID solo de antena RX
D1	Disminución de transmisión de la antena	Cerrada = 10 dB de moderación para antena G01E

Tabla 3-11 Puentes de selección de Antena

Puente	Función	Configuración
S	Sincronización de fase de señal portadora	Cerrada = Oscilador Maestro (ó único modulo RFID) Abierta = Oscilador Esclavo

Tabla 3-12 Puentes de sincronización Maestro / Esclavo

### 3.5 Diagramas eléctricos

El módulo de RFID tiene dos reguladores de voltaje incorporados para suministrar voltaje separadamente a la parte lógica y a la parte receptora. La entrada no regulada de voltaje para estos reguladores se une a los pines VSL y GND.

Opcionalmente, la parte lógica y la parte receptora pueden unirse a una corriente regulada de +5 V. Cuando se usa esta opción, se hace un puente en el módulo de RFID. El voltaje regulado +5 V sirve como sustituto para VD y lo anterior se muestra en la figura 3-2.

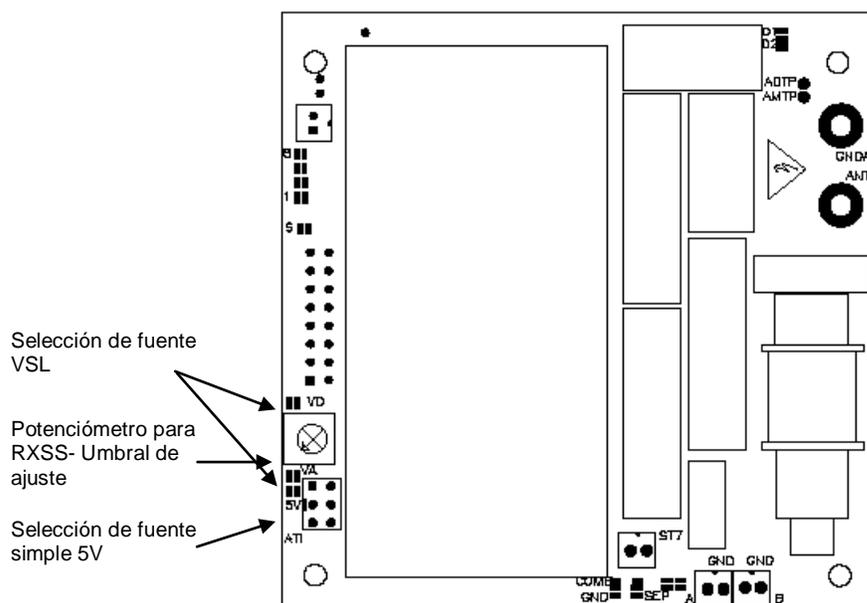


Figura 3-6 Voltajes de operación

La fuente de poder sustituye a VSP y GNDP. Debido a la corriente alta para la fase de potencia, estas vías de abastecimiento son separadas de las vías de abastecimiento de lógica.

La fuente de poder necesita un voltaje extremadamente regulado pues no existe una estabilización en el módulo de RFID.

Los pines de tierra para la parte lógica y de transmisión no están unidos internamente, a fin de evitar problemas con los pines de GNDP. GND y GNDP deben unirse externamente.

La fase de potencia es internamente unida a GNDP y VSP por una bobina de choque de modo común, a fin de reducir interferencia electromagnética (EMI) en las vías de abastecimiento.

La fuente de poder puede variar de +5V a +14V. Esto significa que el VSP de abastecimiento y VSL pueden estar unidos cuando el voltaje de aprovisionamiento es de más +6V.

El módulo de RFID puede servir con una sencilla fuente de +5V.

La frecuencia de transmisión es generada por un oscilador cristalino controlado. La alta frecuencia cristalina es dividida para conseguir la frecuencia de transmisión de 134.2 KHz.

El oscilador tiene una protección para la fase de potencia contra una sobrecarga. Cuando la fuente de poder VSP del voltaje de aprovisionamiento se excede accidentalmente al máximo absoluto el oscilador es incapacitado.

La frecuencia de transmisión (134.2 kHz) del oscilador se alimenta del modulador de amplitud de impulso (PWM). Mediante puentes, el PWM se adapta la amplitud de impulso entre 3% y 50% en 16 pasos binarios. Como ejemplo de dos osciladores diferentes de amplitud del impulso se muestra la figura 3-7. Disminuir los 134.2 kHz de frecuencia en relación con la amplitud de impulso, es causa de disminución de la transmisión generada.

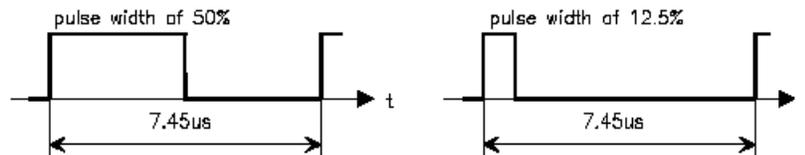


Figura 3-7 Anchura del impulso

Así es posible ajustar la fuerza de campo generada seleccionando relaciones de amplitud de impulso diferentes.

El PWM y el transmisor son activados para unir la señal de TXCT- hacia tierra. La entrada de TXCT- tiene una resistencia operativa de pull-up interno.

En ciertas aplicaciones es necesario usar varias antenas operativas de carga mutuamente cercana. En esas circunstancias los campos magnéticos generados por diferentes antenas se interceptan mutuamente y causar un efecto fatigado en el campo operativo de la carga magnética, debido a la ligera diferencia de transmisión de los módulos de RFID.

Este efecto no ocurre cuando los transmisores que alimentan a las diferentes antenas se manejan por el mismo oscilador. Para este propósito el módulo de amplitud de impulso es accesible al conector ST2. Todos los módulos de RFID pueden manejarse por un oscilador y deben tener sus conectores de ST2 unidos. Un puente adicional selecciona si se usan el oscilador interno o la señal de un oscilador externo. Cuando el puente "S" está cerrado, el oscilador interno es usado y el módulo de RFID es mencionado para como un oscilador maestro. Cuando el puente "s" está abierto, la señal de un oscilador externo es usada y se le llama oscilador esclavo. En un sistema sincronizado, se permite un módulo maestro y hasta 6 módulos esclavos.

Finalmente el módulo de amplitud de impulso del oscilador se retroalimenta de la fase de potencia de transmisión. La fuente de poder amplifica las señales del

oscilador y alimenta la señal del circuito de la antena para generar el campo operativo de la carga.

El circuito que contiene a la antena se puede ver en la figura 3-8.

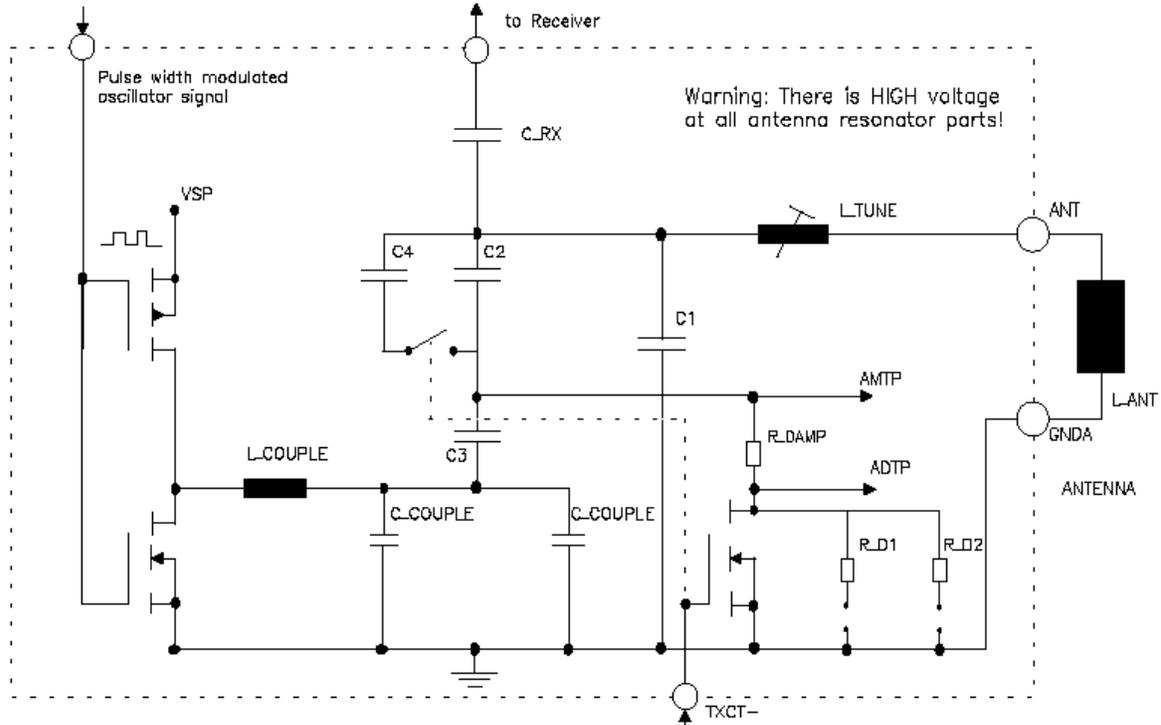
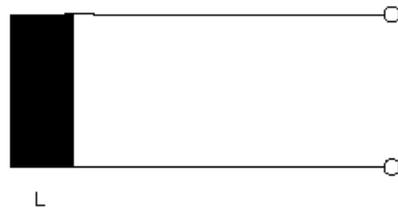


Figura 3-8 Circuito que contiene a la antena

La antena está formada por una espiral y un capacitor de resonancia que transmite a una frecuencia de 134.2 Jhs. El resonador inductivo consiste en una bobina sintonizadora LATINE y la antena espiral L\_ANT. La antena espiral genera el campo magnético. La resonancia capacitiva consiste de un capacitor C1 conectado en paralelo a los capacitores C2, C3 y el C\_COUPLE, los cuales están conectados en serie. La unión en serie y en paralelo es necesaria por el alto voltaje de resonancia y el flujo de corriente en el resonador.



L  
L-typ = 27µH Q min = 100 (TIRIS Standard Antennas)

Figura 3-9 Antena estándar

## DESCRIPCION DEL EQUIPO RI-RFM-104B

---

A fin de conseguir un alto voltaje de resonancia y así como un gran campo magnético, el circuito de la antena se sintoniza. Para ese propósito se utiliza la bobina L\_TUNE. Esta espiral es conectada en serie con L\_ANT y de este modo es posible cambiar la inductancia total del resonador.

El sintonizador L\_TUNE debe manejarse con un desarmador de plástico, pues un el utilizar un desarmador de metal afectaría la inductancia del espiral, lo cual nos perjudica para una afinación correcta.

Un modelo reciente de este equipo, sustituyo el sintonizador L\_TUNE por un módulo de puentes. El cual realiza la variación de inductancia por medio de los diferentes puentes que cuenta este módulo.

La resonancia de la antena se dirige hacia una fuente MOS FET de la fuente de transmisión por la bobina de acoplamiento L\_COUPLE.

El resonador de la antena se disminuye después de cortar la transmisión, cuando el módulo de RFID trabaja en modo de recepción. Para esta tarea se acostumbra un semiconductor MOS FET de óxido metálico, el cual se conecta a una resistencia disminuida R\_DAMP en paralelo con el resonador de antena. Además, cuando el circuito de amortiguamiento es activo, el capacitor C4 es desconectado a fin de adaptar la frecuencia de resonancia de antena para ancho de banda de filtro apropiado.

En ciertos casos, cuando se necesita una fuerza del campo baja en antenas grandes es necesario disminuir el resonador de antena, adicionalmente se une a las resistencias de disminución R\_D1 o R\_D2. Previo a esto, se debe seleccionar R\_D1 ó R\_D2 uniendo los pines de puentes correspondientes (ver la figura 5-6).

El circuito de antena puede recibir la señal del tag. La señal recibida se conecta por el capacitor C\_RX para el circuito de recepción.

La bobina de acoplamiento L\_COUPLE opera con un alto flujo magnético. Debido a que este flujo magnético cambia regularmente, es posible que exista un ruido audible significativo.

La señal de recepción de un tag esta modula por conmutación de frecuencia (FSK) que puede transmitirse a la baja y alta frecuencia de 134.2 KHz y 123.2 KHz respectivamente. La señal es recibida por el la antena, que se acopla al receptor capacitivo.

Como se ha explicado, existen tres opciones para la antena de recepción. La antena funciona en transmisión, en recepción y combinada. Para usar la antena, se cierra el puente de pines COMB. Para mantener antenas separadas se cierra el

punto de pines SEP a fin de unir el multiplexor de recepción a la antena receptora.

Al usar el multiplexor de recepción, el canal activo de recepción es seleccionado por la señal de entrada RXA0 (ver la figura 3-2). Esta entrada tiene una resistencia operativa de pull-up interna. El canal utilizado por default es el A cuando RXA0 no se encuentra conectado. Cuando se conecta RXA0 a tierra el canal de recepción es el B.

Existe una alternativa para las antenas de recepción. Las antenas combinadas se pueden utilizar como receptoras, solo se necesita instalar un capacitor y una resistencia variable. El bloque esquemático de esta antena se muestra en la figura 3-10. Por usar este tipo de antena, los puentes adicionales deben permanecer cerrados (ver la figura 3-6).

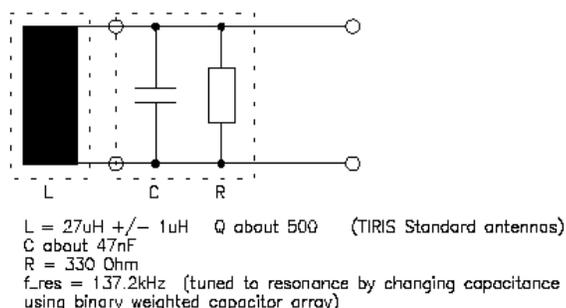


Figura 3-10 Antena estándar 1 utilizada para recepción

La señal recibida en la antena es enviada al receptor. El receptor contiene un filtro selector paso banda con un ancho de banda de -3 dB y de 22 KHz. Después del filtro paso banda, la amplitud de señal es incrementada por el amplificador y posteriormente demodulada. La interfaz de recepción convierte la señal demodulada en señal TTL con lógica HCMOS, que hace compatible las señales de datos RXCK y RXDT que contienen a los datos recibidos por el tag.

El RXCK es la señal de reloj de referencia para descifrar la corriente de datos de RXDT. La señal de RXCK cambia de un nivel "bajo" a un nivel "alto" a medida que cada bit de dato y la señal de RXDT es validado antes y después este grado positivo va oblicuamente sólo para cierta ventana de tiempo. La configuración de los circuitos para las señales RXDT y RXCK es mostrada en la figura 3-11.

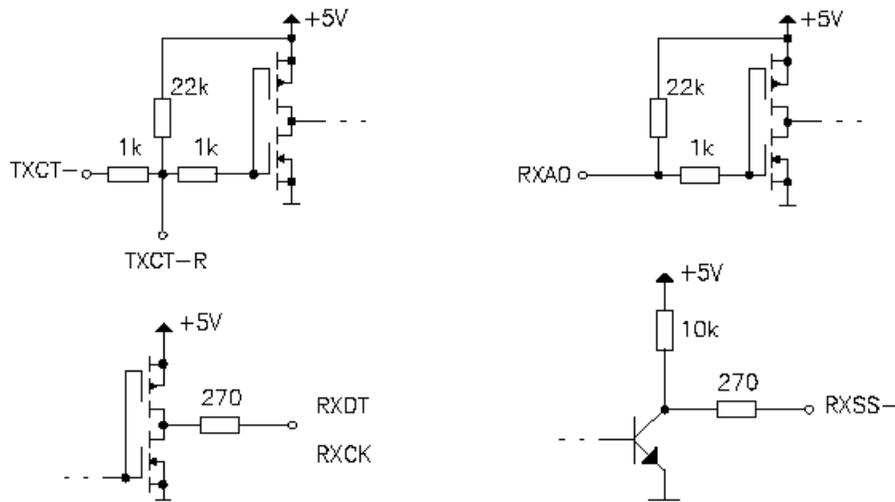


Figura 3-11 Circuitos para las señales de datos y reloj

El receptor de RF también tiene incorporado un detector de intensidad de señal. La intensidad de señal de recepción es indicada por la salida digital RXSS-. RXSS, que se vuelve activo cuando la intensidad de señal de RF de recepción excede un nivel definido. Este nivel de umbral se puede ajustar con un potenciómetro en el módulo de RF. El potenciómetro es localizado el conector cercano ST1 (ver la figura 3-2 y figura 3-6).

La salida de RXSS detecta cuando otras unidades lectoras en el área están transmitiendo y de este modo se puede hacer una sincronización inalámbrica de varias unidades de lectura.

### 3.6 Módulo Controlador

Aquí se proporciona información sobre cómo usar el módulo controlador. También la información para todas las entradas y salidas de los módulos de Control siguientes: RI-CTL-MB2A y RI-CTL-MB6A.

El módulo controlador de la serie 2000 es la interfaz entre un módulo de radiofrecuencia de TIRIS y un anfitrión predominante, la cual normalmente es una PC. Controla la transmisión y recibe funciones del RFM según los comandos del anfitrión para enviar y recibir los datos de un tag de TIRIS. Descifra la RF recibida y comunica el número de identificación del tag, verifica la validez y maneja la conversión de protocolo para una interfaz serial estándar.

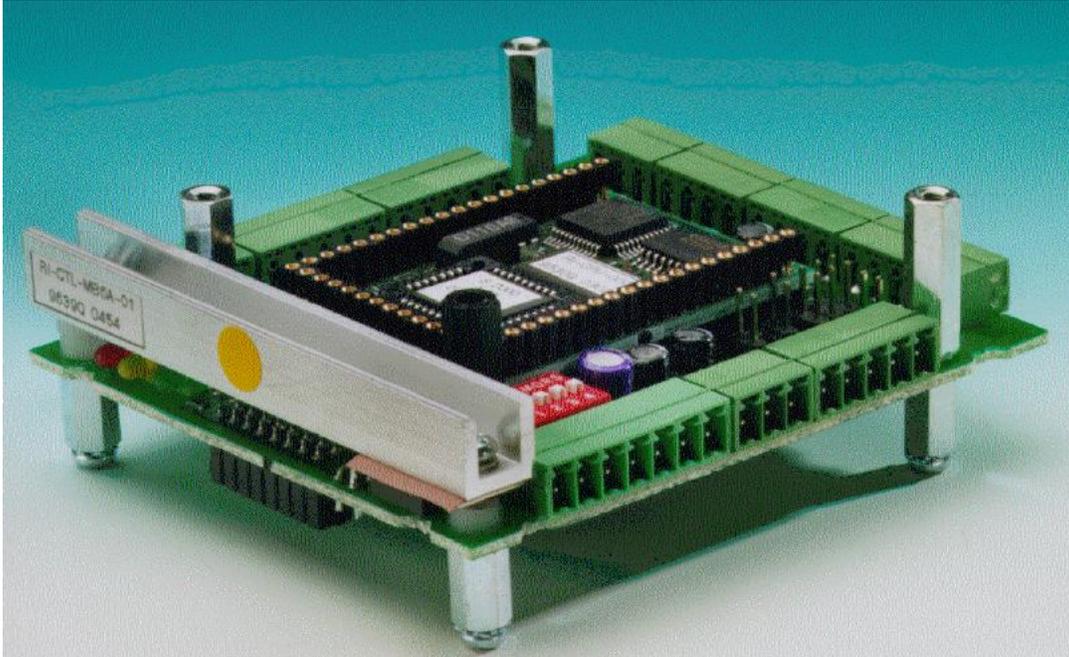


Figura 3-12 Módulo controlador

El módulo de control ofrece dos interfaces seriales diferentes:

1. El RI-CTL-MB2A para comunicación punto a punto por la vía de una interfaz de RS232C
2. El RI-CTL-MB6A para punto a punto por la vía de una comunicación de interfaz de RS422, o punto a multipunto por la vía de una interfaz de RS422/485.

También existen dos protocolos de comunicaciones disponibles: el protocolo Bus TIRIS usa ambas interfaces, punto a punto y multipunto, mientras que el protocolo de ASCII utiliza el sistema punto a punto.

El módulo de control puede ser configurado por la interfaz llamada de service/configuration o la interfaz serial estándar, según las necesidades específicas de la aplicación. El módulo de control tiene ocho configuraciones digitales de entrada y salida, que pueden definirse por el usuario; dos abren colectores de salida. Incluye una sincronización inalámbrica y un puerto que permite una sincronización reforzada por un alambre para evitar interferencia entre lectores que se localicen cerca. Se pueden ver tres diodos emisores de luz, los cuales muestran el estado de operación del módulo.

## DESCRIPCION DEL EQUIPO RI-RFM-104B

El módulo de control S2000 trabajan junto con los módulos de radiofrecuencia mostrados en la tabla 3-13.

Tipo de RFM	Número	Número de guía de referencia
RFM de alto rendimiento	RI-RFM-007B	11-06-21-042
RA-RFM de alto rendimiento	RI-RFM-008B	11-06-21-047
RFM estándar	RI-RFM-104B	11-06-21-035

Tabla 3-13 Módulos de RF compatibles con el S2000

### 3.6.1 Especificaciones

A continuación se muestran las tablas de 3-14 a 3-22, donde se puede ver a las recomendaciones, condiciones de operación y características eléctricas y de control; para la interfaz ST21 con diferentes tipos de conectores.

Parámetro	Descripción	Condición	Min	Tipo	Max	Unidad
V <sub>TXD</sub>	Variación de voltaje de salida	TXD dirige una carga de 3 K Ohm a tierra	±5		±9	Volt
V <sub>RXD</sub>	Rango de voltaje de entrada		-30		30	Volt
V <sub>DTR</sub>	Voltaje de entrada de DTR		-30		30	Volt
V <sub>DSR</sub>	voltaje de salida de DSR	DSR dirige una carga de 3 K Ohm a tierra	3.5	4.1	V <sub>CC2</sub>	Volt
V <sub>RXD_TRES</sub> Bajo Alto	Umbral de entrada de RXD	V <sub>CC2</sub> = 5 V	2.4		0.8	Volt
V <sub>DTR_TRES</sub> Bajo Alto	Umbral de entrada de DTR	V <sub>CC2</sub> = 5 V 1.6	1.16 2.25		3.15 3.85	Volt
I <sub>TXD</sub>	Corriente de cortocircuito	TXD se conecta a tierra de duración infinita		±18		mA
R <sub>RXD</sub>			2	5	7	Ohm
I <sub>DTR</sub>	corriente de DTR	V <sub>DTR</sub> = 12 V	3.6	3.8	4.1	mA

Tabla 3-14 Interfase de comunicación ST21 tipo RS-232

Parámetro	Descripción	Condición	Min	Tipo	Max	Unidad
V <sub>SERV_TXD</sub>	Oscilación de voltaje de salida	SERV_TXD dirige una carga de 3 K Ohm a tierra	±5		±9	Volt
V <sub>SERV_RXD</sub>	Rango de voltaje de entrada		-30		30	Volt
I <sub>SERV_TXD</sub>	Corriente de cortocircuito	SERV_TXD se conecta a tierra de duración infinita		±18		mA
R <sub>SERV_RXD</sub>	Resistencia de entrada		3	5	7	Ohm

Tabla 3-15 ST23 Interfase de Configuración / Servicio

## DESCRIPCION DEL EQUIPO RI-RFM-104B

Parámetro	Descripción	Condición	Min	Tipo	Max	Unidad
V <sub>i</sub> , V <sub>ic</sub>	Voltaje a cualquier terminal del bus (separada o modo común)		-7		+12	Volt
V <sub>id</sub>	Diferencial de voltaje de entrada	El diferencia Input / output de voltaje es medido con respecto a las terminales no invertidas RX+ / TX+ con respecto a las terminales invertidas RX- / TX-	±12			Volt
V <sub>o</sub>	Voltaje de salida	I <sub>o</sub> = 0	0		V <sub>CC2</sub>	Volt
I <sub>o</sub>	Corriente de salida	Salida inhabilitada; V <sub>o</sub> = 12 V			1	mA
I <sub>OH</sub>	Corriente de salida de alto nivel	TX+, TX- RX+, RX-			-60 -400	mA μA
I <sub>OL</sub>	Corriente de salida de bajo nivel	TX+, TX- RX+, RX-			60 8	mA mA
I <sub>OS</sub>	Corriente de salida en cortocircuito	La duración no debe exceder un segundo V <sub>o</sub> = 0 V V <sub>o</sub> = V <sub>CC2</sub>			-150 250	mA mA
V <sub>OD1</sub>	Diferencial de Voltaje de salida	I <sub>o</sub> = 0	1.5		V <sub>CC2</sub>	Volt
V <sub>OD2</sub>	Diferencial de Voltaje de salida	R <sub>L</sub> = 54 Ohm	1.5	2.5	V <sub>CC2</sub>	Volt
V <sub>TH</sub>	Umbral de diferencia de voltaje (entrada alta)	V <sub>o</sub> = 2.7 V, I <sub>o</sub> = -0.4 mA	+0.3			Volt
V <sub>TL</sub>	Umbral de diferencia de voltaje (entrada baja)	V <sub>o</sub> = 0.5 V, I <sub>o</sub> = 8 mA			-0.3	Volt
R <sub>i</sub>	Resistencia de entrada		12			KOhm

Tabla 3-16 ST21 Interfase de comunicación - RS422/RS485

Parámetro	Descripción	Condición	Min	Tipo	Max	Unidad
V <sub>OH</sub>	Voltaje de salida de alto nivel				10	Volt
V <sub>OL</sub>	Voltaje de salida de bajo nivel	I <sub>OL</sub> = 100 mA			1	Volt
I <sub>OL</sub>	Corriente de salida de bajo nivel				290	mA
t <sub>OK_TRG</sub>	Señal de disparo de bajo nivel para amplitud de impulso	Las funciones del OK_LED ( ON ) y OK_LED ( OFF ) generan señales de disparo.	40	50		μs
t <sub>OK_DELAY</sub>	Demora la transacción de baja a alta en la señal de disparo	El circuito de extensión de pulso es sólo para la señal de OK-.	50	70	90	ms

Tabla 3-17 ST32 Salidas de indicadores

## DESCRIPCION DEL EQUIPO RI-RFM-104B

Parámetro	Descripción	Condición	Min	Tipo	Max	Unidad
V <sub>DC</sub>			7		25	Volt
V <sub>CC2</sub>	Suministro de voltaje lógico	El conector ST22 de 5 pines usando la lógica de suministro de salida. V <sub>DC</sub> =7.25 V. El puente JP6 se debe permanecer cerrado.	4.75	5.0	5.25	Volt
V <sub>CC2</sub>	Suministro de voltaje lógico	El conector ST22 de 5 pines usando la lógica externa de suministro de entrada. El puente JP6 debe ser apartado.	4.75	5.0	5.25	Volt
P <sub>DIS</sub>	Potencia disipada por el regulador de voltaje	No hay carga externa Los diodos emisores de luz del indicador están encendidos.			4	W
I <sub>DC</sub> , I <sub>CC2</sub>	Suministro de corriente	Ni No hay carga externa Los diodos emisores de luz del indicador están encendidos.		120	200	mA
I <sub>CC2</sub>		Corriente de salida si ST22 de 5 pines se usa con la lógica de suministro de salida. La potencia máxima de disipación de no debe ser excedida.			1	A
V <sub>CC3</sub>	Voltaje de entrada de retención de datos		2.7	3.0	V <sub>CC2</sub>	Volt
I <sub>CC3</sub>	Corriente de retención de datos	RESET- = V <sub>RESOL</sub> (Reinicio activado). Un reset se puede iniciar de tres formas: - internamente por el circuito de reset/watchdog - externamente usando la entrada de reset (pin 3 de ST33) - externamente por una señal de RS232 DTR(sólo en versión MB2A de RI-CTL)		2	50	μA

Tabla 3-18 ST22 – Fuente de voltaje

Parámetro	Descripción	Condición	Min	Tipo	Max	Unidad
V <sub>OL</sub>	Voltaje de salida de bajo nivel	I <sub>OL</sub> = 1.6 mA			0.8	Volt
V <sub>OH</sub>	Voltaje de salida de alto nivel	I <sub>OH</sub> = -40 μA I <sub>OH</sub> = -1.6 mA	4.2 3.4			Volt
V <sub>IL</sub>	Voltaje de entrada de bajo nivel				0.8	Volt
V <sub>IH</sub>	Voltaje de entrada de alto nivel		2.2	V <sub>CC2</sub>	+0.3	Volt
I <sub>LI</sub>	Entrada de corriente de escape	0 ≤ V <sub>IN</sub> ≤ V <sub>CC2</sub>	-1		1	μA

Tabla 3-19 ST34 I/O 4.7 y ST35 I/O 0.3 de uso general

## DESCRIPCION DEL EQUIPO RI-RFM-104B

Parámetro	Descripción	Condición	Min	Tipo	Max	Unidad
VSYNC_ <sub>+</sub> , VSYNC_IC	Voltaje a cualquier terminal del bus (separada o modo común)		-7		12	Volt
VSYNC_ID	Diferencial de voltaje de entrada	El diferencia Input /output de voltaje es medido con respecto a las terminales no invertidas RX+ / TX+ con respecto a las terminales invertidas RX- / TX-	1		±12	Volt
VSYNC_O	Voltaje de salida	I <sub>o</sub> = 0	0		V <sub>CC2</sub>	Volt
ISYNC_O	Corriente de salida	Salida inhabilitada; V <sub>o</sub> = 12 V			1	mA
ISYNC_OH	Corriente de salida de alto nivel	TX+, TX- RX+, RX-			-60 -400	mA μA
ISYNC_OL	Corriente de salida de bajo nivel	TX+, TX- RX+, RX-			60 8	mA mA
ISYNC_OS	Corriente de salida en cortocircuito	La duración no debe exceder un segundo V <sub>o</sub> = 0 V V <sub>o</sub> = V <sub>CC2</sub>			-150 250	mA mA
VSYNC_OD1	Diferencial de Voltaje de salida	I <sub>o</sub> = 0	1.5		V <sub>CC2</sub>	Volt
VSYNC_OD2	Diferencial de Voltaje de salida	R <sub>L</sub> = 54 Ohm	1.5	2.5	V <sub>CC2</sub>	Volt
VSYNC_TH	Diferencia de voltaje de entrada en alto umbral	V <sub>o</sub> = 2.7 V, I <sub>o</sub> = -0.4 mA	+0.3			Volt
VSYNC_TL	Diferencia de voltaje de entrada en bajo umbral	V <sub>o</sub> = 0.5 V, I <sub>o</sub> = 8 mA			-0.3	Volt
RSYNC_I	Resistencia de entrada		12			KOhm

Tabla 3-20 ST24 interfase de sincronización

Parámetro	Descripción	Condición	Min	Tipo	Max	Unidad
V <sub>CC2</sub>	Salida de +5 V	El consumo total de las dos salidas V <sub>CC</sub> (el GEN I/O del pin 13 y el OC - I/O del pin 1) no debe exceder los 500 mA.	4.75	5	5.25	Volt
V <sub>OH</sub>	Voltaje de salida de alto nivel				80	Volt
V <sub>OL</sub>	Voltaje de salida de bajo nivel	I <sub>OL</sub> = 500 mA			1.3	Volt
I <sub>OL</sub>	Corriente de salida de bajo nivel				500	mA

Tabla 3-21 ST 36 Apertura de salidas de tomas de corriente

## DESCRIPCION DEL EQUIPO RI-RFM-104B

Parámetro	Descripción	Condición	Min	Tipo	Max	Unidad
VRESOH	Reinicio de alto nivel voltaje de salida ST33 pin 3	IOH = 20 $\mu$ A Circuito Reset/watchdog inactivo. El diferencia Input / output de voltaje es medido con respecto a las terminales no invertidas RX+ / TX+ con respecto a las terminales invertidas RX- / TX-	3.8	4.1	VCC2	Volt
VRESOL	Reinicio de alto nivel voltaje de salida ST33 pin 3	IOL = 10 mA Circuito Reset/watchdog activo. El circuito Reset/watchdog reinicia el sistema si: A. el suministro de voltaje lógico (VCC2) está abajo 4.65 volts. B. el watchdog no es periódicamente disparado dentro de 50ms.			0.8	Volt
VRESIL	Reinicio de bajo nivel voltaje de entrada ST33 pin 3				0.8	Volt
VRESIL	Reinicio de bajo nivel voltaje de entrada ST33 pin 3				0.8	Volt
VIN0L, VIN1L	Voltaje de entrada de bajo nivel para entrada 0 y entrada 1				0.8	Volt
VIN0H, VIN1H	Voltaje de entrada de alto nivel para entrada 0 y entrada 1		2.2	VCC2	-0.3	Volt
IIL	Entrada de corriente de escape	$0 \leq V_{IN} \leq V_{CC2}$	-1		1	$\mu$ A
tRESOL	Reset- de salida de bajo nivel, duración de pulso		10	16		ms
tRESIL	Reset- de salida de alto nivel, duración de pulso		10	16		ms

Tabla 3-22 ST33 INPUT/RESET

## TEMA 4. CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

Hasta aquí, hemos descrito todos los componentes de nuestro identificador de radio frecuencia, con lo cual tenemos todo lo necesario para iniciar con su configuración, la cual se describe a detalle en el presente capítulo.

### 4.1 Configuración del modulo controlador

En este apartado se describe el modo correcto para realizar la instalación mecánica del modulo controlador, así como las interconexiones físicas y configuraciones lógicas para la correcta operación del circuito.

#### 4.1.1 Instalación Mecánica

En la parte superior de módulo de control se monta el módulo de RFM y se asegura por medio de tornillos usando los cuatro hexágonos de M3 localizados en las esquinas. Al momento de ensamblar el módulo RFM en el módulo de control, inserte los pines del RFM dentro de la interfase ST4 los cuales se ajustan a su contraparte. De esta manera, las líneas de control se encuentran conectadas entre sí. Como se muestra en la figura 4.1

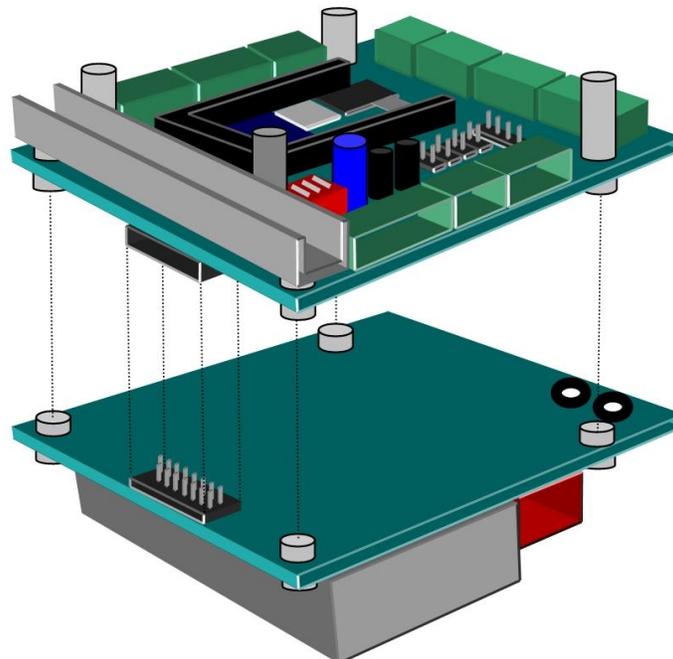


Figura 4-1 Instalación Mecánica

## 4.1.2 Conectores para los cables

El módulo de control tiene 10 conectores con plugs de interfase, los cuales proporcionan las conexiones necesarias para los cables de las interfases de los controladores exteriores, suministro de voltaje, señalizaciones, etc.

Dichos conectores se muestran en la misma figura 4-2.

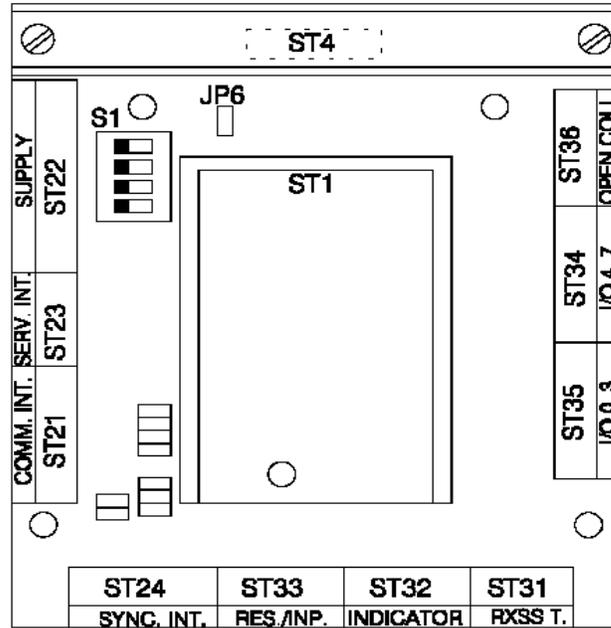


Figura 4-2 Vista inferior de modulo de control

Se recomienda que cuando conecte ó desconecte a cualquiera de estos cables, se verificar que el equipo se encuentre apagado.

A continuación se muestran a las tablas siguientes con el nombre de las señales en cada uno de los conectores de interfase, que se encuentran en la parte inferior del módulo de control:

Nombre de señal	Pin	Comentario
RXD	1	Entrada de datos por serie RS232-C
DTR	2	Entrada de terminal de datos inmediata de RS232-C
GND	3	Señal de Tierra
TXD	4	Salida de datos por serie RS232-C
DSR	5	Salida de conjunto de datos inmediata de RS232-C

Tabla 4-1 ST21 Interfase de comunicación RS232 (RI-CTL-MB2A)

Nombre de señal	Pin	Comentario
RX+	1	Entrada de datos no invertida de RS422
RX-	2	Entrada de datos invertida de RS232
GND	3	Señal de tierra
TX+	4	Salida de datos no invertida de RS422
TX-	5	Salida de datos invertida de RS422

Tabla 4-2 ST21 - Interfase de comunicación RS422 (RI-CTL-MB6A)

Nombre de señal	Pin	Comentario
TX+ / RX+	1	Datos de Entrada y salida no invertidos de RS485
TX- / RX-	2	Datos de Entrada y salida invertidos de RS485
GND	3	Señal de tierra

Tabla 4-3 ST21 - Interfase de comunicación RS485

Nombre de señal	Pin	Comentario
VSP	1	Suministro de voltaje de entrada para el módulo de RF
GNDP	2	Línea de tierra para el suministro del módulo de RF
VDC	3	Suministro de voltaje No Regulado para el sistema de circuitos de lógica de control
GND	4	Línea de señal de tierra para el suministro de lógica de control
VCC2	5	Suministro de voltaje Regulado (5 vdc) para los circuitos de lógica de control
VCC3	6	Suministro de voltaje de retención de datos en memoria
GND	7	Señal de tierra

Tabla 4-4 ST22 Suministro de voltaje

Nombre de señal	Pin	Comentario
SERV.TXD	1	Salida de datos de serie RS232-C
SERV.RXD	2	Entrada de datos de serie RS232-C
GND	3	Señal de tierra GND3

Tabla 4-5 ST23 Interfase de Configuración / Servicio

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

Nombre de señal	Pin	Comentario
SINCRONIZACIÓN RX+	1	Entrada de datos no invertida de RS422/RS485
SINCRONIZACIÓN RX-	2	Entrada de datos invertida de RS422/RS485
GND	3	Señal de tierra
SINCRONIZACIÓN TX+	4	Salida de datos no invertida de RS422/RS485
SINCRONIZACIÓN TX-	5	Salida de datos invertida RS422/RS485

Tabla 4-6 ST24 interface de sincronización

Nombre de señal	Pin	Comentario
RSCA / RXSA1	1	RSCA/RXSA1 receptor de señal fuerte control A de la intensidad de señal de receptor
RSCB	2	Control B de intensidad de señal de receptor (no se usa)
GND	3	Señal de tierra

Tabla 4-7 ST31 Sintonización de entradas RSXX

Nombre de señal	Pin	Comentario
VCC2	1	Suministro de salida regulada 5 Vdc
ACTIVO-	2	Salida de colector abierta; señal de transmisión del módulo de RF
APROBACIÓN-	3	Salida de colector abierta; señal en O.K.
EMI-	4	Salida de cobrador abierta; señal con interferencia Electromagnética

Tabla 4-8 ST32 Salidas de indicadores

Nombre de señal	Pin	Comentario
IN0	1	Entrada de uso general 0
IN1	2	Entrada de uso general 1
RESET-	3	Reinicia Entrada / Salida
GND	4	Señal de tierra

Tabla 4-9 ST33 Entrada / Reset

Nombre de señal	Pin	Comentario
I/O 4	1	Entrada / Salida de uso general 4
I/O 5	2	Entrada / Salida de uso general 5
I/O 6	3	Entrada / Salida de uso general 6
I/O 7	4	Entrada / Salida de uso general 7
GND	5	Tierra notable

Tabla 4-10 ST34 Entrada / Salida puertos 4..7

Nombre de señal	Pin	Comentario
I/O 4	1	Entrada / Salida de uso general 0
I/O 4	2	Entrada / Salida de uso general 1
I/O 4	3	Entrada / Salida de uso general 2
I/O 4	4	Entrada / Salida de uso general 3
GND	5	Tierra notable

Tabla 4-11 ST35 - Entrada / Salida puertos 0..3

Nombre de señal	Pin	Comentario
VCC2	1	Reguló 5 vdc suministre salida
OC0	2	Abra salida de cobrador 0
OC1	3	Abra salida de cobrador 1
GND	4	Tierra notable

Tabla 4-12 ST36 Apertura de salidas del colector

### 4.1.3 Configuración de software.

El software a utilizar para configurar el equipo se llama TIRIS Reader Manager (TRM), el cual está disponible en la página de Internet con dirección: [www.tiris.com](http://www.tiris.com). Este software configura los protocolos de comunicación, parámetros de comunicación, modo de lectura, tipo de módulo de RF, parámetros, tipo de sincronización del módulo de RF y los valores predefinidos de I/O. El interruptor S1 (Dip switch S1.1) determina el modo de operación del módulo de control. Si dicho interruptor se encuentra apagado (Off) los parámetros estándar del TIRIS que se utilizan son los siguientes:

a) Para la interfase RI-CTL-MB2A:

- protocolo ASCII
- 9600 Baudios, ocho bits de datos, sin paridad, un bit de detención (stop), Xon/Xoff habilitado
- Modo normal
- Módulo de RI-RFM-004 (también para 104, 007, 008)
- Sincronización inalámbrica
- I/O 0 a 3 definidos como entrada
- I/O 4 a 7 definidos como salida y lógica alta
- Interfase del hardware RS232

b) Para la interfase RI-CTL-MB6A:

- protocolo ASCII
- 9600 Baudios, ocho bits de datos, sin paridad, un bit de detención (stop), Xon/Xoff habilitado
- Modo normal
- Módulo de RI-RFM-004 (también para 104, 007, 008)
- Sincronización inalámbrica
- I/O 0 a 3 definidos como entrada
- I/O 4 a 7 definidos como salida y lógica alta
- Interfase de hardware

Si el interruptor S1 se encuentra en posición de encendido (On), se puede especificar a los parámetros de operación de la aplicación. Esta aplicación específica se guarda en la memoria tipo EEPROM del módulo de control.

Para habilitar los parámetros especificados por el cliente, se debe configurar el puerto de comunicaciones o el puerto de servicio. Uno de estos puertos hará la conexión entre el módulo de control y el módulo de RFID.

Por lo anterior, se puede decir que utilizando el TRM se podrá cambiar a los valores de los parámetros que vienen programados por el fabricante, por valores que se ajusten a las necesidades específicas de la aplicación y el módulo de control trabajara a partir de la configuración que se halla especificado.

### 4.1.4 Fuente de voltaje

En esta sección se describen las posibilidades de suministro de alimentación en el módulo de control, éstos son:

- a) La modulo de control y el módulo de RF se alimentan del mismo suministro de voltaje.
- b) El módulo de control y el sistema de circuitos de lógica de módulo de RF reciben un suministro de voltaje no regulado, los circuitos de potencia del módulo de RF se recibe un suministro de voltaje regulado
- c) El módulo de control y el sistema de circuitos de lógica de módulo de RF reciben una potencia regulada (5 v) y los circuitos de potencia del módulo de RF se suministra separadamente por un voltaje regulado.

Cuando el módulo controlado es alimentado por una fuente regulada externa de 5V, el puente JP6 debe permanecer abierto. Se mostro a la tabla 4-4 para las recomendaciones y condiciones de las características eléctricas.

En ella se describen los valores mínimos, máximos y nominales de suministro de voltaje. Se debe ser muy cuidadoso al utilizar la polaridad derecha en todos estos métodos del suministro de voltaje, pues no existe ninguna protección de polaridad inversa incorporada en el módulo de control.

El suministro de voltaje común DC funciona para el módulo de control y de RF, la conexión se muestran en la figura 4-3. Se describe la unión de la fuente con el módulo de control. El puente JP6 debe permanecer cerrado.

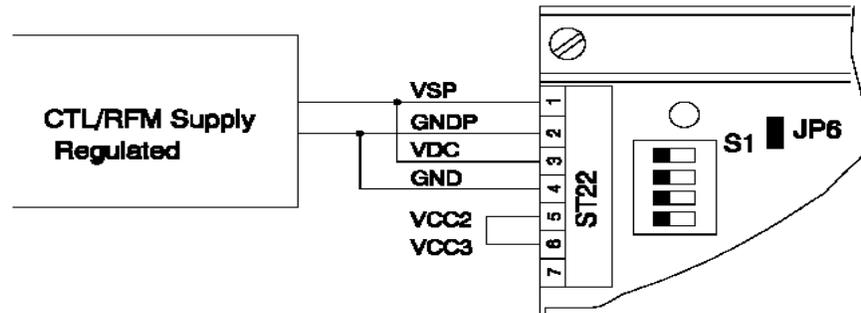


Figura 4-3 Suministro de voltaje común

El suministro de voltaje no regulado DC (sin batería de respaldo de memoria) alimenta a los circuitos de lógica de módulo de control y se debe conectar a afluyente del lector como se muestra en la figura 4-4. El puente JP6 debe permanecer cerrado.

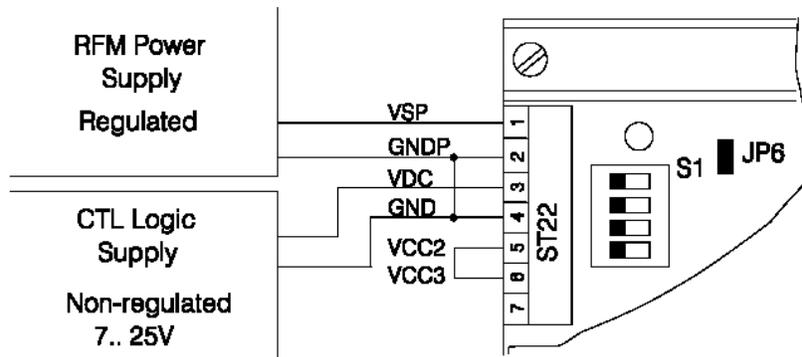


Figura 4-4 Suministro de voltaje no regulado

El suministro de voltaje regulado DC (5V, sin batería de respaldo de memoria) para VCC2, se debe unir al lector como se muestra en la figura 4-5. El puente JP6 debe permanecer cerrado.

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

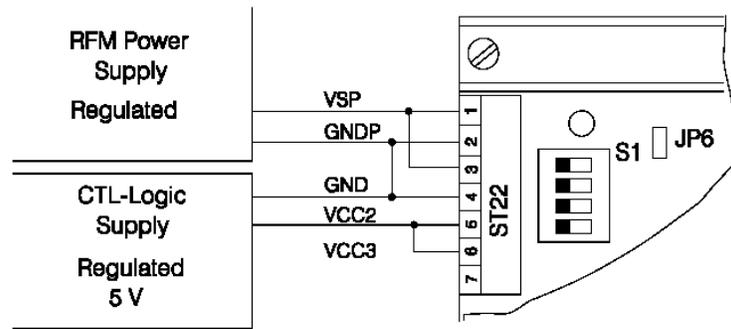


Figura 4-5 Suministro del voltaje regulado de 5V para lógica de control

Aunque el módulo controlador tenga voltaje, es posible que el contenido de la memoria pueda borrarse cuando el módulo de control es reseteado o restablecido. Esto ocurre porque la fuente de voltaje es temporalmente apartada de la memoria RAM durante el reset.

Un reset se puede iniciar en una de las tres formas siguientes:

1. Internamente por el circuito de reset/watchdog
2. Externamente usando la entrada de reset (pin 3 de ST33)
3. Externamente por la señal de RS232 DTR (sólo MB2A de RI-CTL)

A fin de impedir la pérdida de los contenidos de la memoria durante un reset, se recomienda conectar VCC2 (pin 5 de ST22) y VCC3 (pin 6 de ST22) mutuamente.

A fin de impedir la pérdida de los contenidos de la memoria durante un reset o una pérdida de voltaje, se usa una batería (con VCC3 de 3V) entre los pines 6(+) y 7(-) de ST22 como se muestra en la figura 4-6, en lugar de un puente entre VCC2 y VCC3.

Las tolerancias para el voltaje de batería se muestran en la tabla 4-4.

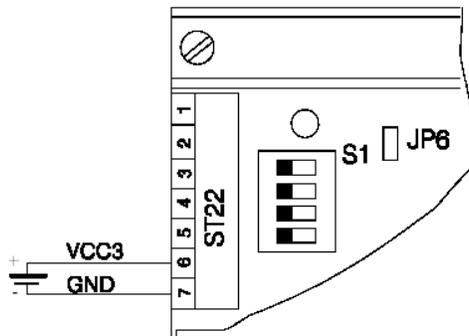


Figura 4-6 Respaldo de batería para memoria

### 4.1.5 Configuración de interfaz de servicio

La interfaz de Servicio / Configuración es utilizado por el módulo de control de Firmware para la configurar del lector usando una interfaz RS232-C.

Se recomienda una interfase DB9, la configuración se muestra en la figura 4-7.

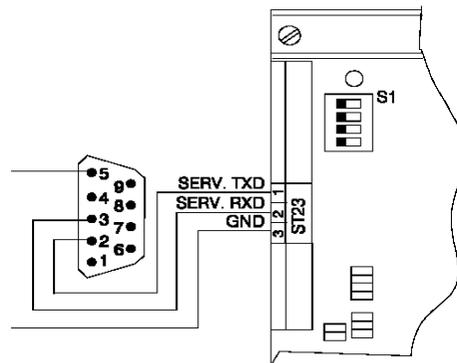


Figura 4-7 Conexión de Interfaz DB9 para Servicio / Configuración

### 4.1.6 Interfaz serial de comunicación

Un anfitrión (normalmente una PC) es necesario para la manipulación del módulo de control.

La computadora puede estar situada junto al lector ó en una ubicación remota. Si la distancia entre el lector y la computadora tiene menos de 20 m, debe utilizar la interfase RS232-C del módulo de control (RI-CTL-MB2A), en caso contrario, utilice la interfase RS422 o RS485 (RI-CTL-MB6A).

Para la configuración de interfaz del Firmware del modulo controlador utilice la siguiente configuración:

El Bit de inicio / alto y el  $X_{ON} / X_{OFF}$  con valores:  $X_{ON} = 17_{DEC}$  y  $X_{OFF} = 19_{DEC}$ , mientras que la evaluación, paridad, bits de datos y modo de lectura se configura usando el TRM. Para la utilización de la interfase RS232-C se recomienda utilizar los conectores DB9 ó DB25, la forma de conectar el DB9 se muestra en la figura 4-8 y el DB25 se muestra en la figura 4-9.

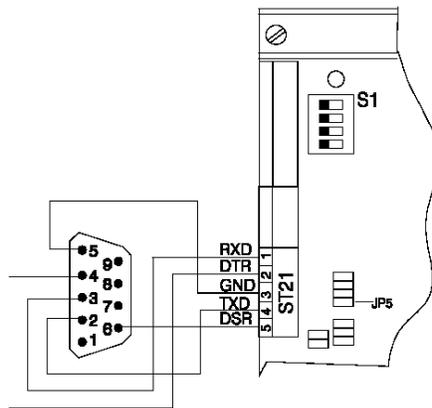


Figura 4-8 Conexión de interfaz en DB9 de RS232-C

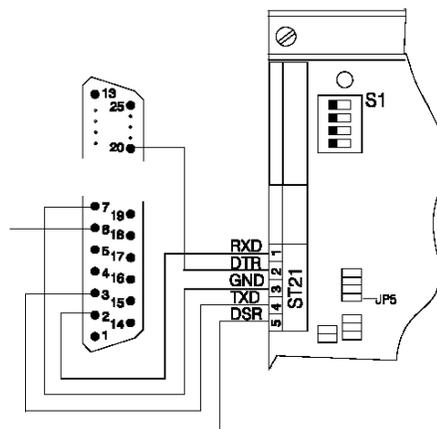


Figura 4-9 Conexión de interfaz en DB25 de RS232-C

La activación de la interfaz RI-CTL-MB2A en la señal de la Terminal de Lectura de Datos (DTR) se une al circuito de reset/watchdog del módulo de control. Esta asegura una inicialización de la PC antes que el modo de lectura de inicio. Si quiere ejecutar en módulo de control en una conexión de tres alambres (RXD, TXD y GND), sin una activación controlada remota, el puente 5 (JP5) debe ser cerrado, esto une DTR y DSR en conjunto. Cuando sea aplica una señal de potencia al módulo de control, la señal de Disponibilidad de datos (DSR) de la interfase de RS232-C es activado.

La figura 4-10 muestra el sistema de circuitos de la interfaz de RS422/RS485. El puente 2 (JP2) debe cerrarse para proporcionar una terminación de una línea. Si la PC está al final de una línea las entradas de RX+ / RX- deben configurarse como finales y en el lector que se encuentre al final de la línea debe configurarse como el último cerrando JP2. Si la PC es unida al centro de la línea, los lectores finales de ambas líneas deben configurarse como los últimos.

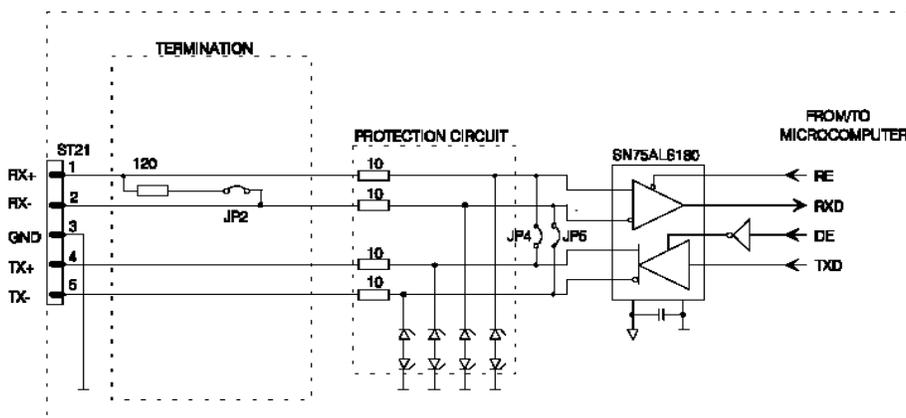


Figura 4-10 Circuito de interfase RS422 / RS485

Para la interfase RS422 vea la figura 4-11 para el caso de un punto a punto RS422. El puente 2 (JP2) se debe cerrar. Los puentes JP4 y JP5 deben ser abiertos. Para una interfase punto a multipunto, el lector al final de la línea se debe configurar como el último.

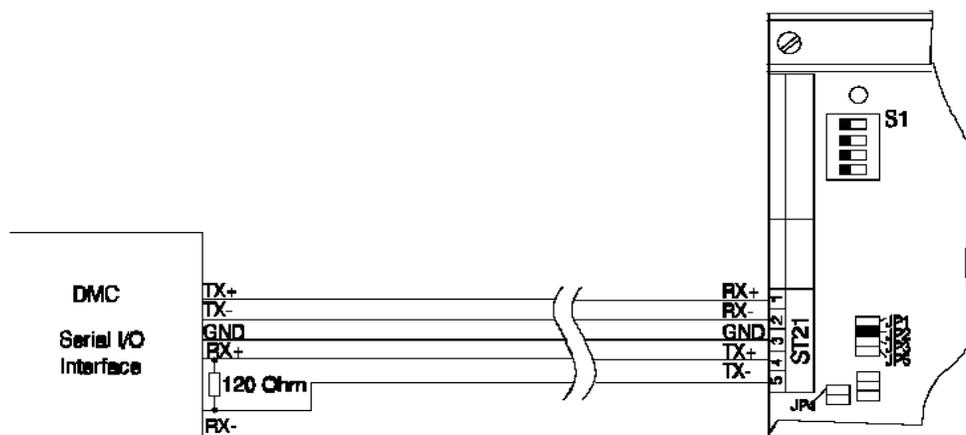


Figura 4-11 Conexión de interfase RS422

Al usar una interfase RS485, los puentes 4 y 5 (JP4, JP5) deben permanecer cerrados. Las recomendaciones para una conexión de interfase RS485 a una ruta de par torcido se muestran en la figura 4-12. El último lector en la línea debe configurarse como el último cerrando el puente 2 (JP2).

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

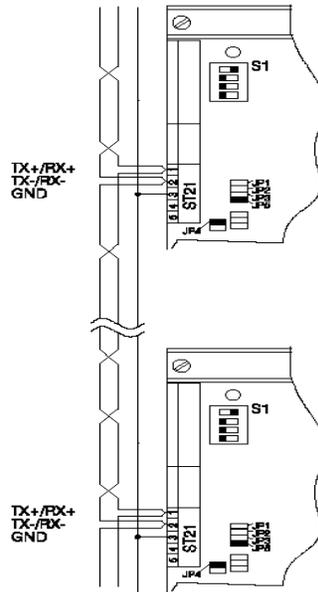


Figura 4-12 Conexión de Interfase RS485

### 4.1.7 Interfaz de sincronización

La figura 4-13 muestra el diagrama del circuito para la interfaz de sincronización y la figura 4-14 muestra a los pines de conexión para la misma interfaz de sincronización.

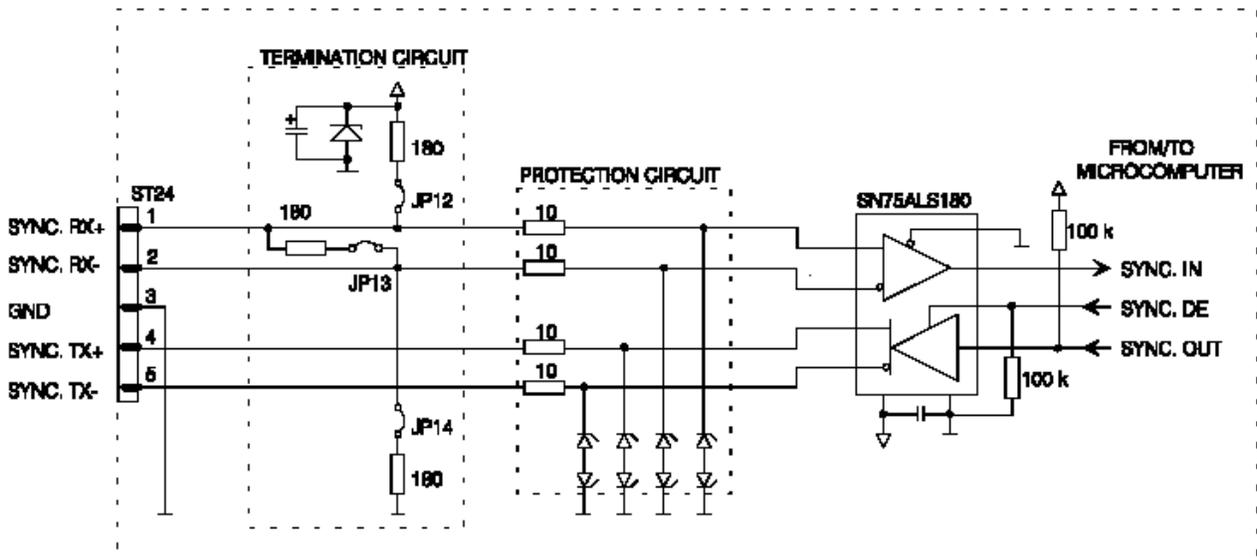


Figura 4-13 Diagrama del circuito de interfaz de sincronización

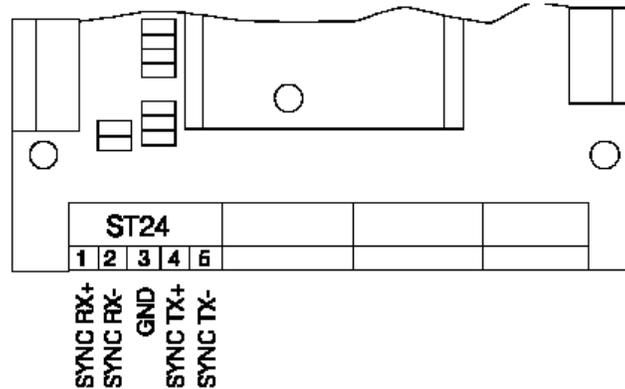


Figura 4-14 Pines de conexión de la interfaz de sincronización

Para permitir la sincronización de hasta 32 lectores, el módulo controlador proporciona cinco tipos de la sincronización y uno sin sincronización en caso de no necesitarla; estos son los siguientes:

- Sin sincronización
- Alámbrico
- Inalámbrico
- Combinado inalámbrico / alámbrico
- Maestro / esclavo ( con o sin reconocimiento)
- Sincronización de disparo

Esta especificación cubre las lecturas necesarias para unir a los módulos por un medio físico de alambre, sin alambre, combinado inalámbrico/alambre, maestro/esclavo y sincronización de disparo.

Cuando se ha completado la sincronización del programa, se debe poner el interruptor S1 (dip switch S1.1) en posición de encendido (ON) y ejecutar desde una PC el programa TRM a fin de decir al sistema que método de sincronización se ha instalado. Una vez que se ha ejecutado el software de configuración, debe apagar el equipo y posteriormente prenderlo nuevamente.

La figura 4-15 muestra la forma en que los módulos de control se deben conectar al sincronizarse por el método de alambre y de combinación inalámbrico/alambre. El módulo de control tiene la opción de configurarse a sí mismo. La tabla 4-13 explica la configuración por medio de los puentes 12,13 y 14 (JP12, JP13 y JP14).

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

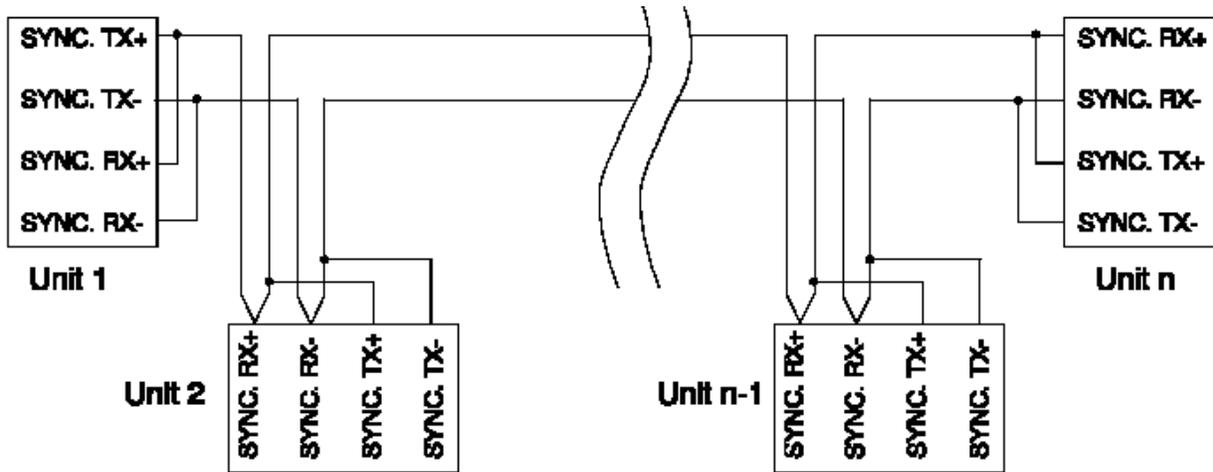


Figura 4-15 Conexión alámbrico y por inalámbrico/alámbrico

Puente	Unidad 1	Unidad 2 ... Unidad n-1	Unidad n
12 ( JP12)	Cerrado	Abierto	Cerrado
13 ( JP13)	Cerrado (Si la distancia entre la unidad 1 y la siguiente es menor o es aproximadamente de 400m, el Puente13 (JP13) puede estar abierto)	Abierto	Cerrado (Si la distancia entre la unidad 1 y la siguiente es menor o es aproximadamente de 400m, el Puente13 (JP13) puede estar abierto)
14 ( JP14)	Cerrado	Abierto	Cerrado

Tabla 4-13 Sincronización de los puentes

La figura 4-16 muestra la forma en que los módulos de lectora son conectados para la sincronización de maestro/esclavo y la sincronización de disparo, ambos sin reconocimiento.

La configuración individual de SW (maestro o esclavo) se muestra en la tabla 4-14 y en la tabla 4-15, se explica la configuración de los puentes 12,13 y 14 (JP12, JP13 y JP14).

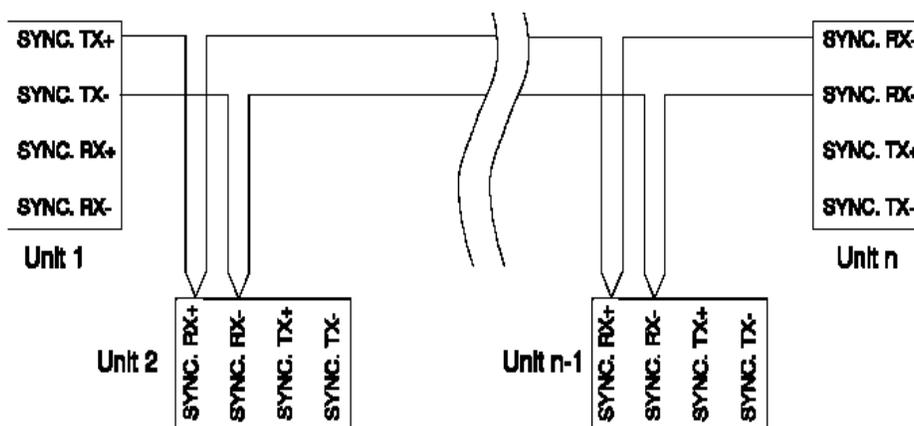


Figura 4-16 Conexión del maestro/esclavo sin reconocimiento

Puente	Unidad 1 S2000 (Maestro)	Unidad 2 ... Unidad n-1 S2000 (Esclavo)	Unidad n S2000 (Esclavo)
12 ( JP12)	Cerrado	Abierto	Cerrado
13 ( JP13)	Abierto	Abierto	Cerrado. (Si la distancia entre la unidad 1 y la siguiente es menor o aproximadamente de 400m, el Puente13 (JP13) puede estar abierto)
14 ( JP14)	Cerrado	Abierto	Cerrado

Tabla 4-14 Sincronización de los puentes para el maestro/esclavo

Puente	Unidad 1 Unidad de disparo	Unidad 2...Unidad n-1 S2000 (Maestro)	Unidad n S2000 (Maestro)
12 ( JP12)	No requiere terminación	Abierto	Cerrado
13 ( JP13)	No requiere terminación	Abierto	Cerrado (Si la distancia entre la unidad 1 y la siguiente es menor o aproximadamente de 400m, el Puente13 (JP13) puede estar abierto)
14 ( JP14)	No requiere terminación	Abierto	Cerrado

Tabla 4-15 Sincronización de los puentes para el disparo

La figura 4-17 muestra la manera en que el módulo de control debe conectarse para la sincronización de maestro/esclavo con reconocimiento. La configuración individual de los puentes se muestra en tabla 4-16.

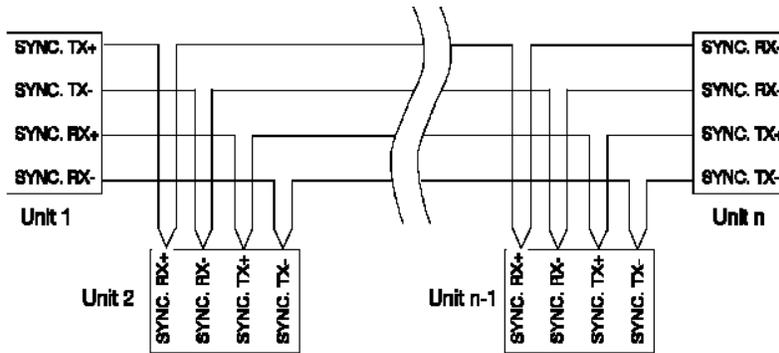


Figura 4-17 Conexión maestro/esclavo con reconocimiento

Puentes	Unidad 1 S2000 (Maestro)	Unidad 2 ...Unidad n-1 S2000 (Esclavos)	Unidad n S2000 (Esclavo)
12 ( JP12)	Cerrado	Claro	Cerrado
13 ( JP13)	Cerrado (Si la distancia entre la unidad 1 y la siguiente es menor o es aproximadamente de 400m, el Puente13 (JP13) puede estar abierto)	Claro	Cerrado (Si la distancia entre la unidad 1 y la siguiente es menor o es aproximadamente de 400m, el Puente13 (JP13) puede estar abierto)
14 ( JP14)	Cerrado	Claro	Cerrado

Tabla 4-16 Sincronización de los puentes maestro/esclavo

#### 4.1.8 Entrada de reinicio

El módulo de control proporciona un conector de dos entradas de uso general. Cada una de estas entradas es alimentada internamente por el voltaje VCC2 de +5 V y la 2ª es para la entrada de reinicio (input/reset) que permite restablecer externamente el módulo de control con una señal de 0 volts. La figura 4-18 muestra un ejemplo para restablecer el módulo de control con un interruptor externo.

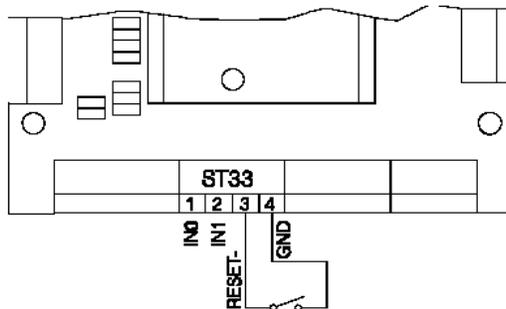


Figura 4-18 Terminal de reinicio

### 4.1.9 Indicadores

La interfase ST32 permite conectar tres diodos emisores de luz externos para que sirvan como indicadores del estado del sistema y son instalados con una resistencia de 220 ohms para su protección. Un ejemplo de la conexión es mostrado en la figura 4-19.

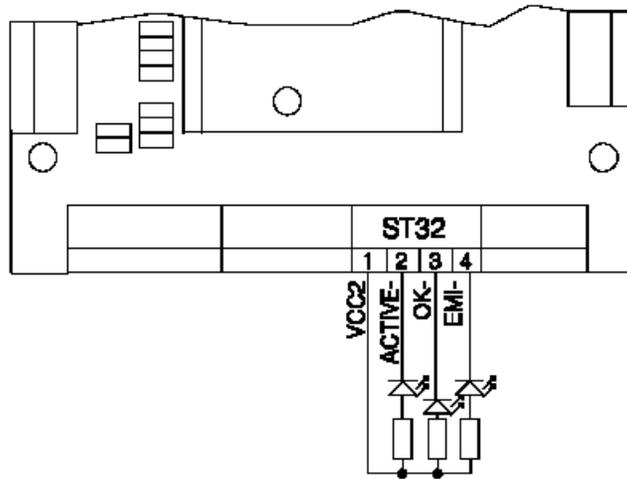


Figura 4-19 Salidas para el indicador

### 4.1.10 Entradas de sintonización

La señal de sintonización RXSA está disponible en la terminal 1 de la interfase ST31, la cual permite ajustar la intensidad del nivel de umbral de la señal para la sintonización. La figura 4-20 muestra las conexiones.

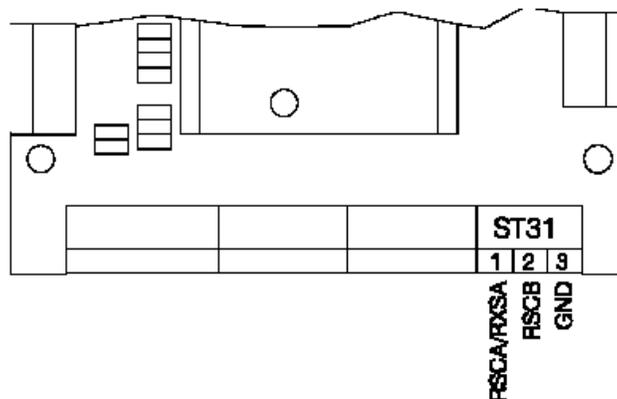


Figura 4-20 Conexión para la sintonización

## 4.1.11 Entradas y salidas de propósito general

El módulo de control proporciona dos puertos de Entrada y Salida (I/O) que pueden ser configurados como se muestra en la tabla 4-17.

I/O				I/O			
0	1	2	3	4	5	6	7
I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	O	O	O	O
O	O	O	O	I	I	I	I
O	O	O	O	O	O	O	O

I = Entrada (Input) O = Salida (Output)

Tabla 4-17 Configuración de I/O

La interfase ST35 está configurada por el fabricante en las terminales de 0 a 3 como entradas y la interfase ST34 en las terminales 4 a 7 como salidas.

El software de configuración TRM permite configurar el sistema según la aplicación que se requiera.

La asignación de las terminales para las líneas de entrada y salida se muestran en la figura 4-21.

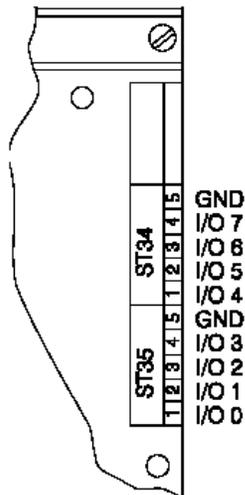


Figura 4-21 Asignación de terminales de uso general

#### 4.1.12 Salidas de corriente

El módulo de control proporciona dos terminales de salida de corriente CC1 y CC2 alimentadas con VCC2 para uso general. Pueden alimentar relevadores. Las terminales de conexión se muestran en la figura 4-22.

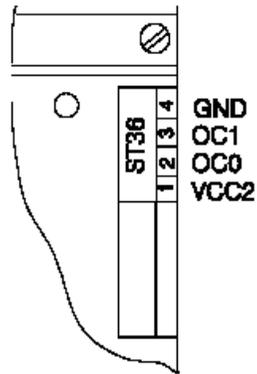


Figura 4-22 Salidas de corriente

## 4.2 Fuente de Alimentación

La parte de la lógica y la parte receptora del módulo de RF deben ser alimentadas por los pines VSL y GND con un voltaje que puede ser no regulado, ya que los reguladores de voltaje para la parte lógica y receptora son internos.

Como una opción, la parte de lógica y receptor se puede unir también a fuentes externas de +5V. Para este propósito la configuración de los puentes debe de). La fuente regulada de +5V puede ser conectada a VD.

El módulo de RF no debe ser alimentado por una fuente SMPS (Switched Mode Power Supply), ya que la mayor parte de los SMPS operan a frecuencias alrededor de 50kHz. Las armónicas del generador pueden interferir con el receptor de RFID. Sólo use fuentes de poder lineales, o SMPS con una frecuencia de funcionamiento fundamental de 200kHz o más alto.

El ruido de la fuente de poder y de las líneas de interfase pueden provocar interferencias en el receptor. Por lo tanto se recomienda añadir filtros adicionales en serie a las líneas de interfase y a las fuentes.

A fin de garantizar el rendimiento del módulo de RF, las fuentes de poder deben cumplir las propuestas de voltaje de onda y frecuencia mostradas en la tabla 4-18.

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

---

Tipo de suministro	Máximo voltaje de onda permitido	Frecuencia de onda permitida
Fuente no regulada VSL	30 mVrms	Máximo de 0 a 100 kHz (senoidal)
Fuente regulada +5V VSL	300 $\mu$ Vrms	Máximo de 0 a 100 kHz (senoidal)
Fuente regulada VSP	50 mVrms	Máximo de 0 a 50 kHz (senoidal)

Tabla 4-18 Especificaciones de onda de fuente de poder

Los pines de tierra para la parte lógica / recepción y la fuente de poder se encuentran unidos internamente por la resistencia llamada R\_GND, a fin de evitar problemas con las tierras, cuando estas no son conectadas de manera externa. Las tierras GND y GNDP pueden ser unidas externamente por las dos razones siguientes:

1. Cuando los pines resistivos de GNDP causan una caída de tensión, debido a la alta potencia del transmisor (esto no aplica a los pines de suministro de la parte de lógica). Si las tierras son unidas internamente, puede cambiar la tensión en la unidad lógica, causando problemas de compatibilidad del nivel lógico con la unidad de control (ver la figura 4-23).
2. Cuando las vías de abastecimiento de VSP entre el módulo de RF y la unidad de controlador tienen una caída de tensión a través de esta (debido a la potencia de transmisión de corriente). Esta caída de tensión puede causar cambios en la lógica, causando problemas de compatibilidad de nivel lógico con la unidad de control. Esto se puede evitar de nuevo al unir las tierras externamente a través de tres cables con longitudes diferentes (ver la figura 4-23):
  - a) Para las longitudes de cable de hasta 0.5 m entre el módulo de RF y unidad de controlador. Aquí las tierras para el VSP, VSL y suministro del controlador de la unidad de control se unen al tema de interés mutuo. Si la caída de tensión a través de suministro VSP es menor de 0.5V, los pines GND y GNDP pueden estar unidos al módulo de RF.
  - b) Para la longitud de cable entre 0.5 m y 2 m, las tierras del RFM de los pines GND y GNDP deben ser unirse a la unidad de control a fin de evitar los problemas de compatibilidad de nivel lógico causados por la caída de tensión a través de las vías de abastecimiento de VSP.
  - c) No se recomienda utilizar conexiones para longitudes de más de 2m. Si necesita usar un cable de más de 2m, la comunicación entre el módulo de RF y la unidad de controlador se debe hacer por una interfaz diferencial, por ejemplo el RS422. En este caso, para evitar problemas con diferencias de voltajes entre GND y GNDP, los pines deben estar unidos directamente al módulo de RF.

El oscilador tiene una protección para la fase de potencia de transmisión contra una sobrecarga, ya que cuando la potencia de transmisión del VSP se exceda accidentalmente, el oscilador es incapacitado y así el transmisor se apaga.

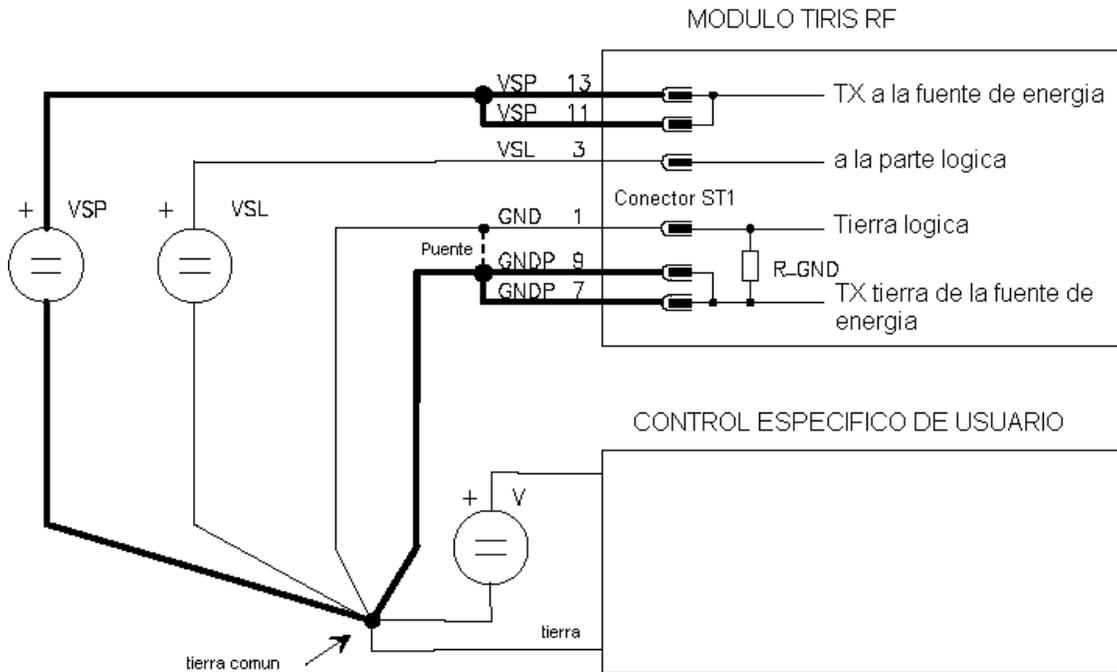


Figura 4-23 Conexión de tierra externa de GND a GNDP

### 4.3 Antena

La antena de transmisión de lectura para el tag es de tipo espiral y forma parte del circuito de la antena resonante.

A fin de lograr las altas tensiones en el circuito de la antena resonante y así fortalecer el campo de la antena para una buena lectura, la espiral de antena debe tener un factor de alta calidad. Los rangos de valores del factor de calidad para la operación apropiada son mostrados en la tabla 4-19. El factor de calidad de la antena puede variar, en dependencia del tipo, la construcción y el tamaño de la antena. Además del factor de calidad, depende también del alambre utilizado, el área y tipo de embobinado.

El mejor alambre para embobinar es un cable de tipo litze de RF. Este es un cable pequeño, con varios y sencillos cables aislados; quien da un mayor factor de calidad, así con un campo operativo de carga más alta. Se recomienda usarlo con un diámetro máximo de 0.1 mm (4 mili pulgada) para embobinar una antena.

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

---

Para una operación apropiada de la función de transmisión y recepción, la antena se debe sintonizar a la frecuencia de resonancia llamada  $f_{TX}$ .

Para asegurar que la antena se puede sintonizar a la resonancia con la bobina de sintonización en el módulo de RF, la inductancia de antena puede variar sólo dentro de los límites dados en tabla 4-19.

Símbolo	Parámetros	Min	Nor	Max	Unidad
L_ANT	Rango de inductancia de antena, la antena puede sintonizarse a la resonancia requerida usando la bobina sintonizadora en el módulo de RF	26.0	27.0	27.9	$\mu\text{H}$
Q_ANT	Factor de calidad recomendado de la antena de espiral para una operación apropiada	100		450	

Tabla 4-19 Inductancia de antenas

Básicamente existen dos tipos de antenas: antenas de puerta y antenas de núcleo de ferrita. Las antenas de puerta no tienen ningún material adentro del lazo de espiral, mientras que las antenas de ferrita usan una barra de ferrita dentro del espiral para aumentar el factor de calidad.

Sin embargo, debe ser considerado que aunque una antena de ferrita pueda tener un factor de alta calidad las condiciones con el campo de fuerza magnético son bajas.

A fin de lograr campo de fuerza con una carga alta, la frecuencia de resonancia de la antena se debe sintonizar a la de frecuencia de transmisor. Esto se hace cambiando el valor de la inductancia de la espiral de la antena, por lo que existe una bobina sintonizadora en el módulo de RF. Esta bobina sintonizadora esta en serie con la espiral de la antena. Así, moviendo el núcleo de ferrita de la bobina sintonizadora, la inductancia del resonador de antena se aumenta o disminuye.

Para aplicaciones, donde el módulo de RF es expuesto a vibraciones, el núcleo de ferrita de la bobina sintonizadora debe ser fijada con goma de silicio, una vez que sea sintonizada.

Cuando se requiera controlar la sintonización y la condición de resonancia de una antena, se puede hacer como se indican en los dos métodos siguientes:

### a) Método de Control para la generación de la fuerza de campo

Para controlar el campo de fuerza generado por el módulo de RF y la antena, se mide el voltaje de RF inducido del pico alto a una distancia fija a la antena. La antena será sintonizada a la resonancia deseada cuando el voltaje de la espiral del pico alto ha alcanzado su valor máximo.

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

Para este método, el módulo de RF debe ser configurado en modo de transmisión repetitiva, haciendo funcionar a la unidad de control. Por lo tanto este método sólo puede utilizarse usando la antena de la unidad de control y una unidad censora (ver. La figura 4.24)

Para medir el voltaje se puede utilizar un pico alto adicional y un osciloscopio o un pico alto adicional y un voltímetro estándar.

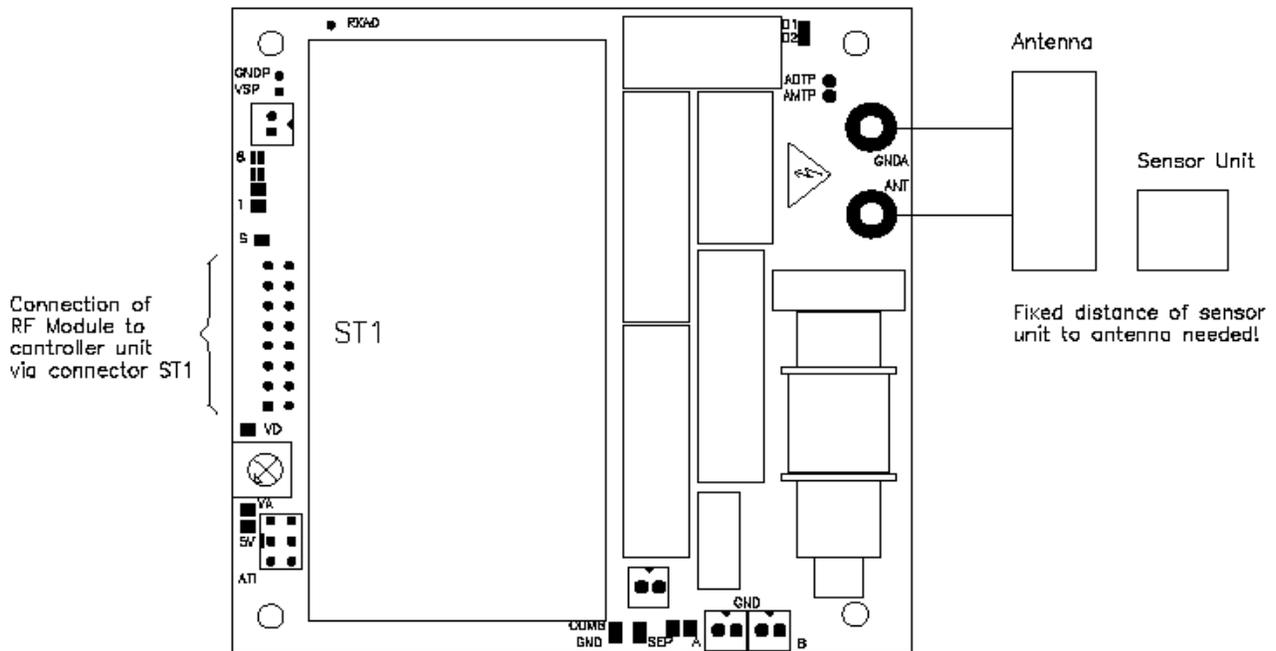


Figura 4-24 Control de campo de fuerza generado

Para las conexiones del osciloscopio y del multímetro vea la figura 4-25.

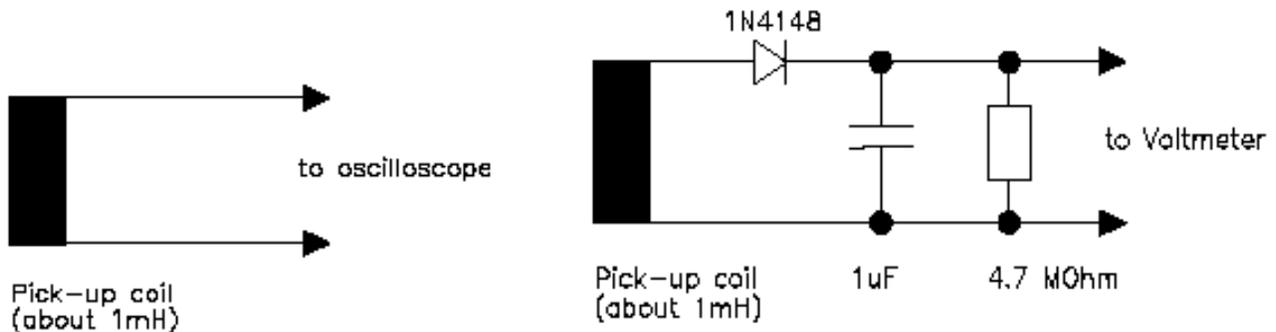


Figura 4-25 Conexiones del osciloscopio y multímetro

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

---

Como el módulo de RF tiene que sintonizarse al voltaje máximo sobre la espiral de pico alto, todos los tipos de espirales se pueden usar como herramienta operativa del pico. Si se utiliza una espiral de pico alto con inductancia alta (un alto número de devanados y de tamaño más grande), habrá un alto voltaje de inducción a la espiral de pico alto; esto significa que la espiral de pico alto puede ser situada lejos de la antena.

### b) Método de sintonización de la antena con herramienta indicadora

El control de la afinación correcta de la resonancia de antena puede ser simplificado usando la herramienta apropiada de Texas Instruments modelo RI-ACC-AT11-00.

Si una antena tiene que ser instalada en un entorno donde un metal puede estar presente, la afinación de la antena se debe hacer en este entorno. Esto es porque el metal cambia la inductancia de la antena. Además, el factor de calidad de las de antenas disminuye, de modo que el campo de fuerza también disminuye.

Cada antena es sintonizada individualmente al módulo de RF y esto da por resultado la configuración de la bobina sintonizadora especial para esta combinación de antena y módulo de RF. Si una antena diferente es unida al módulo de RF, la nueva combinación se tiene que sintonizar a la resonancia.

El procedimiento a seguir para la sintonización de la antena es el siguiente:

- Desconecte el voltaje del módulo de RF
- Se conecta la antena del módulo de RF, mediante los dos conectores que se encuentran fijos con tornillo
- Instale la unidad de indicación de sintonización conectando el indicador de sintonización de la antena al módulo de RF ó ponga la unidad del sensor de campo de fuerza a una distancia fija a la antena y al módulo de RF en modo de transmisión repetitiva
- Conecte el voltaje al módulo de RF
- Sintonice la antena atornillando el núcleo de ferrita de la bobina sintonizadora hasta conseguir un máximo de recepción
- Desconecte el voltaje del módulo de RF
- Desconecte la unidad de control
- Conecte nuevamente el voltaje al módulo de RF

Es posible expandir la sintonización del rango de inductancia de la antena. Para esto es necesario:

- Que una antena sea usada cerca de un metal
- Cuando los cables de extensión de la antena sean utilizados
- Cuando un cliente tiene ciertas antenas en específico, es necesaria sintonizar un rango de inductancia adecuado para las antenas.

Para la expansión de la sintonización de una antena hacia valores más altos o más bajos, se unen capacitores en paralelo y en serie al resonador de la antena.

Además de la función de amortiguamiento, es necesaria una modificación uniendo resistencias al circuito de amortiguamiento de la antena. Los capacitores y resistencias se tienen que unir en paralelo y en serie a fin de resistir a los altos voltajes y corrientes que podrían ocurrir en el circuito de resonancia de la antena.

Para asegurar que el módulo de RF funciona correctamente cuando el rango de inductancia se desea afinar con capacitores y resistencias, es necesario utilizar componentes especiales, los cuales son:

Capacitor de película de Polipropileno con

- Voltaje mínimo de operación 1250 V DC
- Tolerancia de capacitancia: máx.  $\pm 5\%$
- Tipo: "SIEMENS KP" ó "WIMA FKP1"

Resistencia de película de metal con

- Voltaje mínimo de operación 200 V DC
- Clasificación de carga mínima: 0.25 Watts
- Tolerancia de resistencia: máx.  $\pm 2\%$
- Coeficiente de temperatura: máx.  $\pm 50$  ppm
- Tipo: e.g. Resistencias Minimelf

La conexión de los capacitores y resistencias para afinar el rango de inductancia del sintonizador de la antena se muestra en la figura 4-26.



## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

Rango de inductancia	Valor de condensador	Valor de resistencia
28.0 $\mu$ H a 29.3 $\mu$ H	C4 = 18.3 nF (paralelo 6.8 nF, 6.8 nF, 4.7 nF)	R1, R2, R3, R4 = 120 Ohm
29.4 $\mu$ H a 31.0 $\mu$ H	C4 = 13.6 nF (paralelo 6.8 nF, 6.8 nF)	R1, R2, R3, R4 = 120 Ohm
31.1 $\mu$ H a 32.4 $\mu$ H	C4 = 10 nF	R1, R2, R3, R4 = 120 Ohm
32.5 $\mu$ H a 33.8 $\mu$ H	C4 = 6.8 n	R1, R2, R3, R4 = 180 Ohm
33.9 $\mu$ H a 35.0 $\mu$ H	C4 = 3.98 nF (paralelo 3.3 nF, 0.68 nF)	R2, R3, R4 = 180 Ohm
35.1 $\mu$ H a 36.2 $\mu$ H	C4 = 2.2 nF	R1, R2, R3, R4 = 220 Ohm
36.3 $\mu$ H a 37.6 $\mu$ H	C4 no se necesita	R1, R2, R3, R4 = 220 Ohm
Conexión de dos antenas en serie	C4 = 3.3 nF C2 y C3 no se necesitan	R1, R2, R3, R4 = 120 Ohm

C1, C2 & C3 = 47 nF

Tabla 4-21 Valores superiores para expansión de antena

En la figura 4-27 podemos ver como tres capacitores (C1, C2, C3) están conectados en serie a la antena espiral, para lograr el incremento de valor en la inductancia.

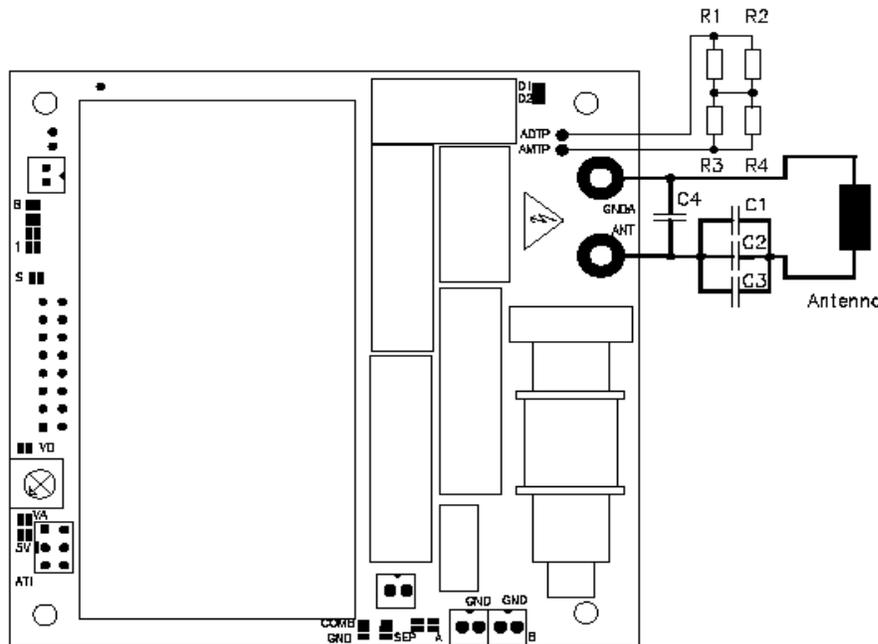


Figura 4-27 Circuito para expandir antena hacia valores superiores

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

---

La especificación para estos capacitores es la siguiente:

- Capacitor con película de Polipropileno
- Voltaje mínimo de operación de 1250 V
- Capacitancia de 47 nF  $\pm 2.5\%$
- Tipo SIEMENS KP ó WIMA FKP1

Además de C1, C2 y C3, el capacitor C4 debe unirse en paralelo a las terminales de la antena de módulo de RF. Los valores de capacitancia son mostrados en la tabla 4-21. También la función de amortiguamiento tiene que ser modificada uniendo resistencias al circuito de amortiguamiento de la antena, como se ve en la figura 4-27.

No se recomienda utilizar antenas con un factor de calidad inferior a 50. Si tiene que usar tal antena, ninguna de las resistencias de amortiguamiento adicionales serán necesarias.

No usar antenas con inductancia inferior que 13.7  $\mu\text{H}$  o mayor a 37.8  $\mu\text{H}$  (con excepción de dos antenas en serie), porque los valores de los capacitores adicionales llegan a ser muy grandes.

### 4.4 Ajustes

El campo de fuerza magnético generado determina la distancia de carga del tag. Entre más grande sea el campo de fuerza magnético, la distancia de lectura del tag será mayor. Sin embargo, la distancia de carga no crece linealmente con el campo de fuerza.

La distancia de lectura de un tag se determina, entre otros factores, por la distancia de carga y el nivel de ruido local. Por esta razón, si se incrementa el campo de fuerza, la distancia de lectura puede no aumentar.

El campo de fuerza generado por el módulo de RF depende de los cuatro factores listados abajo:

- a) El factor de calidad de la antena.

El factor de calidad es una medida de la eficiencia de la antena y por lo tanto entra más alto sea el factor de calidad de la antena, más alto será el campo de fuerza que genere el módulo de RF.

El factor de calidad de la propia antena depende del área en que cruza el alambre, el tipo de alambre, el tamaño de la antena y el tipo de antena.

b) El tamaño de la antena.

Entre más grande sea la antena, el campo de fuerza que genera el módulo de RF será más grande. Esto es porque la antena cubre un área grande y así se genera un flujo más grande.

Las antenas grandes tienen menor inmunidad al ruido que las antenas pequeñas.

c) La alimentación de voltaje de la fase de potencia del módulo de RF.

Si la alimentación de voltaje de la fase de transmisión de potencia (VSP) es alto, el campo de fuerza generado es más grande.

Sin embargo, El campo de fuerza no crece linealmente con la alimentación de voltaje VSP. Además, las antenas con centro de ferrita muestran efectos de saturación (aquí la saturación significa que el núcleo de ferrita no puede generar más campo de fuerza magnético, aún con una corriente de entrada más alta).

d) La señal del ancho de banda del oscilador se incrementa.

Cuando se incrementa en el oscilador la transmisión del ancho de banda, el campo de fuerza magnético que se genera por el módulo de RF es más grande, esto sucede porque existe más potencia en el resonador de la antena en la fase de poder de transmisión.

El campo de fuerza se puede medir de varias formas. Puede medirse usando un calibrador de campo, o midiendo el voltaje de resonancia de la antena usando un osciloscopio y calculando la fortaleza de campo.

El campo de fuerza de una antena se puede ajustar con el VSP de alimentación de voltaje de la fase de poder de transmisión de módulo de RF y escogiendo ancho de banda del oscilador. Las figuras 4-28, 4-29 y 4-30 muestran los valores del campo de fuerza típicos para todas las antenas estándares para ajustarse a diferentes oscilaciones, anchos de banda y potencias de transmisión.

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

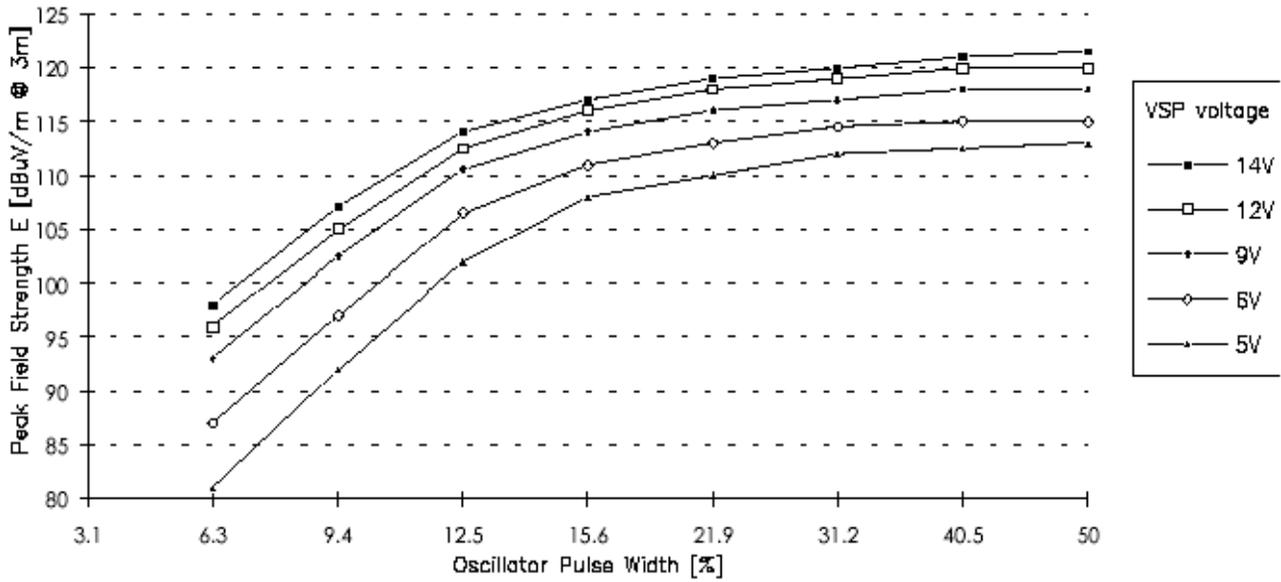


Figura 4-28 Campo de fuerza comparado con ancho de banda –1 (valores típicos)

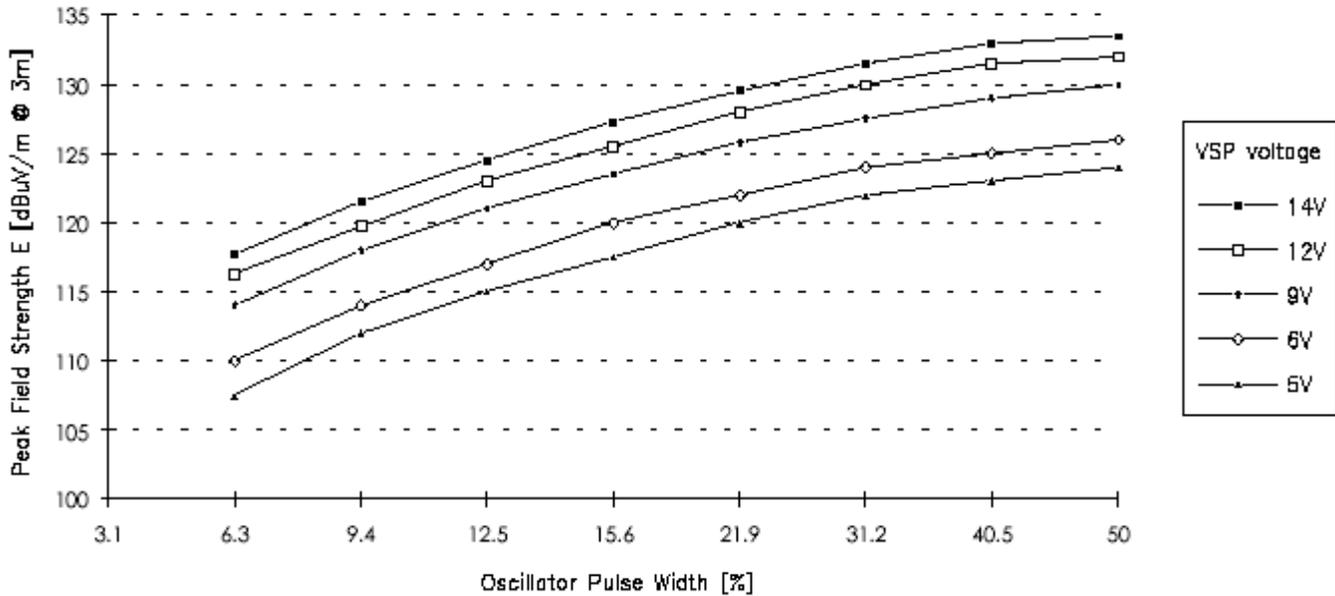


Figura 4-29 Campo de fuerza comparado con ancho de banda –2 (valores típicos)

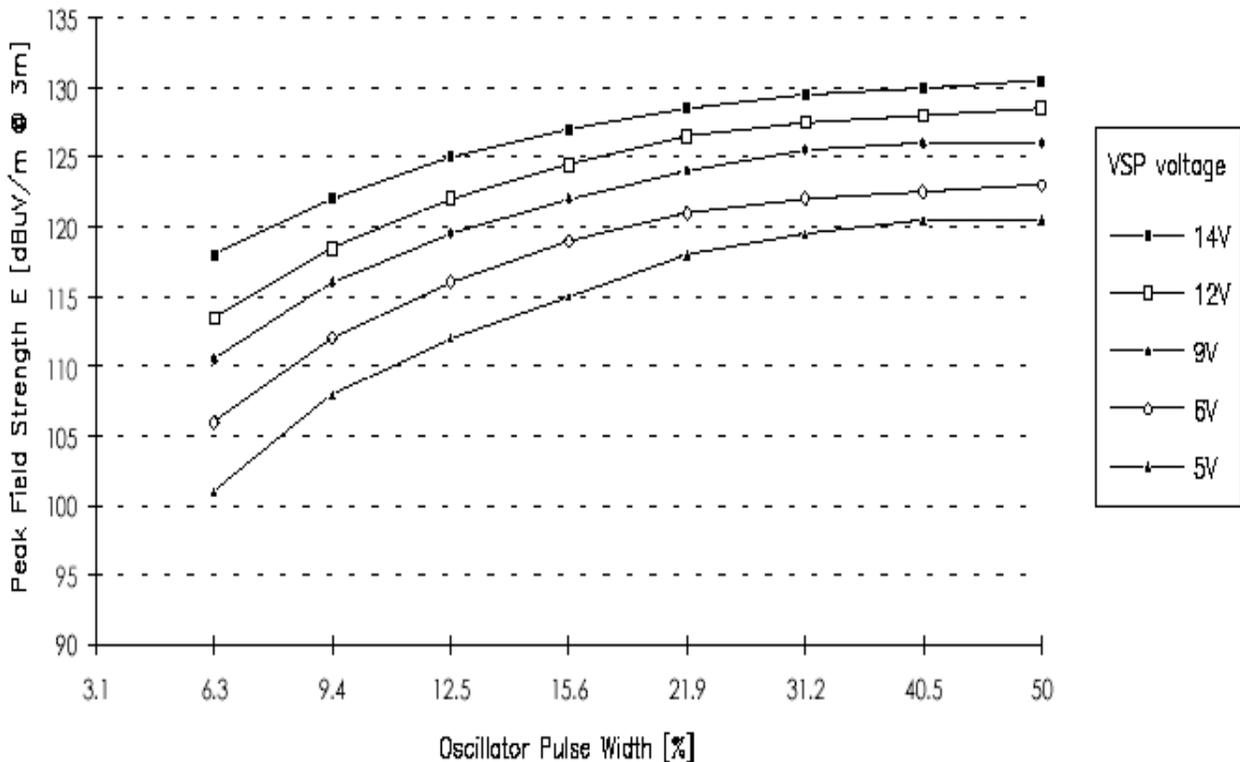


Figura 4-30 Campo de fuerza comparado con ancho de banda –3 (valores típicos)

El módulo de RF tiene una característica incorporada donde el campo de fuerza generado para ser reducido de 100% hasta sobre 10%.

Para esto, se utilizan 4 puentes en el lado superior del PCB del módulo de RF y cerca del conector ST1. Estos 4 puentes son binarios, lo que significa que el ancho de banda tiene 16 valores diferentes. El puente con el valor menos significativo está junto al conector ST1. Los otros puentes suben en orden, así el puente más significativo es el más distante del conector ST1.

Si los puentes se encuentran abiertos se genera un ancho de banda del 50%, lo que corresponde a un 50% del campo de fuerza. Cerrando los puentes, el campo de fuerza es disminuido.

La relación entre el puente y el ancho de banda se muestra en la tabla 4-22.

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

Configuración de saltadores de soldadura				Señal de oscilador anchura de impulso [%]
M+ S-8			M-S-1	
-	-	-	-	50
-	-	-	X	46.9
-	-	X	-	43.7
-	-	X	X	40.6
-	X	-	-	37.5
-	X	-	X	34.4
-	X	X	-	31.2
-	X	X	X	28.1
X	-	-	-	25
X	-	-	X	21.9
X	-	X	-	18.8
X	-	X	X	15.6
X	X	-	-	2.5
X	X	-	X	9.4
X	X	X	-	6.3
X	X	X	X	3.1

- puente abierto

x puente cerrado

Tabla 4-22 Configuración de puentes para ancho de banda

En los párrafos siguientes usted encontrará una descripción para ajustar el campo de fuerza según los valores de FCC/R&TTE en combinación con las antenas estándares. Este método puede determinar aproximadamente el campo de fuerza generado, por lo que los datos reales del campo de fuerza generado se deben verificar con calibrador de campo de fuerza:

- Investigue la salida de regulación correspondiente al país.
- Seleccione el tipo de antena.
- Elija el voltaje de alimentación para la potencia de transmisión.
- Busque el ancho de banda más apropiado para el tipo de antena que va a utilizar. Puede verificar los valores de voltaje y de FCC/R&TTE en las figuras 4-27, 4-28 y 4-29. escoja el ancho de banda en el módulo de RF.
- Si es necesario, adicione otra una antena para disminuir las funciones, esto es cuando se necesite un campo de fuerza pequeño en antenas grandes.
- Para ajuste apropiado de la fortaleza de campo, realice pruebas con la antena a utilizar en el sitio donde se desea instalar la antena.

El módulo de RF tiene incorporado un detector de campo de fuerza junto con la señal de salida digital RXSS y un potenciómetro para ajustar el nivel de umbral de detección del campo de fuerza. La salida digital es usada para la sincronización inalámbrica de dos o más unidades de lectura.

Es necesario asegurarse que si hay más de una unidad de lectura no interfieran mutuamente. El software de la unidad de control ve la señal digital para detectar si otras unidades de lectura están transmitiendo.

Esto significa que la unidad de control pueda operar el transmisor del módulo de RF de modo que las unidades lectoras transmitan simultánea o alternativamente. De este modo los ciclos leídos de cada uno de las unidades lectoras ocurren al mismo tiempo o en diferentes tiempos.

Dependiendo del tipo de antena y el nivel de ruido local, el nivel de umbral de la señal digital se tiene que ajustar con el potenciómetro en el módulo de RF. Esto debe de hacerse después de que la antena ha sido sintonizada a la resonancia.

Al girar el potenciómetro en el sentido contrario al de las manecillas del reloj, da por resultado la sensibilidad de umbral al máximo. Esta posición se recomienda para las antenas con centro de ferrita. La sensibilidad se debe reducir cuando se usan antenas de apertura. Cuando existe un nivel de ruido alto en el área se puede ajustar el umbral de la señal, aún para la antena con centro de ferrita.

Para ajustar el nivel de umbral de la señal se debe hacer lo siguiente:

- Mueva el potenciómetro de nivel de umbral completamente en sentido contrario al de las manecillas del reloj.
- Desactive el transmisor uniendo el pin 1 con el pin 3 del conector ST4, como se muestra en la figura 4-31.
- Asegure que ninguna unidad de lectura esté transmitiendo, uniendo los pines 1 y 3 de otras unidades en caso de estar conectadas.
- Elimine las fuentes de ruido lo más que se pueda.
- Vigile el voltaje en el pin de la señal de salida RXSS con un voltímetro (V) o un osciloscopio.
- Vuelva el potenciómetro de ajuste de nivel de umbral, según las manecillas del reloj hasta que la señal de salida se encuentre en modo estático inactivo, es decir que no existe voltaje en la señal.

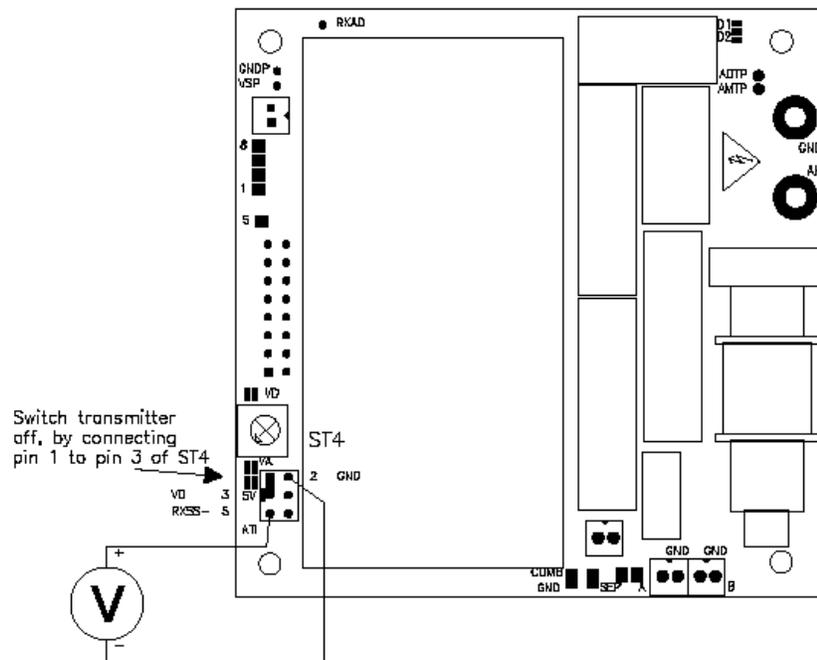


Figura 4-31 Ajustes del nivel de umbral de la señal

Al reducir el nivel de umbral se reduce la sensibilidad del receptor y se disminuye la distancia para la detección inalámbrica de otro transmisor. Esto lleva a la reducción de distancia de sincronización inalámbrica, la distancia de sincronización inalámbrica entre dos unidades de lectura es aproximadamente de 15 metros.

Cuando el nivel de umbral es ajustado de forma muy sensitiva, la salida esta activa, por lo tanto una unidad de control podría asumir todo el tiempo que otra unidad de lectura está transmitiendo todo el tiempo y trata de sincronizar a esta otra unidad de lectura; el régimen de repetición disminuiría de 10 a 5 lecturas por segundo aproximadamente para los módulos de control. Además, esta unidad de lectura no puede sincronizarse con otras unidades de lectura e interfiere con otras unidades y esto desencadena una lectura imposible en todas las unidades.

### 4.5 Sincronización

En ciertas aplicaciones es necesario usar varias antenas de carga cercanas y en esta circunstancia, los campos operativos de la carga magnética generada por antenas diferentes se superponen mutuamente y pueden causar un efecto de fatiga en el campo operativo de la carga magnética, debido a la diferencia ligera de frecuencias en que transmiten los diferentes módulos de RF.

El impacto de este efecto depende de tres factores:

1. El tamaño de la antena:

Debe existir una distancia proporcional al tamaño de la antena, de modo que no exista interferencia entre las antenas.

2. El campo de fuerza magnético:

Dicho campo depende del tamaño y tipo de antena, el cual debe separarse a los campos generados por otras antenas adicionales, de modo que el efecto de interferencia no ocurra.

3. La orientación y distancia entre antenas:

Al aumentar la distancia entre antenas, disminuye el impacto del efecto de interferencia.

Este impacto no ocurre cuando los transmisores de los diferentes módulos de RF operan a la misma señal del oscilador, la cual aparece en el conector ST2. Para manejar todos los módulos de RF por un oscilador maestro, los conectores ST2 de los módulos deben ser unidos como se muestra en la figura 4-32.

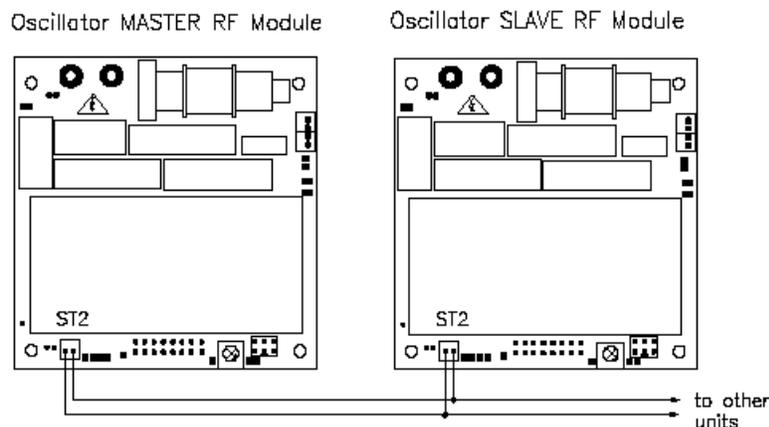


Figura 4-32 Unión para configuración de oscilador Maestro / Esclavo

Con un puente se selecciona el tipo de oscilador que se usará, si será oscilador interno o se usará un oscilador externo. Cuando el puente se cierra, el oscilador interno será utilizado y el módulo de RF es utilizado como oscilador maestro. Cuando el puente se encuentra abierto, la señal de oscilación será externa y este módulo es llamado esclavo. Sólo se permite un oscilador maestro para un sistema sincronizado.

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

---

Si se está usando varias antenas cercanas se debe verificar si el campo de fuerza operativo de carga cambia regularmente, esto se hace verificando el valor del voltaje de resonancia de la antena con un osciloscopio. Si el voltaje cambia periódicamente más del 5% sobre la amplitud donde se encontraba, se recomienda usar un alambre reforzado para la transmisión.

La distancia entre dos antenas se muestra en la tabla 4-23, las cuales determinan la verificación del efecto de fatiga. Si las distancias entre antenas son menores al valor dado en la tabla 4-23, se debe verificar el efecto de fatiga.

Tipo de antena	Distancia D1 (m)	Distancia D2 (m)
RI_ANT_S02 <=> RI_ANT_S02	1.0	0.8
RI_ANT_G01 <=> RI_ANT_G01	1.7	1.5
RI_ANT_G02 <=> RI_ANT_G02	1.3	1.0
RI_ANT_G04 <=> RI_ANT_G04	2.0	1.7

Tabla 4-23 Distancias máxima entre las antenas

Los valores de la tabla 4-23 se refieren a las distancias mostradas en figura 4-33 y es válido para el campo de fuerza de operación de la carga máxima. Estas antenas son modelos hechos por Texas Instruments.

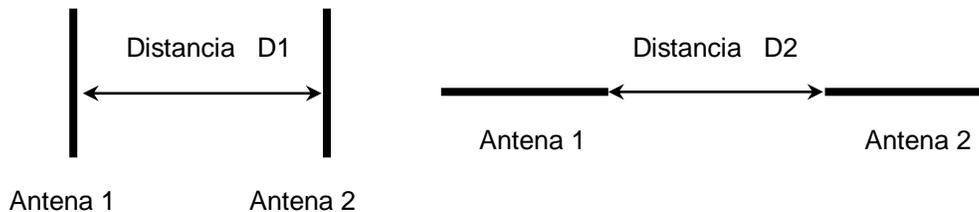


Figura 4-33 Distancia entre antenas

Si una aplicación requiere más de un módulo de RF y la distancia es más grande de lo especificado, es necesario manejar la señal del módulo oscilador con una interfase diferente; por ejemplo, la interfase RS422.

La figura 4-34 muestra la forma en que deben unirse los módulos de RF.

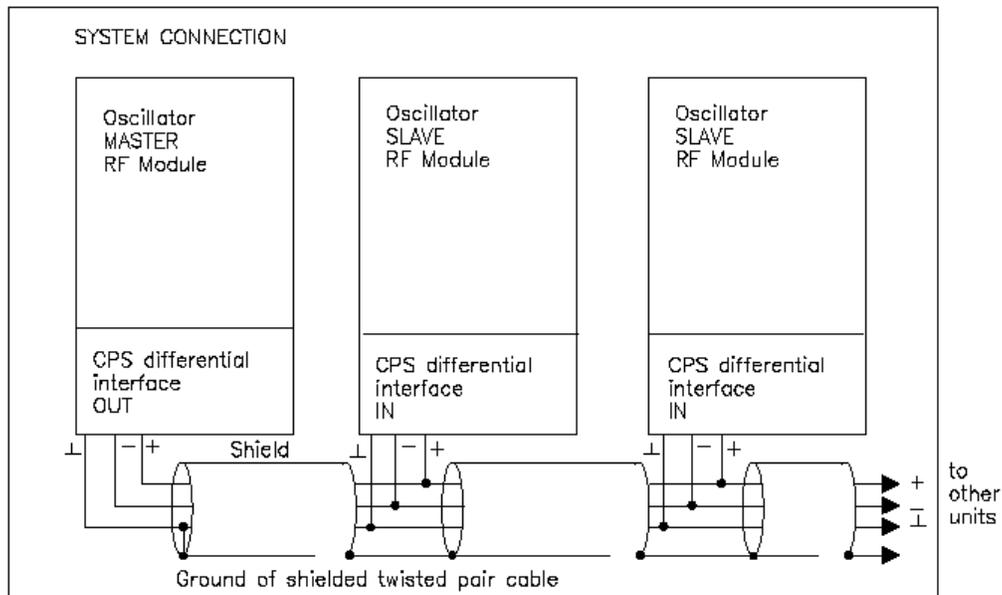


Figura 4-34 Conexión múltiple módulos de RF

#### 4.6 Multiplexaje

El módulo de RF tiene la opción para usar una combinación especial de multiplexor, la cual configura la antena solo para recepción.

El uso de la antena para una combinación de transmisión/recepción, o solo para recepción, o solo para transmisión; se puede elegir por medio de un puente.

La figura 4-35 muestra la posición del puente para lograr la combinación de transmisión / recepción.

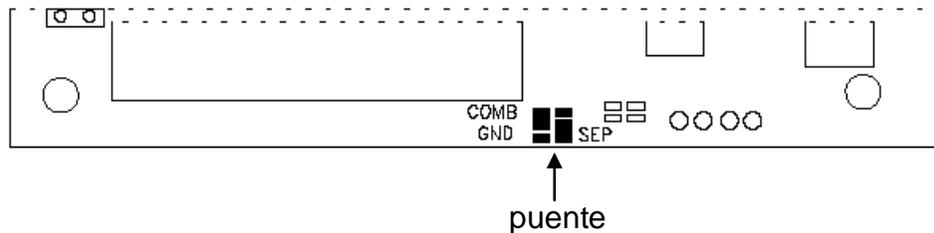


Figura 4-35 Combinación para la transmisión/recepción

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

---

La figura 4-36 muestra la posición del puente para elegir solo recepción.

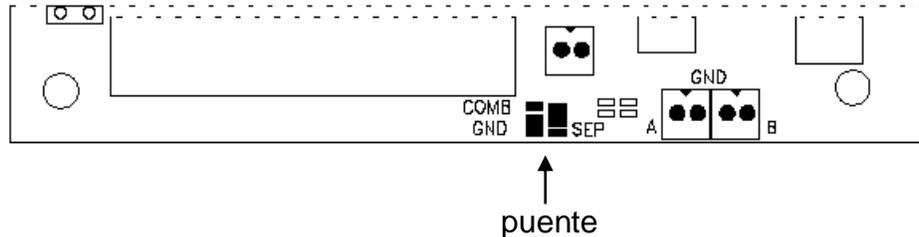


Figura 4-36 Posición del puente para recepción

La figura 4-37 muestra que no se requiere del puente para lograr solo transmisión.

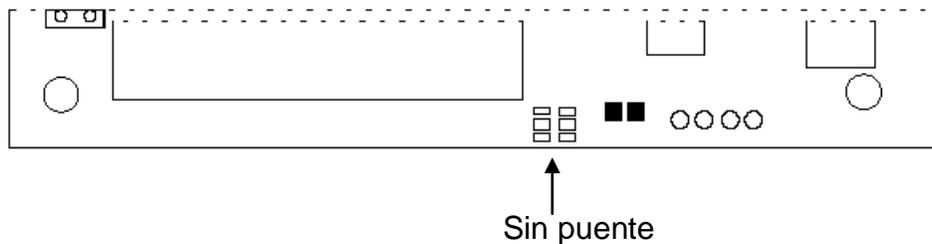


Figura 4-37 Sin puente para configurar la antena en transmisión

El multiplexor en recepción ofrece las posibilidades siguientes:

- Al separar la antena en solo recepción, se permite mayor libertad para subir la señal y la antena en recepción perfecciona el área de identificación.
- El multiplexor en recepción permite cargar a un tag con una antena y la lectura se realiza con una segunda antena.

Al usar el multiplexor de recepción, el canal activo de recepción es escogido por la entrada de comunicación del conector RXA0. La recepción del canal A sucede cuando RXA0 recibe una señal de +5V o cuando está abierto. El canal A es seleccionado por el fabricante y al conectar a RXA0 a tierra, se selecciona la señal de recepción por el canal B.

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

Es importante que exista una distancia de al menos de 20 cm entre la antena de carga operativa y las antenas de recepción para mantener seguras las funciones de operación y así asegurar que el sistema funciona correctamente. Recuerde que se debe mantener las antenas a una distancia de 10cm de algún metal.

La figura 4-38 muestra las configuraciones del sistema para el multiplexor de recepción.

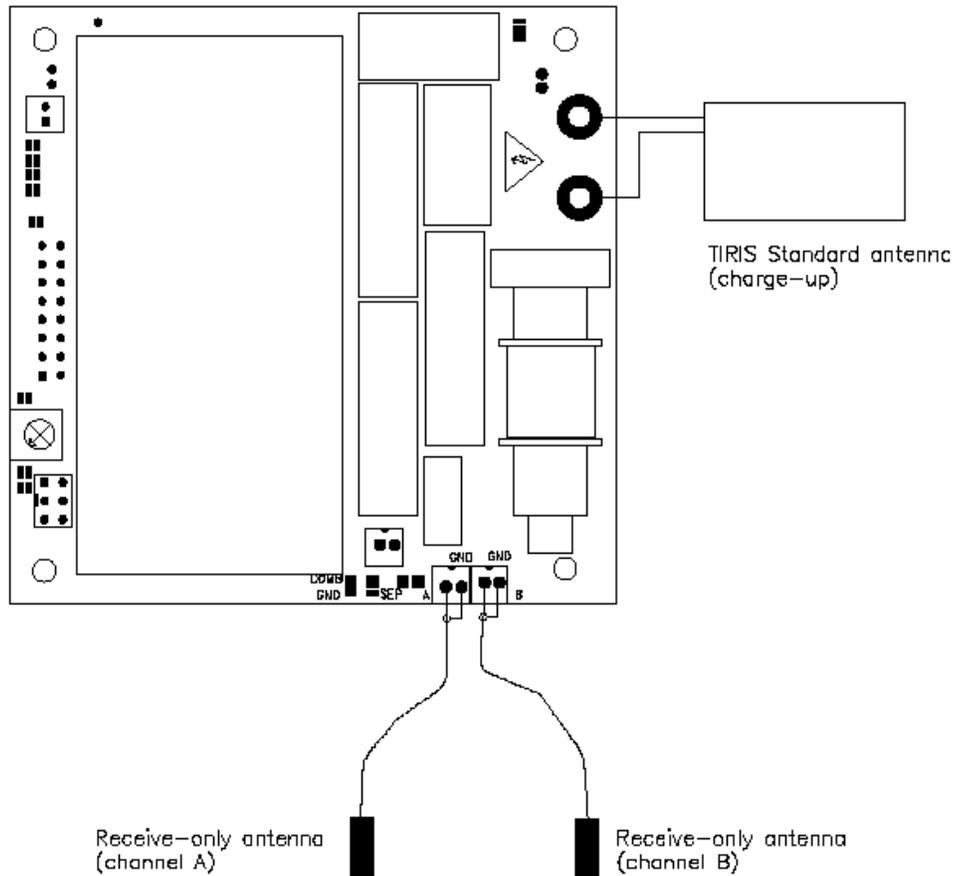


Figura 4-38 Configuración del multiplexor de recepción

La figura 4-39 muestra un ejemplo para una aplicación básica con el multiplexor en recepción. El control de acceso para una entrada, puede identificar a las personas que han pasado por ahí, identificando la hora en que paso por ahí, nombre y demás datos que sean necesarios.

La antena de carga puede colocarse sencillamente alrededor de la puerta.

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

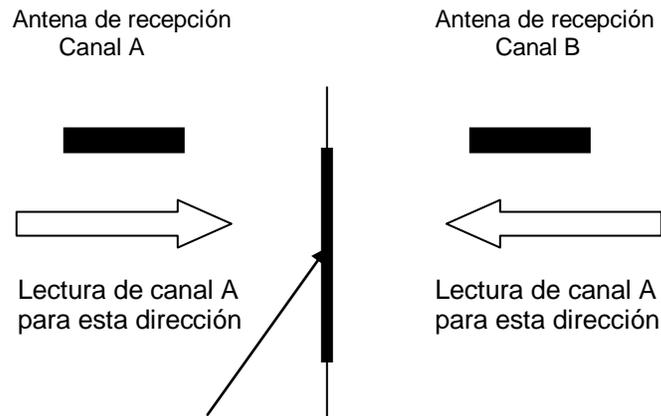


Figura 4-39 Antena de carga Vista desde arriba de la puerta

La señal del tag es recibida por una de las antenas de recepción y cada antena se sitúa en lados diferentes de la puerta (entrada y salida). Así es posible detectar la función del canal seleccionado para saber en donde fue realizada la lectura.

Para sintonizar este tipo de antenas de recepción conforme a la resonancia requerida, se recomienda usar una serie de capacitores colocados como se muestra en la figura 4-40.

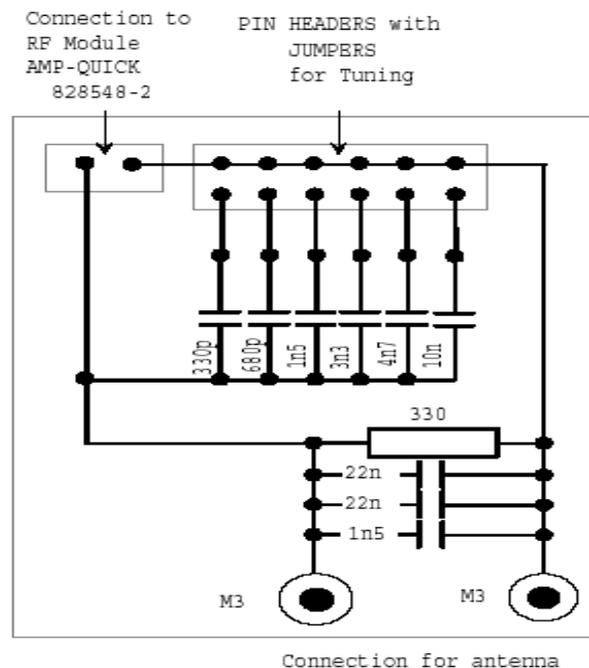


Figura 4-40 Circuito para sintonizar antenas en recepción

Aunque el valor de voltaje de los capacitores puede ser tan bajo como de 50V para RX, se recomienda usar un alto valor (430V) en los capacitores a utilizar. Si la antena de recepción está en el campo operativo de la carga y no está unido al lector, los altos voltajes pueden dañar los capacitores. Cuando la antena es unida al multiplexor de RX del lector, el circuito incorporado protege al equipo.

La afinación de la resonancia puede ser hecha de dos maneras: por un acoplamiento de 137.2 KHz de onda senoidal, que se comunica a la antena que usa una onda senoidal generada en combinación con una bobina de acoplamiento.

Por el transmisor del módulo de RF que está acostumbrado a un acoplamiento de onda senoidal de 134.2kHz hacia la antena de solo recepción.

Procedimiento para la afinación:

Para la primera manera, la capacitancia total de la antena de recepción necesita cambiarse hasta que el voltaje inducido de la antena de recepción ha alcanzado su máximo.

Para la segunda manera, la capacitancia total de la antena de recepción se tiene que cambiar hasta que el voltaje inducido de la antena de recepción ha alcanzado su máximo. Sin embargo en este caso, la antena es sintonizada a 134.2 KHz y no a 137.2 KHz. Por lo tanto la capacitancia total se reduce a 2.2 nF después del procedimiento de afinación. De este modo, la antena se sintoniza de nuevo sobre 137.2 KHz.

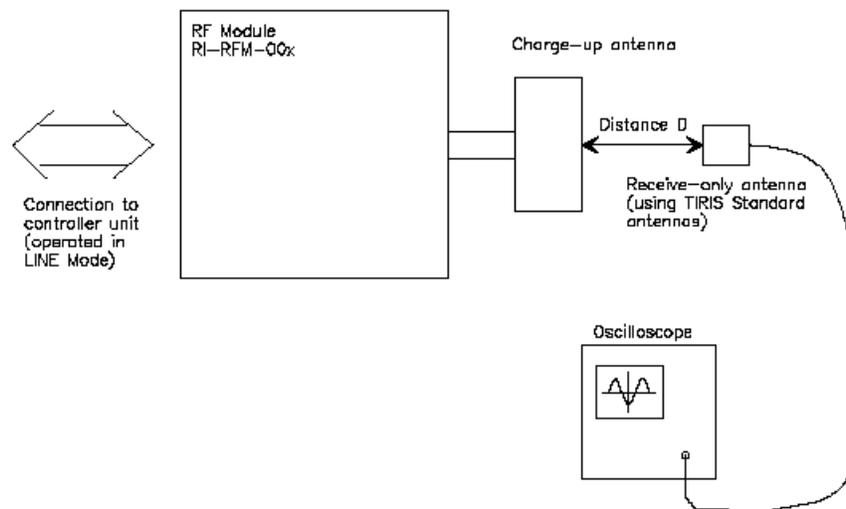


Figura 4-41 Afinación de la antena de recepción

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

---

Se debe tener cuidado con las antenas de solo recepción cuando se trabaje con antenas operativas de carga, ya que si las antenas de recepción no son unidas al multiplexor de recepción, el voltaje inducido puede exceder al voltaje evaluado especificado para el capacitor y la resistencia usado para la antena de recepción.

Por lo tanto se recomienda un cortocircuito entre las antenas de solo recepción cuando no estén unidas al módulo de RF y este tiene una tarjeta con diodos de sujeción que lo protegen de la antena.

Se debe medir el voltaje de inducción de la antena usando un osciloscopio y verificar que el voltaje inducido no excede el voltaje especificado para el capacitor y la resistencia (no debe exceder 40 Volts).

### 4.7 Ruido

El ruido es un efecto negativo para el buen funcionamiento del módulo de RF. Existen dos tipos diferentes de ruido: por radiación y por conducción. Sus características se muestran en la tabla 4-24.

	Ruido radiado	Ruido conducido
Fuente	Esto se generado por partes inductivas por ejemplo: radiadores coloidales, motores coloidales, etc.	Esto se genera por unidades de potencia, Por ejemplo: los motores, fuentes de poder de modo conmutado, altos picos de voltaje, componentes de voltaje alterno unidireccional.
Vía	La radiación viaja por campos magnéticos.	Se conduce por vía galvánica, por todos los cables (fuentes e interfases) unidos al módulo de RF.
Efecto	Disturbios en las funciones de recepción por interferencia magnética con la señal del tag a la antena.	Llevan a un mal funcionamiento y se reduce la sensibilidad de circuito de receptor, por ejemplo: interferencia por el suministro de voltaje. El ruido conducido pueda causar también Un ruido radiado.

Tabla 4-24 características de ruido radiado y conducido

Se puede eliminar cualquier ruido conducido del suministro de voltaje y todas las líneas que puedan interactuar. A fin de hacer pruebas con el módulo de RF, este debe ser alimentado por una batería (por ejemplo 9V, 20 mA) a fin de eliminar cualquier ruido conducido de un suministro de voltaje. El ruido conducido por las líneas de interfaz es eliminado desconectando todas las líneas al módulo de RF.

Los criterios de medida para ruido bajo son la amplitud del detector de intensidad de señal de recepción del módulo de RF. El pin llamado RSTP en el conector ST1 lleva una señal analógica, cuyo voltaje indica la intensidad de señal de recepción. Este voltaje se debe medir en combinación con la antena.

La preparación para esto se puede ver en la figura 4-42. En esta configuración se conecta una batería y las líneas de interfase son desconectadas. Un bajo nivel de ruido es indicado por un voltaje de RSTP menor de 1.0 Vdc.

El procedimiento para probar el impacto de ruido es el siguiente:

- La preparación normal para el módulo de RF y una antena que tiene una mala distancia de lectura, aunque la antena se sintoniza lo suficiente para la correcta carga del tag.
- Pruebe la configuración mostrada en la figura 4-42. Si esta configuración muestra malas condiciones de ruido (el voltaje de RSTP está arriba de 1.0Vdc), el problema es de ruido radiado.
- Cuando la configuración de la figura 4-42 muestra buenas condiciones de ruido (el voltaje de RSTP es menor de 1.0Vdc), entonces el problema es ruido conducido.

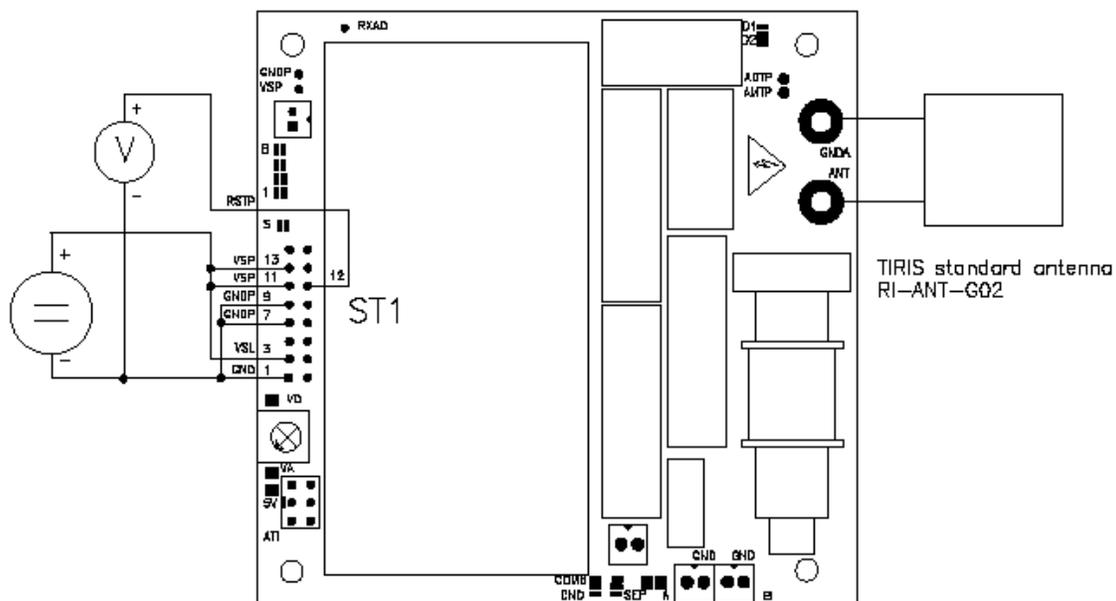


Figura 4-42 Configuración para prueba de ruido

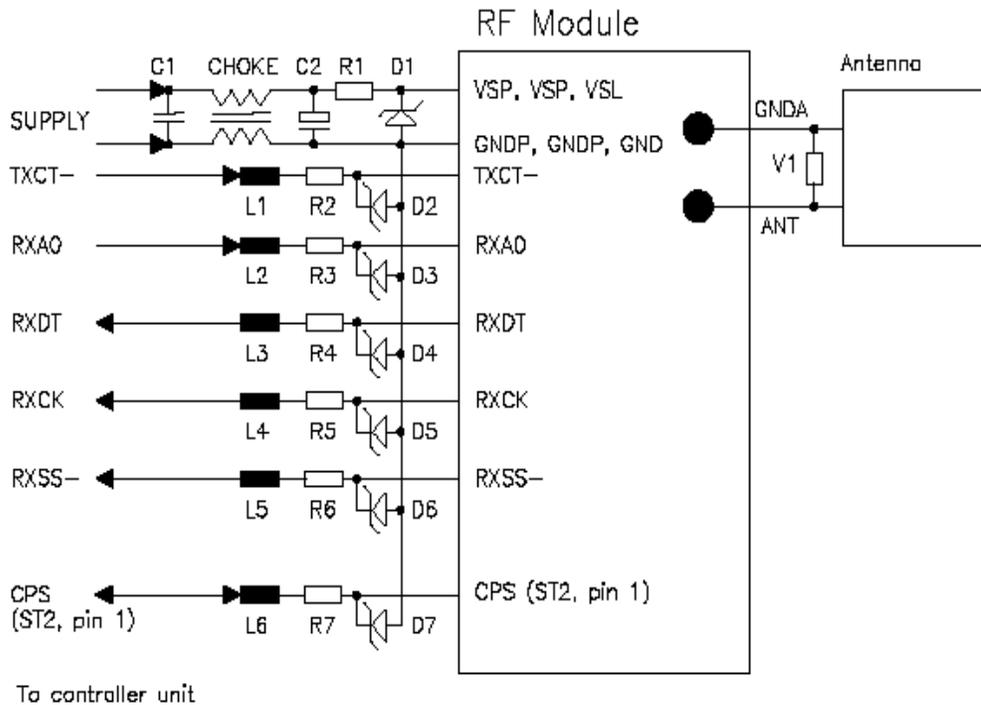
- Ahora cambie la configuración de modo que las líneas de interfase son de nuevo unidas al módulo de RF (pero el transmisor se encuentra apagado). Si el voltaje de RSTP ahora indica condiciones malas de ruido, el ruido conducido está viniendo por las líneas de interfaz.

## CONFIGURACIÓN DEL IDENTIFICADOR

- Cuando en la configuración anterior (con las líneas de interfase conectadas) muestra buenas condiciones de ruido (el voltaje de RSTP es menor de 1.0Vdc), entonces el problema es de ruido conducido por el suministro de voltaje.

### 4.8 Protección

Para aplicaciones donde existe un riesgo de diferencias de voltaje y ruido en las líneas del módulo de RF, se deben conectar circuitos de protección adicional y filtros. Una propuesta útil se muestra en la figura 4-43. Este circuito se puede usar como una pauta para la protección del sistema contra sobrevoltaje, sin embargo puede ser que esto no sea suficiente para todas las aplicaciones.



All components must be mounted close to the RF Module with shortest possible wires!

C1: 100nF Ceramic  
C2: 100uF low ESR

R1: 1 Ohm / 2W  
R2, R3, R4, R5, R6, R7: 22 Ohm / 0.25W

V1 = Varistor 420V  
e.g. SIEMENS  
S10V-S20K420

CHOKE: Common Mode Choke Coil  
L1, L2, L3, L4, L5, L6: Ferrite beads

D1: ZY18 respectively ZX18  
D2, D3, D4, D5, D6, D7: BZX85C5V6

Figura 4-43 Circuito para protección de sobrevoltaje

En dicha figura se puede ver lo siguiente:

La entrada de suministro de voltaje es protegida contra picos de voltaje con R1 y D1, donde el diodo zener D1 detiene los picos de voltaje para 18 voltios de modo que el máximo de poder permitido en el transmisor de suministro de voltaje no se excede demasiado.

La bobina de choque (Choke) y los capacitores C1 y C2 reducen el ruido conducido por las vías de abastecimiento.

Todas las entradas y salidas de señales deben ser protegidas con un diodo zener de 5.6V con una disipación de 1.3.

Las espirales L1 a L6 con centro de ferrita en forma de gotas y deben ponerse en serie a la línea, cuando un ruido conducido viene de las líneas de interfaz.

El varistor V1 protege el circuito de la antena contra una alta tensión inducida a la espiral de la, por ejemplo: un relámpago. El tipo varistor es un común, aunque no siempre puede ser suficiente para la protección en todos los casos.

### INTERFAZ

Como se ha descrito anteriormente, si las líneas de interfaz se exceden 2 metros, es necesario manejar las señales del conector ST1 por una interfaz diferencial. La interfaz diferencial de RS422 es la más apropiada.

Es necesario la interacción de dos convertidores, un en el módulo de RF y uno en el lado de la unidad de control.

El convertidor en el lado de unidad de control tiene que convertir las señales TXCT- y RXA0 desde el nivel lógico HCMOS al nivel RS422 y las señales RXDT, RXCK y RXSS- desde el nivel RS422 al nivel lógico de HCMOS.

## CONCLUSIONES

Al entrar en el mundo de la identificación por radio frecuencia RFID, es necesario remontarnos a los principios básicos de la comunicación electrónica, ya que el principal reto es el transportar información de un lugar a otro. Se parte de la necesidad de tener una fuente, un destino y un medio de transmisión para el envío de la información.

Se vio que es necesario modular la información de la fuente con una señal portadora, la cual puede cambiar a la amplitud, frecuencia o fase de la señal de información. La señal de dicha información puede ser analógica o digital.

La modulación que se usa en RFDI es la llamada FSK (Frequency Shift Keying) que es una modulación por desplazamiento de frecuencia de amplitud constante, parecida a la modulación por frecuencia FM, pero usando a una señal digital.

La información enviada puede ser multiplexada, esto es, que la información es enviada a más de una fuente receptora como ocurre en la transmisión comercial de radio y televisión. La información tiene cuatro modos de transmisión: simplex, semiduplex, duplex y duplex total.

El flujo de datos puede cambiar dependiendo del tipo de interfase en serie o en paralelo. Estas interfases coordinan el flujo de los datos, a las señales de control y la información de sincronización de los equipos. Estas interfases pueden ser de los siguientes tipos: RS232, RS449, RS530, RS 423 ó RS422.

Otra parte importante dentro de la comunicación electrónica es la antena, el cual es un conductor de tipo metálico que radia y captura datos de ondas electromagnéticas. Las antenas se diferencian por su forma, así como el tipo de ganancia que puede ser de potencia o directa y por su área de captura.

Las frecuencias de las señales, los modos de transmisión, las interfases, las partes electrónicas, entre otras, están sujetas a las normas nacionales e internacionales, que se encargan de realizar procesos que regulan a las actividades desempeñadas por los sectores tanto privado como público.

En México, el organismo encargado de regular las normas es la Dirección General de Normas DGN, la cual lleva a cabo el cumplimiento de la Ley de Metrología y Normalización, mientras que Internacionalmente es la organización de estándares ISO (International Standar Organization) la que promueve la normalización de actividades en el mundo.

Una vez que se recordaron a los principios básicos de la comunicación electrónica y los organismos que se encargan de estandarizar y normalizar toda la operación de los equipos y sus componentes electrónicos ¿En donde entra el RFID?

Se dijo que el principal objetivo del RFID es la identificación por radiofrecuencias y que no debe de existir contacto alguno entre el objeto a identificar y los equipos de identificación, además de que sus principales componentes son; el transponder o tag, la antena, el lector y el equipo de identificación.

El tag es el elemento de identificación que puede tener varias formas, funcionar en alta o baja frecuencia, puede ser de lectura o lectura/escritura cambiando ciertos parámetros.

La antena es el elemento de transmisión y/o captura de los datos. El lector se encarga de codificar la información. El equipo de identificación se encarga de informar al usuario la identificación del producto.

La ventaja principal de no tener contacto alguno entre el equipo de lectura y el tag es que la lectura puede ser hecha a una distancia variable, dependiendo de la necesidad del usuario. La capacidad del almacenamiento de información puede variar desde algunos números hasta una gran cantidad de datos.

El lector que se emplea es el RI-RFM-104B para datos numéricos, mientras que el módulo de control se encarga del envío de los datos identificados hacia una o más computadoras que se emplean como equipos de identificación.

Un ejemplo de aplicación de estos equipos se encuentra en la policía de la ciudad de México. Antes, la forma de pasar lista a los oficiales era mencionando el nombre de los oficiales. Actualmente, no es necesario hacer esto, ya que el uniforme de cada policía contiene un tag que lo identifica individualmente y solo es necesario pasar el dispositivo lector por su uniforme para que la asistencia del oficial sea capturada de forma inmediata en una computadora.

Otro ejemplo de aplicación se encuentra en los fabricantes de ropa marca Armani y Hugo Boss. Al trasladar en los camiones de reparto su mercancía envuelta en cajas, desde la fábrica hasta los puntos de entrega, se corre el riesgo de ser robada. Normalmente es en la tienda o punto de venta donde se dan cuenta del robo. Ahora realizan su inventario colocando en cada caja de ropa un tag. La ropa es identificada en todos los puntos de transportación, sin necesidad de que tengan que abrir la caja, ya que el tag es leído de manera remota. De esta manera, los índices de robo han disminuido sin dañar las utilidades de dichas compañías.

## CONCLUSIONES

---

El Gobierno Federal y los usuarios de carreteras, ha encontrado en la identificación por RFID a un gran aliado. El cobro de peaje ahora es mucho más sencillo y cómodo en automóviles, flotas de camiones de carga y de pasajeros. Todo esto es gracias a que el pago se hace por medio electrónico a través de un dispositivo que contiene un transponder, el cual hace que el cobro se realice por medio de una tarjeta de crédito, débito o prepago. Remediando así, las largas filas en las casetas de cobro y evitando el pago en efectivo de este peaje.

También se puede colocar un tag en libros en las bibliotecas para su rastreo, identificación de pacientes en hospital, exámenes médicos, correo, el rastreo de animales, rastreo de documentos, identificar a los participantes en programas de entrenamiento, acceso a estacionamientos, pago de mercancías en las tiendas de autoservicio, detectar un objeto y registrar cualquier movimiento desde varios kilómetros de distancia, etc.

La gran ventaja del RFID es directamente el desempeño, eficiencia y velocidad de procesos. El cual ayuda considerablemente a disminuir errores, mejorando la operación administrativa en una gran cantidad de áreas de trabajo.

A pesar de esta seguridad, la aplicación del tag no está sujeta a un condicionamiento legal especial y las organizaciones de consumidores no tienen ni voz ni voto en este proceso. No existe aún una uniformidad para esta codificación.

Esta puede ser la única desventaja que se podría encontrar en los sistemas de RFID. Por lo cual, siempre se debe ofrecer una amplia gama de aplicaciones en las que se incorpora la identificación por radiofrecuencia y la gran cantidad de mejoras con esta tecnología en los sectores de interés, como son el farmacéutico, alimentos y bebidas, textil, automotriz, electrónica, Higiene, etc...

El utilizar un transponder de RFID para un fabricante y distribuidor sobre los sectores anteriormente mencionados, certifica que el control y la administración de sus productos, residirá en el mismo. Evitando robos, piratería y falsificaciones, equivocación en la entrega de productos, retardos en tiempo de entrega, Control de calidad, control de inventario, disminución de los tiempos de almacenaje, etc. Al disminuir los riesgos en los procesos de logística y entrega, la operación de todas las áreas relacionadas se hace más eficiente.

Estas son algunas de las razones por las cuales se ha desplazado a las etiquetas o código de barras. Aunque un transponder es una opción que económicamente es más cara en comparación con una estampa o una impresión, la amplia gama de ventajas administrativas y funcionales que ofrece el RFID, lo han hecho en poco tiempo, una herramienta indispensable en nuestra actual forma de vida.

No estamos a un futuro muy lejano de una identificación total de todos los objetos, entre ellos nosotros mismos. Es aquí donde el pensamiento y el ingenio del hombre crean ideas que solucionen a los conflictos que se presentan. No debemos utilizar la tecnología para someter u organizar la vida de otras personas, sino para ayudarlas.

## GLOSARIO

**AM** (Amplitude Modulation) Amplitud modulada

**FM** - (Frequency Modulation) Frecuencia Modulada

**ASK** (Amplitud Shift Keying)

**FSK** (Frequency Shift Keying)

**PSK** (Phase Shift Keying)

**QAM** (Quadrature Amplitude Modulation)

**Hz** – Hertz

**Cps** - ciclo por segundo

**RF** - (Radio Frequency)

**CCIR** - Comité Consultivo Internacional de Radio

**Senoidal** – En matemáticas, se entiende por senoide la función seno o la curva que la representa, en general todos los gráficos de ondas se llaman sinusoides.

**Cristalografía** Estudia las formas, estructuras, propiedades y clasificaciones de los cristales.

**PLL** (Phase Locked Loop)

**Multiplexado** – La transmisión de cualquier forma de información en más de una fuente a más de un destino a través del mismo medio de transmisión.

**TDM** - (Time Division Multiplexing)

**FDM** - (Frequency Division Multiplexing)

**WDM** - (Wavelength Division Multiplexing)

**PCM** - (Pulse Code Modulation)

**DTE** - Equipos de Terminales de Datos (por sus siglas en inglés)

**DCE** - Equipos de comunicaciones de datos

**HDX** - (Half Dúplex)

**FDX** - (Full Dúplex)

**F/FDX** - (Full/Full Dúplex)

**Símplex** - Las líneas símplex también se llaman solo de recepción, solo de transmisión o solo en un sentido.

**Semidúplex**

Las líneas semidúplex también se llaman líneas de dos sentidos alternas, o líneas de uno de dos sentidos.

**Dúplex** - Las líneas dúplex también se llaman de dos sentidos simultáneos, o en ambos sentidos.

**Dúplex total/general** - En este modo es posible la transmisión en ambas direcciones al mismo tiempo, pero no entre las mismas dos estaciones; es decir, una estación transmite a una segunda estación y recibe al mismo tiempo de una tercera estación.

**ASCII** - (American Standard Code for Information Interchange)

**EBCDIC** – (Extended-Binary-Coded Decimal Interchange Code)

**EIA** - Asociación de Industriales Electrónicos

**Antena** – Sistema conductor metálico capaz de radiar y capturar ondas electromagnéticas.

**LNA** – Low Noise Amplifier

**Dipolo de media onda** - El dipolo lineal de media onda es una clase de antena entre las más usadas para frecuencias mayores de 2 MHz. A frecuencias menores que 2 MHz.

**Dipolo doblado** - Antena única formada por dos elementos.

**Polarización** - La polarización de una antena es la orientación del campo eléctrico que se irradia de ella.

**TAG** - Dispositivo relativamente pequeño que contiene el código de identificación.

**Lector** – Dispositivo lector interpreta y descifra la señal de radio y ejecuta otras funciones de sistema

**Codificador** - Dispositivo acostumbrado a poner el código de identificación en el tag.

**LFMN** - Ley Federal sobre Metrología y Normalización

**IEC** - Comisión Electrotécnica Internacional

**ISO** - Organización Internacional de Normalización

**ITU** - Unión Internacional de Telecomunicaciones

**CEM** - Comité Electrotécnico Mexicano

**DGN** - Dirección General de Normas

**AEI** - Automatic Equipment Identification

**AAR** Asociación de Norma Americana de Ferrocarriles para equipo automático de identificación la cual fue fundada en 1992.

**ANSI** Instituto Nacional Americano de Normalización, lleva a cabo la norma para la identificación automática de los contenedores de camiones. Fundada en 1990.

**ATA** Asociación de Transporte Americano, especifica una norma para identificación de equipo automática, esta se fundó en 1990.

**IATA** Asociación de Transporte Aéreo Internacional recomienda la practica 1640 sobre el uso de la tecnología de radiofrecuencia para identificación automática de dispositivos de carga por unidad.

**ISO** La Organización Internacional de Estándar produjo la norma ISO 10374, sobre contenedores y envases de identificación automática, fue fundada en 1991.

**ATA** American Trucking Association

**RF** – Radio Frecuencia

**SMPS** (Switched Mode Power Supply)

**Ruido** Efecto negativo para el buen funcionamiento del módulo de RF. Existen dos tipos diferentes de ruido: por radiación y por conducción.

**INTERFAZ** - Dispositivo capaz de transformar las señales emitidas por un aparato en señales comprensibles por otro.

**PC** – Personal Computer

## BIBLIOGRAFÍA

- TOMASI, WAYNE  
Sistemas de Comunicaciones Electrónicas  
4ª edición 2003  
Editorial Prentice Hall  
México
  
- GERDEMAN, JIM  
LEROSE, JOANNE  
RF/ID: Radio Frequency Identification Application 2000  
(Enabling Technology Series No. 2  
Electronic Commerce Tools & Technologies)  
1ª edición 2000  
USA
  
- TEXAS INSTRUMENT  
Series 2000 Reader System  
Control Modules RI-CTL-MB2A, RI-CTL-MB6A  
Reference Guide  
2ª edición 2000
  
- TEXAS INSTRUMENT  
Series 2000 Reader System  
Standard Radio Frequency Module  
RI-RFM-104B  
Reference Guide  
2ª edición 2002
  
- TEXAS INSTRUMENT  
Radio frequency identification systems  
Series 2000 Standard Radio Frequency Module  
Data Sheet  
© Copyright 2003 Texas Instruments Incorporated.
  
- TEXAS INSTRUMENT  
Radio frequency identification systems  
Control Module  
Data Sheet  
© Copyright 2003 Texas Instruments Incorporated.

- TEXAS INSTRUMENT  
Standard Radio Frequency Module RI-RFM-104B  
Reference Guide  
October 2002
- TEXAS INSTRUMENT  
SERIES 2000 CONTROL MODULE RI-CTL-MB2A, RI-CTL-MB6A  
Data Sheet  
JANUARY 2003
- Allan Goulbourne  
Transponders  
Product Overview  
APRIL 2002

## MESOGRAFÍA

- <http://www.economia.gob.mx/?P=204>
- [www.tiris.com](http://www.tiris.com).
- <http://www.ti.com/rfid/shtml/doc-center-datasheets.shtml>
- <http://www.ti.com/rfid/shtml/doc-center-refguides.shtml>