

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES.

CAMPUS ARAGÓN

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO MECÁNICO
ELECTRICISTA**

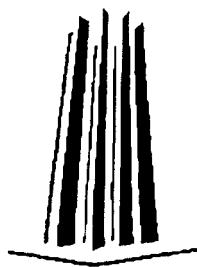
P R E S E N T A N:

**LEÓN AVIÑA ISRAEL
MARTÍNEZ FELIPE AMADOR**

ASESOR:

ING. JOSÉ JUAN RAMÓN MEJÍA ROLDAN.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**





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.

PAGINACION DESCONTINUA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN
SECRETARÍA ACADÉMICA

Ing. RAÚL BARRÓN VERA
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 7 de marzo del año en curso, por la que se comunica que los alumnos ISRAEL LEÓN AVIÑA y AMADOR MARTÍNEZ FELIPE, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, han concluido su trabajo de investigación intitulado "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

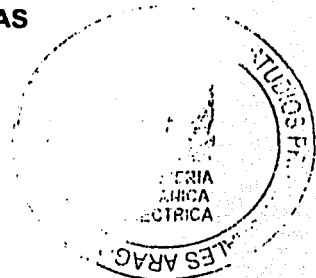
Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 11 de marzo del 2002
EL SECRETARIO

Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

C p Asesor de Tesis.
C p Interesado.

AIR/RCC/vr

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**





ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM

JEFATURA DE CARRERA DE
INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA

OFICIO No. ENAR/JAME/0231/2002.

ASUNTO: Sínoo (Tesis Conjunta).

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS
SECRETARIO ACADÉMICO
P R E S E N T E

Por este conducto me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sínoo del Examen Profesional del alumno: LEÓN AVIÑA ISRAEL, con Número de Cuenta: 9335615-8, con el tema de tesis: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA".

PRESIDENTE:	ING. RAÚL BARRÓN VERA	OCTUBRE	78
VOCAL:	ING. JOSÉ JUAN RAMÓN MEJÍA ROLDÁN	MARZO	85
SECRETARIO:	ING. JUAN ANTONIO VILLANUEVA ORTEGA	SEPTIEMBRE	94
SUPLENTE:	ING. ABEL VERDE CRUZ	ABRIL	95
SUPLENTE:	ING. JOSÉ LUIS ESTRADA GARCÍA	MARZO	96

Quiero subrayar que el Director de Tesis es el Ing. José Juan Ramón Mejía Roldán, el cual esta incluido basándose en lo que reza el Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

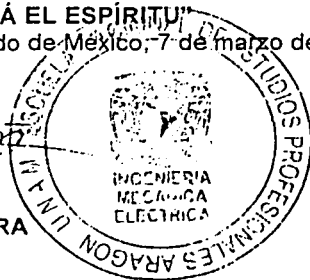
ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Bosques de Aragón, Estado de México, 7 de marzo de 2002.

EL JEFE DE CARRERA

[Firma manuscrita]



ING. RAÚL BARRÓN VERA

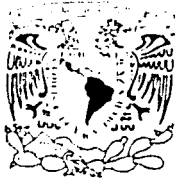
C.c.p. - Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez.- Jefa del Depto. de Servicios Escolares.

C.c.p. - Ing. José Juan Ramón Mejía Roldán.- Asesor.

C.c.p. - Alumno

RBV/amce.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



SECRETARÍA ACADÉMICA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN
SECRETARÍA ACADÉMICA

Ing. RAÚL BARRÓN VERA
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 7 de marzo del año en curso, por la que se comunica que los alumnos AMADOR MARTÍNEZ FELIPE e ISRAEL LEÓN AVIÑA, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, han concluido su trabajo de investigación intitulado "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

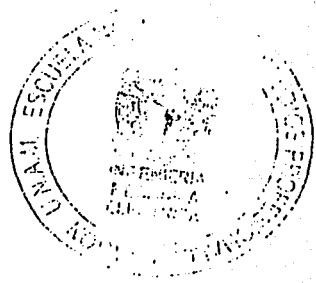
Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 11 de marzo del 2002
EL SECRETARIO

Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

C p Asesor de Tesis.
C p Interesado.

AIR/RCC/vr

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**





ESCUELA NACIONAL
DE ESTUDIOS
PROFESIONALES
ARAGÓN

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ARAGÓN – UNAM

JEFATURA DE CARRERA DE
INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA

OFICIO No. ENAR/JAME/0230/2002.

ASUNTO: Sinodo (Tesis Conjunta).

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS
SECRETARIO ACADÉMICO
P R E S E N T E

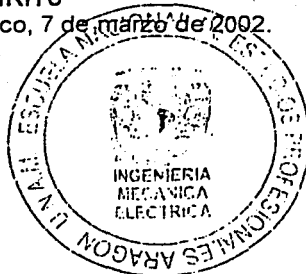
Por este conducto me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sinodo del Examen Profesional del alumno: MARTÍNEZ FELIPE AMADOR, con Número de Cuenta: 9327192-5, con el tema de tesis: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA".

PRESIDENTE:	ING. RAÚL BARRÓN VERA	OCTUBRE	78
VOCAL:	ING. JOSÉ JUAN RAMÓN MEJÍA ROLDÁN	MARZO	85
SECRETARIO:	ING. JUAN ANTONIO VILLANUEVA ORTEGA	SEPTIEMBRE	94
SUPLENTE:	ING. ABEL VERDE CRUZ	ABRIL	95
SUPLENTE:	ING. JOSÉ LUIS ESTRADA GARCÍA	MARZO	96

Quiero subrayar que el Director de Tesis es el Ing. José Juan Ramón Mejía Roldán, el cual esta incluido basándose en lo que reza el Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Bosques de Aragón, Estado de México, 7 de marzo de 2002.
EL JEFE DE CARRERA



ING. RAÚL BARRÓN VERA

C.c.p.- Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez.- Jefa del Depto. de Servicios Escolares.
C.c.p.- Ing. José Juan Ramón Mejía Roldán.- Asesor.
C.c.p.- Alumno
RBV/amce.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



PRÓLOGO.	1
CAPÍTULO 1	3
1 Generalidades	4
1.1 La tecnología amplia el potencial humano	4
1.1.1 Mecanización	8
1.2 Acabados	10
1.2.1 Aplicación de la pintura	10
1.2.2 La pintura por inmersión	11
1.2.3 La pintura por rociado	12
1.2.4 La pintura por deposición galvánica	14
1.2.5 Secado	15
1.3 Limpiadores	15
1.3.1 Método de limpieza	16
1.3.2 Limpieza electrofítica	17
1.3.3 Desengrasado por vapor	17
1.3.4 Limpieza ultrasónica	18
1.3.5 Decapado y oxidado	19
1.4 Revestimiento de superficie	19
1.4.1 Revestimiento de conversión	20
1.4.2 Revestimientos vítreos	21
1.4.3 Revestimientos de cromato	21
1.4.4 Revestimientos ordinarios de óxido negro	21
1.4.5 Revestimientos anódicos	22
1.4.6 Revestimientos orgánicos	23
1.5 Electrodeposición	27
1.5.1 Deposición al vacío	30
1.6 Electroplateado	33
1.6.1 Equipo de electroplateado	35
1.7 Resumen	39
1.7.1 Preparación de piezas	39
1.7.2 Versiones electrostáticas	39
1.7.3 Desengrase	40
1.7.4 Fosfatizado	40
1.7.5 Aplicación de pintura	41



1.7.6 Sistemas de captación de partículas 43

CAPÍTULO 2 46

2 Tiempo de secado 47

2.1 Hornos de secado de piezas 47

2.2 Hornos de curado de pintura 47

2.2.1 Infrarrojo 48

2.2.2 De gas L.P. 48

2.2.3 Método de secado 49

2.3 Hornos para operación continua 51

2.3.1 Hornos de convección 52

2.3.2 Condiciones de operación 53

2.3.3 Circulación de aire 55

2.3.4 Flujo de aire 57

2.3.5 Dirección y velocidad del aire 58

2.3.6 Precio comercial de algunos hornos 59

2.4 El producto 60

2.5 Sistemas con transportador 61

2.5.1 Transportador de riel 62

2.5.2 Transportador tipo polipasto 63

2.5.3 Tipo de transportación del producto 63

2.6 Problemas actuales en el proceso de pintura 64

2.6.1 Ampollamiento 65

2.6.2 Agrietamiento 65

2.6.3 Cuarteado lineal 66

2.6.4 Ojo de pescado 67

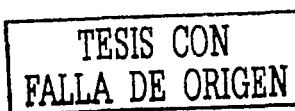
2.6.5 Levantamiento 68

2.6.6 Cáscara de naranja 68

2.6.7 Puntos de alfiler 70

CAPÍTULO 3 72

3 Tecnología TTL 73





3.1	Introducción	73
3.2	Parámetros más importantes de la familia TTL	75
3.3	Parámetros de corriente y voltaje	80
3.3.1	Características TTL estándar	81
3.4	Circuito de una compuerta NO-Y TTL estándar	81
3.4.1	Funcionamiento	82
3.5	Series TTL	86
3.5.1	TTL de alta velocidad serie 74H (High speed)	87
3.5.2	TTL de bajo consumo serie 74LP (Low Power)	87
3.5.3	TTL Schottky serie 74S	88
3.5.4	TTL Schottky de baja potencia serie 74LS	88
3.5.5	TTL Schottky avanzada serie 74AS	89
3.5.6	TTL Schottky avanzada de baja potencia serie 74ALS	89
3.5.7	TTL Fast serie 74F	90
3.6	Temporizador 555	91
3.6.1	Operación estable	92
3.6.2	Operación monoestable	94
3.7	Amplificador de gran señal	97
3.8	El flyback	98
3.8.1	¿Qué hace el flyback?	98
3.9	Diferencia entre un flyback y un transformador común	99
3.10.	Origen del término flyback	100
3.11	Ventajas del uso del flyback en T.V.	101
3.12	Construcción del flyback	102
3.13	¿Por qué fallan los flyback?	105
3.14	Diferentes fallas en el flyback	106
3.15	Comprobación básica del flyback	107
3.15.1	Proceso de eliminación	109
3.16	Comprobación avanzada	110
3.16.1	Método 1	110
3.16.2	Método 2	112
3.16.3	Retorno de alto voltaje en un flyback	114
3.16.4	Procedimiento de comprobación del método 2	115
3.17	¿Por qué todos los flyback parecen ser únicos?	116
3.18	Diagrama típico de un flyback	117
3.19	Flyback de reemplazo	118
3.20.	Rectificador Multiplicador de tensión	120



CAPÍTULO 4	126	
4	Introducción	127
4.1	Sección 1 Rectificación del voltaje para la etapa de control	130
4.2	Sección 2 Control de encendido y apagado	133
4.3	Sección 3 Exhibidor	139
4.4	Sección 4 Rectificación del voltaje para la etapa de potencia	154
4.5	Sección 5 Operación del temporizador 555	156
4.6	Sección 6 Amplificadores de potencia	161
4.7	Sección 7 Alta tensión	163
4.7.1	Pistola de aplicación de pintura	166
CAPÍTULO 5	168	
5	Estudio económico	169
5.1	Nociones de ingeniería económica	169
5.2	Selección de maquinaria	171
5.3	Costos del proyecto	184
5.4	Costo de los discos	189
5.5	Ventajas de la máquina de pintura electrostática	191
CONCLUSIONES	195	
BIBLIOGRAFÍA	198	



Como ya es común la mayoría de los proyectos de tesis se hacen en base a un tema que nos llame la atención, a una experiencia propia o bien a una necesidad laboral, en nuestro caso fue esta ultima ya que tuvimos un problema en los costos y acabados de los discos metálicos de lámparas decorativas que es el producto que hacemos, estas piezas se pintaban con pintura líquida pero el acabado no era el satisfactorio y el costo era muy elevado, por lo tanto se estudio la manera de solucionar estos problemas y se opto por diseñar y construir una máquina de pintura electrostática que trabaja a base de alto voltaje, aplicando pintura en polvo la cual se adhiere a la pieza metálica que después se hornea obteniéndose un acabado uniforme y muy resistente al medio ambiente. Haciendo una comparación con la pintura líquida, la pintura en polvo es de fácil aplicación, no utiliza solventes químicos, se reducen contaminantes, tiene un acabado de calidad, es barata y disminuye en gran parte los costos de acabado porque es recuperable y rinde bastante.

El objetivo principal por tanto, es diseñar y construir una máquina de pintura electrostática para la aplicación en discos metálicos de lámparas decorativas; En nuestra situación se optó por construir la máquina por la razón de que el equipo original es muy costoso y considerando el presupuesto que se tiene no es muy factible comprar este equipo, a menos que se trate de una empresa grande donde se tenga el capital suficiente y la producción sea a gran escala.

La tesis consta de cinco capítulos elaborados cuidadosamente para una buena comprensión. El primer capítulo es el de antecedentes donde se realiza la importancia de la tecnología para el beneficio del hombre; También contiene otros temas, entre los que están, la limpieza que se les da a las piezas antes de pintarse para evitar que se contaminen, los revestimientos que se les aplican y por último los diferentes tipos de aplicación de pintura que existen, según el acabado que necesitemos.



El capítulo dos esta enfocado a lo que es el acabado de piezas, aquí se explican ventajas y desventajas de los distintos tipos de hornos que existen para el curado y secado del producto, además se exponen los diversos defectos que pueden tener las piezas por pintarse mal o porque no se limpiaron adecuadamente y se contaminaron pero también se explica como se evitan estos defectos.

En lo referente al capítulo tres se puede decir que es un antecedente para entender mejor el capítulo siguiente, ya que en este se hace una introducción general a lo que son compuertas TTL, temporizadores, transformadores y otros componentes importantes de la máquina.

En el capítulo cuatro se encuentra la esencia de la tesis, porque contiene el diseño y construcción de la máquina, donde se explica a detalle cada etapa del circuito entendiendo así el funcionamiento paso por paso sin problema alguno, también se comprende mejor la aplicación práctica que puede tener esta máquina no solo en discos metálicos decorativos para lámparas, como el enfoque que tiene esta tesis sino también en infinidad de objetos que pueden llegar a pintarse con este tipo de máquinas.

Por último el capítulo cinco se enfoco a lo que son los costos de la máquina, no sin antes explicar de manera general el estudio económico que en todo proyecto se debe realizar, cuando se requiere por ejemplo cambiar un proceso de producción, una instalación, dar mantenimiento a maquinaria o en su defecto comprar equipo nuevo; Este tipo de estudios económicos son muy importantes en las empresas porque de ellos depende que una empresa se mantenga a la vanguardia y siempre sea competitiva en el mercado. El capítulo contiene también el costo individual de cada componente y el costo general de la máquina incluyendo además otros costos de fabricación más específicos.

CAPITULO 1 ANTECEDENTES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



1 GENERALIDADES.

La tecnología es tan antigua como el hombre mismo. Los hombres se convirtieron en tecnólogos cuando aprendieron a aprovechar los materiales y fenómenos naturales del mundo físico que los rodeaba. Cuando descubrieron que un hueso o garrote podía usarse para matar animales y mover rocas, se convirtieron en fabricantes de herramientas, y el uso de herramientas es la marca distintiva del tecnólogo. Las herramientas, desde los garrotos hasta los teleoperadores, han permitido a la raza humana adquirir una posición de preeminencia en el reino animal. Thomas Carlyle ha descrito esta situación en forma por demás elegante: "El hombre está parado en un pedestal, cuya alzada apenas destaca sobre el nivel del suelo y no mide más de medio metro cuadrado de completa inseguridad. Una tonelada es una carga que sin duda lo aplastaría; cualquier animal del campo lo desplazaría como si fuera un pedazo de trapo viejo. Sin embargo, el hombre puede usar herramientas. Sin herramientas el hombre es nada. Con ellas lo es todo". Las herramientas han aumentado la capacidad humana pero además han establecido otra diferencia importante entre nosotros y los animales el concepto de la planificación. Cuando un hombre fabrica una herramienta es porque tiene en mente un uso para ella: la planificación y la resolución de problemas forman el núcleo de la tecnología.

1.1 LA TECNOLOGIA AMPLÍA EL POTENCIAL HUMANO.

Este proceso de resolución de problemas y de aplicación de los conocimientos adquiridos ha redundado, como parte de un desarrollo evolutivo, en una gran variedad de tecnologías, cada una de las cuales amplía el potencial humano de una manera particular (McCloy 1984) (figura 1.1). Las máquinas y la mecanización, han incrementado la fuerza muscular; la computadora ha aumentado el poder mental; los



sentidos del hombre se han ampliado por medio de instrumentos y dispositivos de medición; a nuestra capacidad de control la ha mejorado la cibernética; la velocidad y el alcance de nuestros medios de comunicación se han incrementado enormemente con las telecomunicaciones; es ilimitado el acervo de materiales y estructuras disponibles para la fabricación de artefactos, incluyendo los de cerámica, las fibras de carbono y los materiales compuestos.

Hemos llegado a una era emocionante y dramática en la cual la tecnología, especialmente la de los robots, no sólo incrementará nuestras capacidades humanas sino que bien podría remplazarlas por completo.

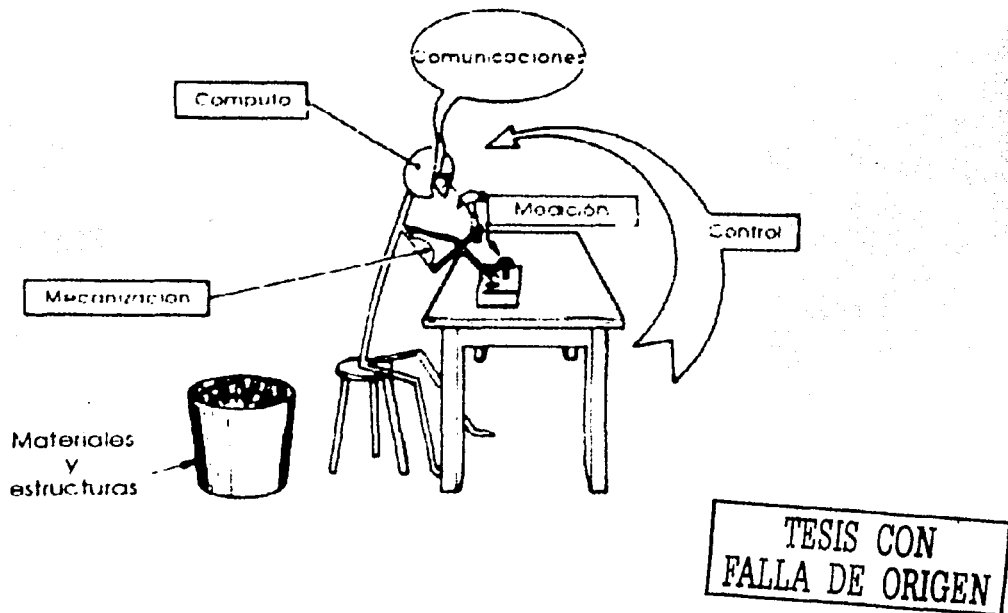


Figura 1.1 La tecnología amplía el potencial humano.



La frase de Carlyle destaca nuestras limitaciones físicas frente a otros animales. Uno de los hombres más fuertes del mundo. Paul Anderson, campeón olímpico de levantamiento de pesas, podría levantar un peso de aproximadamente 25KN, lo cual es equivalente a 38 personas. Pero este peso es minúsculo si se compara con el desplazado en muchas de las actividades industriales de la actualidad. ¿Y que decir de la potencia? Algunos experimentos han demostrado que durante intervalos de menos de 1 segundo un hombre extraordinariamente dotado puede generar aproximadamente 1KW, pero conforme aumenta la duración del periodo de trabajo, la potencia generada disminuye a 200 W en 10 segundos y a menos de 100 W en periodos más prolongados. Esto también es risible si se compara con la potencia generada por el automóvil promedio, que alcanza 50 KW.

Los sentidos del hombre también tienen limitaciones. El oído está restringido al intervalo de frecuencia de 20 a 20 000 Hz y las amplitudes de presión mayores de 200 N/m² (un quingentésimo de una atmósfera) puede provocar sordera. La vista, también, tiene grandes limitaciones. El espectro de radiación electromagnética se extiende desde longitudes de onda de aproximadamente 0.001nm (rayos gama) hasta alrededor de 100 Km (onda larga de radio), pero dentro de este amplísimo espectro, el ojo humano está restringido a captar la estrecha banda que abarca de los 390 nm (luz violeta) a los 750 nm (luz roja).

Otra "limitación" de los sentidos es la necesidad de que exista un cambio notable en un estímulo antes de que nuestros órganos lo puedan percibir. Este fenómeno lo investigó ampliamente E. H. Weber en 1834; definió la fracción Weber como la relación entre el cambio requerido en un estímulo antes de que el ser humano perciba realmente que dicho estímulo ha cambiado del estímulo original.



Tabla 1.1

<i>Sentido</i>	<i>Fracción Weber</i>
Vista (brillantez, luz blanca)	1/60
Cinestesia (peso levantado)	1/50
Dolor (térmico en la piel)	1/30
Oído (tono medio, volumen moderado)	1/10
Presión	1/7
Olfato (olor de goma de India)	1/4
Gusto (sal de mesa)	1/3

Por ejemplo, una masa de 10 kilogramos tendrá que incrementarse alrededor de 0.2 kilogramos antes de que una persona que sostiene dicha carga note cualquier cambio. La tabla muestra que tenemos más facilidad para discriminar cambios en la intensidad luminosa y mucho menor facilidad para discriminar cambios en el sabor de las cosas. Así, a pesar de que nuestros aparatos sensores han evolucionado durante millones de años hasta alcanzar un grado de perfección adecuado para desenvolvernos en nuestro medio habitual, no pueden satisfacer las demandas del mundo actual donde la ciencia, la tecnología y el comercio requieren que muchos de los aspectos del mundo real se determinen con extrema precisión.

Nuestra habilidad para comunicarnos también está limitada en cuanto a su alcance y a su contenido. Sin ayuda, podemos transmitir aproximadamente una palabra por segundo a través de una distancia de cerca de dos kilómetros. En la actualidad, las telecomunicaciones han permitido ampliar el alcance de la comunicación humana pero todavía existe el problema de la velocidad en el intercambio de información. La información se mide en términos de la unidad más pequeña y simple, la cual es la transmisión de una decisión entre opciones igualmente probables, como en el caso de cara o cruz, si o no, encendido o apagado. Lo anterior es particularmente adecuado



para el sistema binario, donde 1 representa posiblemente sí y 0 representa no. Así, un bit (dígito binario) es la unidad básica de información. Por ejemplo, si alguien le pregunta el sexo de su único hijo y usted responde mujer, entonces usted habrá dado un bit de información. Del mismo modo, si hay 64 casas en la calle donde vive y usted le indica a alguien en la que usted vive, le habrá dado seis bit de información, ya que para extraer esta información habrá sido necesario hacer cuando menos seis preguntas con respuestas sí o no.

El cerebro humano puede aceptar y manejar sin ningún problema alrededor de 25 bit por segundo. Es fácil mostrar que una palabra en el idioma inglés tiene un contenido de información de aproximadamente cinco bit y una novela promedio tiene aproximadamente 250 000 bit. Por lo tanto una persona normal debera ser capaz de leer una novela promedio en aproximadamente 10 000 segundos, a una velocidad de 25 bit/segundo. Pero comparemos lo anterior con la velocidad a la cual se muestra la información en una pantalla de televisión blanco y negro, 37.5×10^6 a la sexta bits/segundo.

Todas estas limitaciones, combinadas con la fragilidad física y la falta de capacidad del hombre para trabajar en ambientes hostiles, han motivado el avance de la mecanización y la automatización.

1.1.1 MECANIZACIÓN.

En realidad, cuando un ser humano da la potencia motriz, la función como intermediario de la máquina consiste en transformar la potencia motriz humana en una forma que satisfaga los requerimientos de la pieza de trabajo. Las personas pueden generar suficiente energía para muchas actividades o tareas, pero con frecuencia esta



energía no se encuentra en la forma adecuada. Por ejemplo, usted no tendría ninguna dificultad para subir un escalón de 50 cm, y si pesara 600 N, habría consumido 300 J de energía para subir el escalón. Ahora, a pesar de que la misma cantidad de energía podría levantar un peso de 6 kN a una altura de 5 centímetros la magnitud de la fuerza haría que esta actividad quedara fuera del alcance de la capacidad humana. Se necesita una máquina para poder aplicar nuestra energía a la realización de esta actividad. Una palanca con una relación de 20: 1 reduciría el esfuerzo humano a una fuerza mucho más manejable de 300 N, aunque para ello tendría que pagarse un precio ya que, para poder mover la carga 5 centímetros, el operador tendría que desplazar el extremo de control de la palanca a una distancia de 100 cm. Pero este es un precio razonable dado que ahora la actividad queda dentro del alcance de la capacidad humana. De esta forma, la máquina actúa como un transformador de energía, convirtiendo la energía en una forma que resulta adecuada para una actividad o tarea dada.

Sin embargo, la capacidad de transformación de las máquinas no es infinita y son muchas las ocasiones en las que las limitaciones de las capacidades humanas imponen un problema demasiado grande para que le pueda resolver una máquina. En estos casos, el poder muscular humano debe ser reemplazado por animales o motores. Los motores, o fuentes de energía primaria, transforman un tipo de energía que ocurre en forma natural en otro tipo de energía con mayor utilidad directa. El molino de viento, una de las primeras fuentes de energía primaria, transformaba la energía cinética presente en forma natural en el aire en movimiento, en la energía cinética de una piedra de molino en rotación. El motor de combustión interna transforma la energía química natural del petróleo en la energía cinética de un volante giratorio. La invención de estas máquinas ha permitido al hombre entrar a la era de la mecanización.

La mecanización, o utilización de las máquinas para llevar a cabo el trabajo de personas o animales, ha estado presente desde hace siglos. Su evolución fue



particularmente rápida durante la Revolución Industrial, cuando el uso de la fuerza generada por el vapor permitió que muchas operaciones manuales fueran relegadas a las máquinas. Pero, a pesar de haber reducido en gran medida el esfuerzo físico, la mecanización no pudo librarnos de la carga de tener que controlarlo. Todavía era necesario que el hombre alimentara, guiara y corrigiera los movimientos de las máquinas. La siguiente etapa que revolucionaría el progreso tecnológico, la automatización, lo libraría de esta carga para dejarla "en manos" de la máquina.

1.2 ACABADOS.

La pintura es, con mucho, el acabado que más reciben los productos manufacturados y en el mercado hay presente una extensísima gama de pinturas capaces de cumplir con los requerimientos más variados. Actualmente, la mayoría de las pinturas y esmaltes son compuestos orgánicos sintéticos que se secan por polimerización o por una combinación de polimerización y absorción de oxígeno. El vehículo de suspensión de los pigmentos es frecuentemente agua. Para acelerar el secado puede aplicarse un calor suave, pero numerosas pinturas y esmaltes sintéticos se secan en menos de una hora sin necesidad de calor. Los antiguos esmaltes y pinturas al aceite tardan en secarse un tiempo excesivo para las fabricaciones en serie y, por ello, apenas se utilizan.

1.2.1 APLICACIÓN DE LA PINTURA.

En fabricación, la pintura se aplica casi toda por alguno de estos cuatro procedimientos: *inmersión, rociado o mano rociado automático o deposición galvánica*. En la mayoría de los casos se requieren al menos dos manos de pintura. La primera



mano, o capa de fondo, sirve principalmente para (1) asegurar la adhesión, (2) producir un efecto de engrasamiento, rellenando las porosidades leves y otras imperfecciones de la superficie, y (3) mejorar la resistencia a la corrosión y evitar así que las capas posteriores se desprendan en servicio. Estas propiedades las tienen menos las pinturas altamente pigmentadas que se emplean para dar las manos finales, a causa de sus mejores colores y apariencia. Cuando se aplican varias capas, hay que asegurarse de que los excipientes líquidos, o vehículos, de suspensión no ablanden indebidamente las capas anteriores.

1.2.2 LA PINTURA POR INMERSIÓN.

Las piezas se sumergen a mano en la pintura, o bien se hacen pasar por el seno de ésta llevadas por un transportador. Así, evidentemente, se cubre toda la pieza, por lo que es ésta una técnica muy sencilla y económica en general cuando hay que pintar todas las superficies. Por tanto, se utiliza para dar las capas de fondo y para pintar piezas pequeñas cuando la pérdida de pintura por sobrerrociado resulte excesiva si se pinta por rociado ordinario. Por otra parte, la cantidad innecesaria de pintura puede hacer antieconómico este procedimiento cuando sólo algunas de las superficies necesitan realmente pintura, o bien cuando bastan unas capas muy tenues y uniformes de algunas de las imprimaciones modernas, especialmente en objetos grandes como carrocerías de automóvil. Otras dificultades de la técnica de inmersión son la tendencia de la pintura a correrse, produciendo así una superficie de aspecto ondulante, y la última gota de pintura que suele quedar en el punto de escurrimiento más bajo. Es además imprescindible que la pintura contenida en los tanques de inmersión se mantenga ininterrumpidamente agitada y sea de viscosidad uniforme.



1.2.3 LA PINTURA POR ROCIADO.

Sea probablemente el proceso de pintura más utilizado; ello debido a su versatilidad y economía de material. Esta es pulverizada neumáticamente, por presión mecánica o electrostáticamente. La aplicación puede ser manual o automática. En el primer caso, la pulverización puede ser neumática o mecánica y la rociada se proyecta sobre la pieza con una pistola manejada a mano. El operario debe actuar con una destreza considerable para conseguir un cubrimiento adecuado sin que la pintura «se corra» o «chorree» hacia abajo. Por tanto, si se siguen los métodos tradicionales, sólo una película muy tenue puede depositarse cada vez, normalmente de no más de 0,02 mm. En consecuencia, usualmente deben aplicarse varias manos, con tiempos intermedios para secado. En el *rociado en caliente* pueden aplicarse en una operación capas más espesas. En esta técnica la pintura se rocía en caliente.

Es evidente que la pintura por rociado a mano es cara desde el punto de vista de la mano de obra y, por tanto, se sustituye por métodos automáticos siempre que es posible. La instalación automática más simple consiste en un transportador de cadena que lleva las piezas a lo largo de una sucesión de rociadores. Sin embargo, si se emplean rociadores normales, los resultados no son siempre satisfactorios, ya que una buena cantidad de la pintura puede desperdiciarse y cuesta conseguir un recubrimiento uniforme. En la pintura por rociado ya se han empleado con éxito robots. Estos se programan para que rocíen siguiendo un patrón, conectándose y desconectándose según las porciones, o piezas, a pintar. Así se elimina la presencia de personal en un ambiente desagradable e insano.

Resultados muy buenos se consiguen con la pintura por rociado electrostático, manual o automático. En este caso, la pistola pulveriza neumáticamente la pintura, comunicando a las partículas una carga electrostática y una velocidad considerable.



Las partículas pulverizadas son atraídas por la pieza, que está conectada a tierra, y en ella se depositan. Con una regulación adecuada, se consiguen rendimientos del 75 al 95%.

En un segundo procedimiento, no neumático, la pintura se hace entrar en el interior de un cono o disco que gira rápidamente y que constituye uno de los electrodos de un circuito electrostático de hipervoltaje. El giro de éste hace que la pintura fluya hacia su perímetro merced a la fuerza centrífuga. Cuando la película tenue de pintura alcanza el borde y es entonces proyectada y dispersada, las partículas se cargan electrostáticamente y se pulverizan sin necesidad de presión neumática. Como la pieza es el otro electrodo del circuito, a ella se transfiere la pintura, al igual que en el procedimiento antes descrito. Las ventajas primordiales de esta técnica, que se ilustra en la figura, son que al usarse aire a presión para pulverizar, se pierde menos rociado, la instalación para neutralizar las emanaciones es menos cara y el rendimiento en la aplicación de la pintura es más alto, llegando éste hasta el 99%.

Con los sistemas automáticos de pintura por rociado es a menudo necesario hacer algunos retoques manuales donde el cubrimiento no es del todo uniforme. Además, la pintura tiende a ir hacia el borde o superficie más cercano, dificultando pintar las concavidades hondas. La pieza, por supuesto, debe ser electroconductora.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 1.2 Disco electrostático de hipervoltaje.



1.2.4 LA PINTURA POR DEPOSICIÓN GALVÁNICA.

Es el avance fundamental más reciente en el terreno de la aplicación de pintura. Permite alcanzar el grado de economía de la pintura por inmersión ordinaria, pero salva sus inconvenientes pues produce capas más tenues y uniformes y cubrimientos mejores en los huecos internos. Las partículas de pintura, en un solvente acuoso, reciben una carga electrostática merced a la aplicación de una tensión eléctrica continua entre el depósito (cátodo) y la pieza (ánodo). Las piezas, conforme entran y atraviesan el depósito, atraen las, partículas de pintura, las cuales se depositan en un cubrimiento uniforme y tenue de 0,02 a 0,04 mm de espesor. Cuando la capa alcanza el grosor deseado, que se determina regulando las condiciones, ya no se deposita más pintura. El agua contenida en la película es extraída por electro-ósmosis, dejando un cubrimiento compuesto por más de un 90% de resinas y pigmentos. Entonces, las piezas se sacan del depósito de inmersión, se enjuagan con agua rociada y se estufa durante unos 25 minutos a unos 190°C.

La deposición galvánica se adapta especialmente bien a la aplicación de la capa de fondo a estructuras metálicas complicadas, como son las carrocerías de automóvil, en las que importa una buena resistencia a la corrosión. La llegada de la pintura hasta las zonas más recónditas puede facilitarse colocando electrodos en puntos estratégicos de las piezas. Además, como el solvente es agua, no hay peligro de incendio, como es el caso cuando se emplean depósitos de gran superficie llenos de las imprimaciones de inmersión normales. La deposición galvánica se adapta fácilmente a una cadena de producción con transportador.

Otro avance es la aplicación de pintura en forma de polvo mediante una operación de rociado electrostático. En este caso pueden aplicarse varias capas, tales



como la de imprimación y la final, seguidas luego de un solo estufado, y no un estufado tras cada capa como en las técnicas de rociado corrientes.

1.2.5 SECADO.

La mayoría de las pinturas y esmaltes que se emplean en fabricación requieren de 2 a 24 horas para secarse a las temperaturas ambiente normales. Esto no es, evidentemente, práctico. A temperaturas de 125 a 235°C, pueden secarse en 20 minutos a una hora. Por tanto, acostumbra a efectuarse algo de secado a temperatura elevada, bien en horno o, más frecuente, en un túnel o panel de lámparas infrarrojas. Esto último supone una inversión relativamente baja, no demasiado espacio y es muy flexible.

Aunque el secado a temperatura elevada no presenta dificultades en el caso de piezas metálicas, no es lo mismo con los productos de madera. Las temperaturas son suficientemente altas para dilatar los gases, la humedad y la savia que haya en la madera, aunque esté muy seca. Esas sustancias se ven así obligadas a salir a la superficie, tras haberse iniciado el endurecimiento de la pintura, y forman pequeñas burbujas que arrugan la superficie, o bien, si revientan, dejan pequeños agujeros en la misma.

1.3 LIMPIADORES.

La limpieza se hace por acción mecánica y por lavado con solventes, detergentes y otros químicos. Los trozos y capas de arena, suciedad, escamas, herrumbre, etc., pueden eliminarse por chorro de arena, por barrilado y otros métodos mecánicos. Tal limpieza brusca normalmente debe seguirse por el lavado y desengrasado antes de la



pintura o el revestimiento electrolito. El lavado y el desengrasado puede hacerse por solventes *minerales u orgánicos* o por *soluciones de agua*. Los solventes como nafta, resina o hidrocarburos clorinados (para reducir los riesgos de incendios) disuelven grasas, aceites y ceras pero no la suciedad inorgánica. Son relativamente caros pero eficientes desengrasadores que no dañan la mayoría de las superficies. El agua por sí misma no es un buen agente limpiador pero es el solvente universal para los agentes de limpieza y se usa libremente para enjuagado, el cual debe hacerse siempre después del lavado para una perfecta limpieza. Los acondicionadores como suavizadores, agentes humectantes y detergentes hacen soluciones acuosas eficientes. Los tres detergentes básicos son solventes emulsificados, detergentes ácidos y alcalinos. Las emulsiones en agua de solventes orgánicos combinan las ventajas de un solvente con las de un agua que dispersa la suciedad. Trabajan en frío y son económicas para desengrasado ligero y para limpieza preliminar para ahorrar tiempo y aliviar la contaminación en las operaciones subsecuentes de limpieza alcalina. Las soluciones alcalinas, como la sosa cáustica y el fosfato trisódico, con frecuencia mezclados con materiales coloidales, jabones y otros agentes humectantes, comúnmente están disponibles en resistencias suficientes para remover cualquier suciedad pero atacan algunas superficies. Tienen el más amplio uso en los detergentes industriales. Los ácidos suaves se usan para materiales atacados por los álcalis para eliminar escamas, óxidos y fundentes. Los baños de sales fundidas son capaces de arrancar depósitos tenaces de arena, escama, etc., de las forjas y colados.

1.3.1 MÉTODO DE LIMPIEZA.

El mejor método de limpieza para un producto depende de qué tan limpia debe estar la superficie, la clase de suciedad, el material de la superficie, el tamaño y forma de la superficie y el número de las piezas. Algún lavado se hace en frío pero la mayoría (particularmente con detergentes alcalinos) debe hacerse en caliente. La forma más



fácil de limpiar y la que puede hacerse con cualquier fluido es la de *inmersión*. Por sí sola no es suficiente para desalojar la suciedad adherida y tiene que agregarse agitación, vuelco en barril o frotado.

Un tanque de fluido para lavado se contamina con el tiempo y, por tanto, se vuelve menos efectivo. La inmersión del trabajo en una serie de tanques es de alguna ayuda. Todos los métodos de limpieza pueden hacerse manualmente o pueden automatizarse para producción en grandes cantidades.

1.3.2 LIMPIEZA ELECTROLÍTICA.

Es una forma de inmersión en una solución alcalina con la pieza de trabajo como el cátodo en un circuito eléctrico. El gas liberado en la superficie ayuda a desalojar las sustancias extrañas y puede depositarse una delgada capa protectora de estaño.

1.3.3 DESENGRASADO POR VAPOR.

Es un método de limpieza con solventes. Un solvente no inflamable (esto es, Tricloroetileno) en el fondo de un tanque se vaporiza a 45 hasta 125°C (100 a 250°F). Los serpentines de enfriamiento en la parte superior condensan el vapor y lo mantienen en el tanque.

El vapor se condensa en una pieza de trabajo relativamente fría; el condensado disuelve la grasa y escurre removiendo la suciedad y las virutas. El residuo se colecta en el fondo y no se arrastra con el trabajo. Las piezas se secan cuando salen del tanque. La acción es aceptablemente rápida para la remoción de sustancias orgánicas. Las pequeñas piezas de trabajo ligeras pueden calentarse con rapidez y cesar de



condensar el vapor antes de que se limpien; algunas piezas tienen suciedad excepcionalmente pesada que debe removerse. Estas pueden sumergirse en líquido caliente o que hierve con violencia o rociarse lo mismo que pasarse en los vapores.

Los solventes volátiles son bastante tóxicos y pueden ser peligrosos si se usan o manipulan en forma inapropiada. Se han puesto en vigor reglas estrictas para la seguridad de los trabajadores, protección del medio ambiente y prevención contra incendio y deben seguirse fielmente por parte de los usuarios.

1.3.4 LIMPIEZA ELECTROSÓNICA.

Se enfocan en una pieza de trabajo sumergida en un fluido de limpieza ondas de sonido de alta frecuencia, generadas por uno o más transductores de alta potencia. Esto causa la formación rápida y el colapso de burbujas diminutas o cavidades en el líquido (llamada *cavitación*), que provoca una acción violenta en las superficies expuestas. No se usa con amplitud para eliminar depósitos pesados o sustancias parecidas a la gelatina, pero es eficiente para despegar lodos adherentes y alcanzar recesos inaccesibles. Puede aun hacerse desbarbado y redondeado de filos a niveles de alta potencia.

Las operaciones individuales que se acaban de describir comúnmente se combinan en procesos adecuados a situaciones específicas. Por ejemplo, una secuencia típica es: (1) prelimpieza por inmersión o aspersion con un solvente emulsificable para remover el volumen de grasa y suciedad, (2) enjuagado por aspersion con agua caliente, (3) inmersión y limpieza electrolítica para eliminar las escamas y el óxido, (4) enjuague caliente final por inmersión y (5) secado en chorro de aire.



1.3.5 DECAPADO Y OXIDADO.

El *decapado* es precisamente la remoción química de los óxidos superficiales y las escamas de los metales por soluciones ácidas. Comúnmente se hacen en perfiles rolados, alambre, láminas, partes de acero tratadas térmicamente, partes de aluminio dulce y fundido, etc. En algunas aplicaciones, como en el aluminio, se denomina *oxidado*.

Las soluciones comunes para el decapado contienen ácidos sulfúrico o clorhídrico con agua y algunas veces con inhibidores. Los ácidos nítrico y clorhídrico se usan en algunas aplicaciones. Una solución puede contener medio ácido para uso en frío pero tan reducido como al 10% si se va a utilizar a 95°C (200°F). Por lo general, el decapado se hace por inmersión durante periodos de varios minutos o más.

En el decapado, el ácido no puede llegar a una superficie que está cubierta con suciedad, por tanto, primero las partes deben limpiarse. Después del decapado, las partes deben neutralizarse por completo por un compuesto alcalino y después por un enjuague claro. Cualquier residuo de ácido dañará la pintura o cualquier otro revestimiento subsiguiente.

1.4 REVESTIMIENTOS DE SUPERFICIE.

Grandes cantidades de piezas metálicas reciben cubrimientos anticorrosivos por inmersión en ciertos metales fundidos. De éstos, los más utilizados son el zinc, el estaño y una aleación de plomo y estaño.

Los productos manufacturados naturalmente colectan aceite, suciedad, virutas, etc., durante el proceso. Estos residuos deben eliminarse para ciertas operaciones,



como inspección y pintura, para ensamble y en especial para su venta. Por tanto, la limpieza es una parte importante de muchos procesos y se expondrán las formas principales de hacerlo.

Comúnmente se aplican revestimientos a la superficie de los artículos para decoración, textura, resistencia a la corrosión, aislamiento eléctrico, facilidad de lubricación y protección contra las altas temperaturas. Los estándares comunes son los revestimientos de conversión formados por la reacción química con la superficie, revestimientos orgánicos o pintura, recubrimientos metálicos y revestimientos inorgánicos o vítreos. Se describen las principales formas de estos tratamientos y los métodos de aplicación.

1.4.1 REVESTIMIENTO DE CONVERSIÓN.

Los revestimientos de conversión son básicamente películas inorgánicas formadas por acciones químicas con las superficies del metal, pero con frecuencia se impregnan con sustancias orgánicas. Por lo general, son mucho menores de $25 \mu\text{m}$ (0.001 in) de espesor pero normalmente se forman desde la superficie original y están estrechamente ligadas y no causan cambio dimensional apreciable. Las formas comunes son revestimientos de fosfato, cromato, óxido y revestimientos anódicos descritos en los siguientes párrafos.

En esencia, los *revestimientos de fosfato* son sales de fosfato formadas por inmersión, aspersion o aplicación con cepillo con soluciones ácidas de fosfatos metálicos. Se hacen sobre hierro, acero y zinc y en menor grado en aluminio, cadmio, titanio y estaño para resistir la corrosión (particularmente bajo películas de pintura), sirven para que se adhiera bien la pintura, ayudan a la lubricación y resisten la abrasión. Algunas marcas de fábricas son *Parquerizado*, *Granodizado* y *Bonderizado*.



1.4.2 REVESTIMIENTOS VÍTREOS.

El esmalte vítreo (porcelana o cerámica) es un revestimiento inorgánico duro, parecido al vidrio con espesor de 75 a 250 μm (0.003 a 0.010 in) fusionado al metal. Los ingredientes principales son un fritado finamente molido de silicatos, alúmina feldespato para cerámicas, fundentes como bórax y sosa cáustica, y diversos óxidos metálicos para colorear y otras propiedades. Se aplican comúnmente a ciertos grados de láminas de acero llamadas hierros para esmaltado pero también a cobre y bronce, acero inoxidable, metales refractarios, hierro fundido y aluminio. Un proceso es mezclar los ingredientes con arcilla y agua y aplicar el *lodo* resultante por aspersion, inmersión, revestimiento por flujo o brocha.

1.4.3 REVESTIMIENTOS DE CROMATO.

Se obtienen aplicando soluciones ácidas de compuesto de cromo a las superficies de acero, zinc, cadmio, aluminio, cobre, latón, plata, estaño y magnesio, ocasionalmente con ayuda electrolítica. La delgada película amorfa resiste la abrasión, proporciona una base excelente para revestimientos orgánicos y puede teñirse y servir sola como acabado decorativo, aunque el color se desvanece con la luz.

1.4.4 REVESTIMIENTOS ORDINARIOS DE ÓXIDO NEGRO.

Se aplican en el acero por inmersión en una solución hirviente de hidróxido de sodio y mezcla de nitratos y nitritos. Otro proceso de óxido negro aplicado a brocas emplea tratamiento con vapor. Algunos procesos patentados utilizan sustancias inorgánicas y orgánicas en baños a las temperaturas ambiente. Los revestimientos de óxido de diversos colores se aplican en aluminio y otros metales no corrosivos. Los revestimientos de óxido sirven como base para pintura y como acabados finales. Son



relativamente baratos y cuando se impregnan con aceite y sosa proporcionan buena resistencia a la corrosión.

1.4.5 REVESTIMIENTOS ANÓDICOS.

Se aplican a las aleaciones de aluminio, zinc, berilio, titanio y magnesio por medios electroquímicos. La pieza de trabajo se sumerge en una solución (comúnmente ácido sulfúrico con o sin aditivos orgánicos para el aluminio) y se conecta como el ánodo en un circuito eléctrico. Los revestimientos anódicos pueden tener desde aproximadamente 2 a 250 μm (0.0001 a 0.010 in) de espesor y proporcionan una buena protección contra la corrosión porque en realidad la película es mejor que la delgada película natural que protege el metal. Las películas densas de más de 25 μm (0.001 in) de espesor son resistentes al desgaste.

Los revestimientos anódicos pueden colorearse en muchos tonos con permanencia excelente.

Los revestimientos por conversión pueden impregnarse con resinas de fluorocarbono y sulfuro de molibdeno o grafito por tratamiento electroquímico y térmico posterior. Se llaman *revestimientos sinérgicos* y pueden hacerse para tener dureza superior, resistencia al desgaste, facilidad de lubricación y resistencia a la corrosión. Se desarrollaron originalmente para dispositivos de viaje al espacio. Estos revestimientos se están implantando a otras aplicaciones por demanda. Los revestimientos patentados de esta clase incluyen el *Tufram*, *Nedox*, *Magnadizado*, y *Canadizado*.



1.4.6 REVESTIMIENTOS ORGÁNICOS.

Los revestimientos orgánicos en la forma de hojas delgadas por cintas pueden laminarse sobre las superficies pero principalmente se aplican como pinturas, esmaltes o tintas. Un revestimiento puede aplicarse en un producto terminado o como precapa en el material de inventario del cual se hace el producto. Los revestimientos orgánicos se aplican a casi todos los materiales que ofrecen variedades ilimitadas de color y brillo. Por lo tanto, proporcionan más posibilidades decorativas. En durabilidad, resistencia y protección contra la corrosión generalmente son superiores a los revestimientos de conversión pero no tan efectivos en algunos revestimientos metálicos. Con frecuencia, cuestan menos que los revestimientos metálicos y por tanto se prefieren si sirven en forma satisfactoria.

La *pintura* es el término general para un revestimiento orgánico y consiste en formar una película de materiales y pigmentos para colorear, dar protección y que tenga poder enmascarante. Los acabados claros carecen de pigmentos y también pueden agregarse agentes secantes.

PINTURA EN ACEITE.

Es una dispersión de pigmentos metálicos, como blanco de plomo en un aceite de metal secante, como aceite de linaza y thinner como solvente y ocasionalmente secantes. El thinner se evapora y el aceite se oxida para formar la película. Los tiempos de secado dependen del aceite usado y de los agentes secantes agregados, pero es relativamente largo.

Una laca es esencialmente una solución de resinas plásticas y plastificantes con o sin pigmentos en un solvente. Cuando se aplica la laca, el solvente se evapora y deja



una película que puede hacerse bastante atractiva por pulido. La laca es de aplicación fácil y seca con rapidez, pero la película no es tan durable y resistente a algunos solventes como otros revestimientos.

BARNICES Y ESMALTES.

Son las clases más antiguas y se parecen a las pinturas de aceite en que forman una película por oxidación de un vehículo resina-aceite. Los tipos sintéticos más nuevos se basan principalmente o por completo en resinas plásticas y elastómeros que se endurecen por polimerización. Casi todas las sustancias principales descritas en el capítulo 11 se usan solas o compuestas para obtener diversos grados de resistencia a la corrosión, resistencia química y ambiental, facilidad de coloración, durabilidad y otras propiedades. Las resinas sintéticas pueden componerse para ser iguales o superiores a los esmaltes ordinarios para cualquier aplicación específica. En los libros y manuales de consulta se encuentran tablas externas que muestra las propiedades relativas y atributos de los compuestos plásticos comunes para revestimientos.

Los revestimientos de resina plástica y elastómeros se obtienen como líquidos y como polvos. Algunos de los líquidos contienen una gran proporción de solventes orgánicos que se evaporan para dejar una película polimérica. Los vapores que causan contaminación del agua y el aire requieren equipo costoso para cumplir con los estándares de protección ambiental y el uso de muchos revestimientos líquidos ha sido restringido. Otros revestimientos líquidos con poco contenido o sin ningún solvente han llegado a tener más uso, aunque el cambio puede ser bastante costoso ya que, por lo general, se requieren equipos y técnicas diferentes.

Los líquidos más nuevos son pinturas de contenido *medio y alto de sólidos y pinturas con base de agua*. Las pinturas de contenido medio de sólidos tienen de 50 a 60% de contenido sólido (por volumen) en comparación con el 30% de las pinturas



comunes; están disponibles pinturas con contenido alto de sólidos con porcentaje mucho más alto. Como ejemplo de sus beneficios, un usuario informa emisiones con 52% de sólidos casi 60% menos que con el 30% de sólidos, lo que hace más fácil cumplir con los requisitos de protección ambiental. También es un factor el ahorro de energía. Un usuario obtuvo un ahorro de 25% en el costo de gas combustible para secar con pintura de contenido medio de sólidos. Los sistemas con base de agua son de los tipos de emulsión soluble de agua y dispersión coloidal para diferentes clases de polímeros. Las pinturas con base de agua eliminan el riesgo de incendios.

Las pinturas de otra clase se llaman sistema de dos componentes porque implican la combinación de dos sustancias en el tiempo de pintar para lograr la polimerización de la película. Aunque estos revestimientos son superiores para algunas aplicaciones, en general los costos de capital y operación son altos y no son competitivos.

La eliminación total del solvente de sacrificio se ha logrado por el *revestimiento con polvo*. Sin solventes pueden aplicarse en un paso capas más gruesas y disminuye el tiempo de pintura. Algunos materiales como el Nylon II no son solubles y pueden usarse solo como polvos. El revestimiento con polvo requiere calentar el trabajo para formar una película a partir del polvo.

Los acabados especiales incluyen los hechos con pigmentos metálicos con aceites y secantes para dar una superficie rugosa, aditivos de silicio para altas temperaturas y plastisoles y organosoles. Los últimos listados son revestimientos vinílicos resistentes a la abrasión y al ataque químico hasta aproximadamente 3 mm de espesor. Un plastisol no contiene solventes mientras que un organosol sí.

Algunas veces es suficiente una capa de pintura pero por lo general se aplican dos o más capas de revestimientos diferentes para obtener combinaciones o propie-



dades deseables. Puede aplicarse una capa inferior para formar una buena base para un revestimiento de acabado que proporciona color, lustre y apariencia. Las capas inferiores incluyen primarios que forman una liga e inhiben la corrosión de la interfase y capas intermedias que sirven como rellenos, superficies lisas o selladores. La composición de una pintura depende principalmente del lugar que va a ocupar en las capas de una superficie. Por lo general, el revestimiento de polvos no necesita un primario.

La mayoría de la pintura industrial se hace en envoltentes o casillas segregadas que están bien ventiladas. Esto promueve la limpieza que es importante para el control de la calidad. Las envoltentes son necesarias debido a la toxicidad y posibilidad de incendios de los solventes y ayuda a controlar la contaminación de aire y agua. La recuperación del material excedente se ayuda por las envoltentes.

Puede perderse mucha pintura cuando se rocía. La pérdida se reduce imponiendo una carga electrostática en la pintura líquida atomizada o polvo. En un *sistema de pintura electrostático* indicada a la izquierda en la figura 3, un potencial de 80,000 a 150,000 V carga la pintura lanzada desde un atomizador de disco o con forma de campana. Las pequeñas gotas se arrastran y se depositan con uniformidad, casi sin pérdida en las piezas de trabajo conectadas a tierra de polaridad opuesta.

Cuando la aspersión se hace con una pistola de aire, las partículas pueden cargarse dentro o fuera de la pistola como se indica en el centro de la figura 1.3. Las partículas cargadas se impulsan a la pieza de trabajo de polaridad opuesta. Ocurre un efecto "envolvente" para depositar el material de revestimiento en todas las superficies expuestas (de frente y de atrás, interiores y exteriores), aunque las restricciones pueden causar variación en el espesor de la película. En otro sistema, las partículas se descargan en un campo electrostático establecido entre electrodos cargados y la pieza de trabajo conectada a tierra. Las partículas de pintura captan la carga eléctrica del



electrodo conforme pasan cerca de él primero y después las atrae el trabajo. La pérdida de rocío puede mantenerse tan baja como 5 a 25% en un sistema electrostático de pintura.

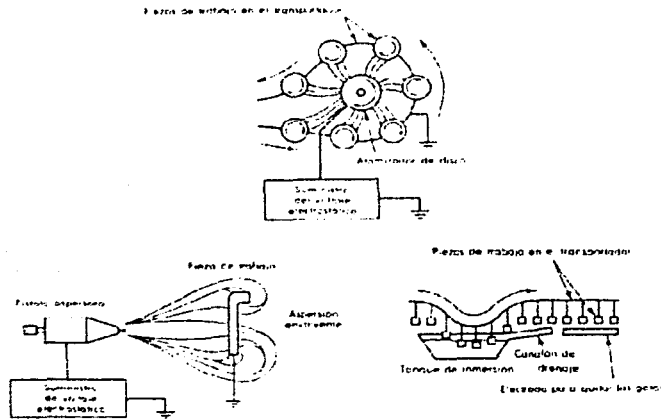


Figura 1.3 Sistema electrostático de pintura por rociado.

Los escurrimientos y gotas que se colectan en los fondos de las piezas que se han sumergido pueden retirarse electrostáticamente como se muestra a la derecha en la figura 3. Otra forma de eliminar el exceso de pintura es hacer girar las piezas húmedas en una centrífuga.

1.5 ELECTRODEPOSITACIÓN.

Bajo nombres como *electrorrevestido*, *electropintado*, *pintura electrolizada* y *revestimiento "E"* se hacen con una pieza de trabajo conductora a un potencial sumergida en un tanque de pintura líquida con fórmula especial de carga opuesta (negativa en algunos casos, positiva en otros). Las partículas coloidales de la pintura



en solución en el tanque son atraídas por el trabajo, se vuelven solubles en el contacto y se adhieren con firmeza a la superficie. La resistencia aumenta en las áreas conforme se revisten y la acumulación continúa en otras áreas para depositar una película uniforme pero delgada. Debido a la resistencia, sólo es factible una capa y el proceso se limita principalmente a la aplicación de "primer". Las capas de "primer" normalmente no tienen espesores de más de 20 μm (0.0008 in) y muestran los más ligeros defectos de la superficie el equipo es más costoso y el proceso es económico solo para producción en grandes cantidades.

El revestimiento en *cama fluida* se hace sumergiendo la pieza de metal caliente en un charco de polvo fino suspendido en una corriente de aire con agitación en remolino. Las partículas en polvo son una mezcla de resina, catalizador, pigmento y estabilizador y se funden sobre la superficie de la pieza de trabajo caliente para formar una película uniforme. La pieza de trabajo, por lo general, se calienta en una estufa para escurrir y curar el revestimiento. En una *cama fluida electrostática*, una pantalla llamada rejilla de carga, polariza el charco de polvo y las partículas se atraen con la pieza de trabajo con carga opuesta. En una inmersión pueden obtenerse, revestimientos con polvo con espesor hasta de 1.5 mm (0.06 in) pero es difícil lograr menos de 250 μm (0.01 in). Los revestimientos con polvos están libres de poros, son lisos, se adhieren con firmeza y cubren bien bordes y esquinas. Sin embargo, es difícil lograr una capa uniforme en una parte con secciones delgadas y gruesas porque el efecto de calentamiento es diferente para distintas masas.

La pintura puede hornearse en estufas calentadas por vapor, gas, aceite o electricidad. Tienen bastante uso las lámparas infrarrojas en bancos para hornear y secar porque es rápido, limpio y se cambia y ajusta con facilidad. En años recientes se ha dado atención al curado de los revestimientos orgánicos por radiación, es decir, métodos de rayos ultravioleta rayos láser y rayos de electrones. Se informa que estos métodos ahorran combustible, reducen la contaminación del aire y aceleran la



producción. Por ejemplo, en un proyecto se utilizó una capa de fórmula especial curada por exposición a un haz de electrones a una atmósfera de gas inerte en uno de dos segundos por pieza (en comparación con muchos minutos o incluso horas en los procesos ordinarios). Sin embargo, el cañón de haz de electrones costó varios cientos de miles de dólares y la instalación de producción completa más de 1 millón de dólares. Estos procesos resultan económicos solo para curar 2 millones de metros cuadrados (aproximadamente 20 millones de pies cuadrados) o más por año.

Las cintas de metal laminado en rollos con superficies precubiertas con revestimientos laminados, por conversión, galvanizados y pintados tienen aceptación creciente porque es más barato revestir el material de inventario que las piezas acabadas. Están disponibles una gran variedad de revestimientos que soportan casi todas las operaciones de fabricación y cumplen con los requisitos finales de uso.

PLATEADO POR INMERSIÓN EN CALIENTE.

Una forma de bajo costo de aplicar un revestimiento protector en piezas de metal es sumergirlas dentro de ciertos metales fundidos, principalmente aluminio, zinc, estaño o plomo. Los mismos metales también son electrorrevisten. Las laminadoras de acero suministran láminas en más de diez clases de combinaciones de electrorrevestimientos o revestimientos por inmersión.

EL GALVANIZADO POR INMERSIÓN EN CALIENTE.

Se hace sumergiendo partes terrosas, como herraje para intemperie, en cintas, hojas, etc., que pasan en forma continua en un baño de zinc fundido. Primero se limpia el trabajo y se pasa en una solución de cloruro de zinc y ácido clorhídrico.



El zinc evita la herrumbre en el hierro aun si el revestimiento se rompe, debido a que ocurre una acción galvánica en la presencia de la humedad con el dióxido de carbono del aire. El zinc es el metal más activo y el hierro no adquiere herrumbre sino hasta que ha desaparecido todo el zinc. La mayoría de los otros metales proporcionan una barrera pero no dan protección por sacrificio. La inmersión es una forma económica de aplicar una capa delgada y duradera de zinc, por lo general con espesor de 100 a 500 μm (0.004 a 0.02 in).

El *plateado o inmersión en estaño* se hace sumergiendo hojas de acero limpias y enjuagadas en un baño de estaño fundido. Entonces se pasan a través de rodillos en un baño de aceite de palma para eliminar el estaño en exceso. Las hojas estañadas no tienen mucha protección contra la intemperie como el zinc, pero son adecuadas para algunos usos, como el interior de contenedores de alimentos, para lo cual se utiliza principalmente. Las partes revestidas con estaño soldan con facilidad.

El *plateado terne* es acero sumergido en una aleación de plomo y 25° de estaño. Es más barato que el plateado con estaño pero tiene resistencia satisfactoria contra la corrosión. Los revestimientos con plomo protegen las cajas para baterías de automóvil y conexiones de radiador. La calidad del lubricante de plomo es de beneficio en láminas y alambres que se van a estirar o embutir.

1.5.1 DEPOSITACIÓN AL VACIO.

Los métodos para revestimientos delgados de metal en muchos compuestos en materiales metálicos y no metálicos (o sea, plásticos, vidrios y cerámica) son de dos clases: depositación de vapor y depositación de plasma.

El proceso vapor es *metalizado o evaporado al vacío* en el cual el aluminio (con más frecuencia) se calienta en forma relámpago común de depositación de en una



cámara al alto vacío que contiene el trabajo y el aluminio vaporizado se colecta en todas las superficies directamente expuestas. La película es relativamente delgada, de 2S a 125 nm (1 a 5 μ in) y reproduce con exactitud la forma y acabado de la superficie original, la cual comúnmente tiene una precapa de una a dos capas de laca. Puede aplicarse después del metalizado una capa final de laca o esmalte para proteger y aun teñir la delgada película metálica. La mayoría de la deposición del plasma se llama *escupido*, pero hay varias formas del proceso. Típicamente, el trabajo se coloca cerca del material de recubrimiento (llamado el blanco) en una cámara que primero se vacía y después se le da un ligero relleno de gas inerte. Se aplica un potencial negativo al blanco y el gas se ioniza. Los iones de gas se atraen al blanco con suficiente energía cinética para arrancar átomos metálicos de su superficie. Los átomos se impulsan al trabajo con suficiente energía para adherirse a la superficie, donde forman una película conforme se colecta. Si se admite una fracción de gas reactivo en la cámara, pueden formarse compuestos metálicos y depositarse en la superficie del trabajo.

En una operación de dos pasos llamados *plateado iónico*, la pieza de trabajo se escupe en inversa en una atmósfera de gas inerte. Esto significa que el trabajo recibe un potencial negativo y se bombardea en intensidad por los iones gaseosos, lo cual limpia perfectamente su superficie. Entonces el material de plateado en la cámara se calienta hasta que los átomos se evaporan de su superficie y se ionizan para impulsarlos a revestir la superficie del trabajo.

Las películas pueden depositarse en un vacío desde unos cuantos angstroms hasta aproximadamente 25 μ m (0.001 in) de espesor como superficies decorativas en joyería de fantasía, transmisiones de automóvil, juguetes, etc., como capas receptoras y aislantes en muchos productos, para superficies ópticas y componentes electrónicos. Los revestimientos hasta de 150 μ m (0.006 in) de espesor dan una resistencia a la corrosión y a la oxidación. Pueden depositarse películas sólidas de lubricantes. Los



métodos de depositación al vacío producen partículas más delgadas de las que por lo general se obtienen por el electroplateado y usan menos material y energía. Estos métodos no crean problemas de contaminación.

Todos los métodos de depositación por vapor pueden aplicarse a cualquier superficie que no produzca gases, pero el plateado iónico es más difícil en materiales no conductores y sensitivos al calor. Si la parte es compleja o debe revestirse en más de una superficie, por lo general se gira para obtener un cubrimiento completo y uniforme. La adición firme es buena en superficies ordinarias limpias y excelentes en superficies limpiadas por escupido; esta es una parte normal del método de plateado iónico.

Cada método de depositación al vacío tiene ciertas ventajas únicas. El metalizado al vacío está mejor adecuado a revestir con metales puros con puntos moderados de fusión. Las aleaciones requieren técnicas especiales porque sus constituyentes se evaporan a diferentes temperaturas. El metalizado al vacío es rápido; puede tratarse un lote grande de partes en unos cuantos segundos más 5 a 15 minutos para obtener el vacío, y se hace un revestimiento continuo como en tiras largas. Sin embargo, el costo del equipo es alto (una instalación con una capacidad de 10,000 partes más o menos por hora puede costar \$100,000 o más) pero se justifica para producción en grandes cantidades. El escupido es solo 1/20 tan rápido como el metalizado al vacío pero es capaz de depositar casi cualquier material, es decir, metales refractarios, acero inoxidable, cuarzo y teflón. Pueden mantenerse espesores de la película con uniformidad de ~5% y tolerancias de tamaño hasta de 10 nm ($< 0.5 \mu\text{m}$). La pieza de trabajo no se calienta y la integridad del material se mejora cuando se sujeta al escupido. Por otra parte, la pieza de trabajo se calienta cuando se somete al plateado iónico y no pueden tratarse por ese método materiales sensitivos al calor. El plateado iónico es adecuado para aplicar metales elementales a la superficie y tiene una tasa de depositación entre el escupido y el metalizado al vacío.



1.6 ELECTROPLATEADO.

El electroplateado se hace en todos los metales comunes y aun. En muchos no metálicos (particularmente plásticos) después de que sus superficies se han preparado en forma adecuada. El plateado puede hacerse para protección contra la corrosión o contra el desgaste y la abrasión, para apariencia, para retrabajar partes gastadas aumentando su tamaño, para hacer piezas fáciles de soldar, para proporcionar una superficie, por lo general de latón en acero para adherir hule y para áreas de protección en partes de acero para evitar que sé carburasen durante el tratamiento térmico. La mayoría de estas aplicaciones son evidentes en los artículos que nos rodean cada día. Los materiales comunes, pero no los únicos de plateado son aluminio, cadmio, zinc, plata, oro, estaño, cobre, níquel, cromo y sus aleaciones.

El principio del electroplateado de la pieza que se va a platear se sumerge en una solución en agua o sales del metal que se va a aplicar y hacer el cátodo en un circuito de corriente continua. Los ánodos con metal de revestimiento reabastecen la solución cuando fluye la corriente y los iones de metal se atraen a la pieza de trabajo para protegerla del revestimiento. Los metales que no pueden electrodeponerse de soluciones de agua, como los metales refractarios, se depositan a partir de sales fundidas a altas temperaturas. La tasa de deposición y las propiedades de revestimiento como, dureza, uniformidad y porosidad dependen de que se mantenga un balance apropiado entre la composición y la solución de plateado, densidad de corriente, agitación, acidez de la solución y temperatura. Por ejemplo, mientras más alta sea la densidad de corriente más rápido se deposita el metal, pero a un estándar arriba de cierto nivel crítico para una solución y temperatura específicas resulta en un revestimiento rugoso y esponjoso.



El proceso de electroplateado presenta varias dificultades de cuidado al diseñador.

Una de éstas es que un plateado no siempre se deposita uniformemente. Tiende a ser más grueso en las proyecciones, delgado en los recesos y casi no existe en algunas esquinas. El diseñador debe evitar irregularidades tanto como sea posible, pero es mucho lo que puede hacerse con una buena planeación y control de la operación. Algunas soluciones dan mejores distribuciones del plateado y se dice que tienen mejor *potencia de lanzamiento* que otras.

La cantidad de plateado depositado en una superficie está relacionada con la distancia desde un ánodo. Por tanto, los ánodos reciben formas para hermanar con las piezas de trabajo y se colocan en la forma adecuada para ayudar a conseguir un plateado uniforme. El plateado no oculta los defectos en la superficie de la pieza de trabajo y una superficie deben estar acabada por completo si se va a platear para apariencia, lo mismo que para resistencia a la corrosión. Partes como defensas de automóvil, recubiertas con níquel o cromo para apariencia durable, comúnmente reciben un plateado inicial de cobre con 5 a 15 μm (0.0002 a 0.0006 in) de espesor. Este revestimiento se adhiere bien y cubre efectivamente el acero y su superficie es más fácil de pulir que el acero. El plateado con cromo decorativo ordinariamente solo tiene un espesor de un micrómetro o menos (unas cuantas diezmilésimas de pulgada) de espesor para mantener brillantez sobre una intercapa protectora de níquel. Se usan varias combinaciones de capas múltiples para lograr los mejores resultados a los costos más bajos para diversos propósitos.

El hidrógeno liberado en el cátodo causa fragilización dañina en las piezas de trabajo de acero trabajado en frío o endurecido. La cantidad de hidrógeno puede mantenerse a un mínimo por el control apropiado de la operación y puede reducirse la fragilización calentando las piezas de trabajo inmediatamente después del plateado.

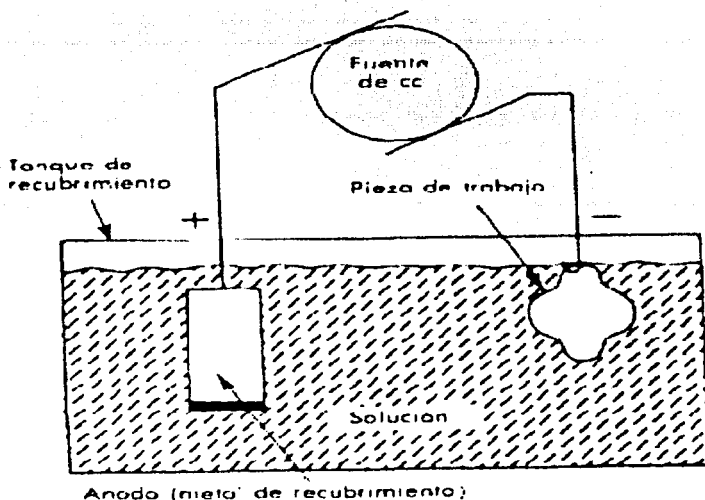


Figura 1.4 Tanque de recubrimiento y plateado de piezas.

1.6.1 EQUIPO DE ELECTROPLATEADO.

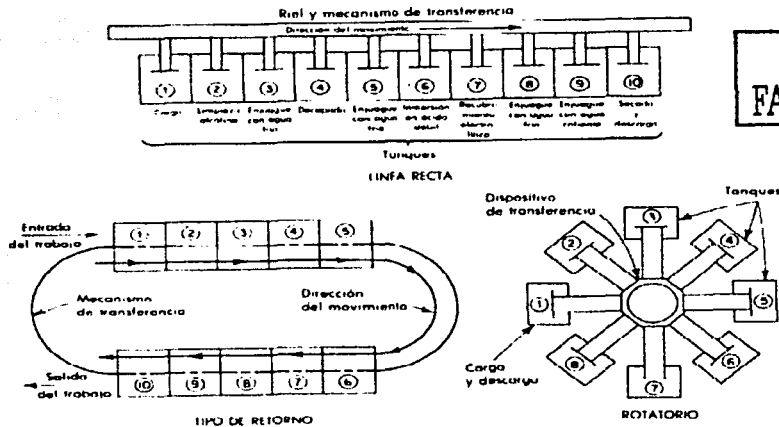
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La unidad básica para las operaciones de electroplateado es el tanque que contiene las soluciones. Los tanques se construyen de diversos materiales como lámina de plomo, hule, plásticos y cerámica para resistir las soluciones ácidas y alcalinas. Las piezas grandes se suspenden en forma individual. Las pequeñas piezas pueden montarse en estanques pero principalmente se platean en barril o por vuelco. Un lote de piezas se coloca en un barril no conductor perforado y en toque con los contactos adecuados. El barril se baja en la solución de plateado y se hace girar varias veces cada minuto y las piezas se vuelcan por rodado y se platean uniformemente.



El proceso de electroplateado implica limpieza, lavado, enjuagues y otros tratamientos además de la depositación real del metal. Esto significa que cada pieza de trabajo o lote debe sumergirse dentro y transferirse entre un número de tanques, ya sea que se revista de manera individual o en estanques o en barriles. Por lo general esto se hace manualmente para lotes pequeños, pero se ahorra mano de obra y se controla mejor la calidad por máquinas de plateado automáticas y aun controladas numéricamente para producción de cantidades moderadas a grandes.

Los tres tipos generales de máquinas se ilustran en la figura. Los dispositivos de transferencia para estas máquinas suben el trabajo de un tanque, lo mueven al siguiente y entonces lo bajan en su lugar a intervalos preestablecidos. Los tipos de línea recta y de retorno pueden ser máquinas de una línea y de doble línea, dependiendo de que tengan una o dos hileras de transportadores del trabajo, uno arriba del otro. El tipo de máquinas rotatorias requieren más espacio de piso pero puede manejar partes grandes. Estas máquinas pueden acoplarse convenientemente con los sistemas de transportadores. En ciertas industrias, se han desarrollado máquinas especiales para el plateado continuo de lámina de metal, de una cinta de partes o alambre conforme corre a través de una serie de baños.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 30-4 Distribuciones típicas de máquinas para recubrimiento electrofítico.

Figura 1.5 Diferentes tipos de máquinas para recubrimiento electrofítico.

Las técnicas de plateado a alta velocidad se han desarrollado en los años recientes para producción en grandes cantidades. En lugar de sumergirse en un tanque con, Corriente que pasa a un promedio de 1/2 (1 1/2 ft) a través de un electrolito relativamente tranquilo como en el electroplateado común, la pieza se posiciona en un dispositivo de fijación en cavidad con contornos de pared que hermanan la superficie de la parte, físicamente con un claro de aproximadamente 2.5 mm (0.1 in). Sé bombea el electrólito a través de la cavidad a aproximadamente 100 dm³/min (3.5 ft³/min). El líquido que se mueve con rapidez supera al empobrecimiento iónico en la cantidad de aceite de la superficie del trabajo, y puede pasarse efectivamente 20 o más veces tanta corriente como en el plateado ordinario y puede depositarse con mucha más rapidez el



metal, llamada *plateado de contorno*, y se deposita tanto níquel en un minuto en las defensas de automóvil como se deposita en una hora en un tanque.

El plateado selectivo de retoque, en lotes pequeños, puede hacerse con una brocha o trapeador humedecido con fluido de plateado y conectado con el ánodo. La pieza de trabajo es el cátodo. Esto se llama *plateado con brocha*.

Los fluidos usados por los tanques de electroplateado pueden ser altamente contaminantes. En años recientes se han establecido reglas obligatorias para controlar los niveles de cianuro y metales en el aceite. Un remedio común es recurrir a reacciones químicas para convertir el residuo en sustancias no tóxicas. En esta forma pueden perderse materiales valiosos y en algunos casos se usa evaporación y diálisis para concentrar y recuperar sustancias costosas lo mismo que para eliminar la contaminación.

ELECTROFORMADO.

Pueden formarse partes por el metal electroplateado en un mandril, el cual puede ser retráctil revestido con un agente de partición que puede disolverse o fundirse para separar el producto. Comúnmente se electroforma cobre, níquel, plata y hierro.

El electroformado es económico para hacer partes que tienen características especiales que son difíciles de producir por los métodos más comunes. Es ventajoso para formas complejas (internas y externas) con paredes delgadas, para laminar metales, sin calor o presión para producir detalles finos y precisos y alturas (esto es, agujeros muy pequeños) y para incorporar insertos y bridas (metálicos y no metálicos) difíciles de dejar en otra forma. Las paredes puede hacerse desde unos cuantos micrómetros a 50 mm de espesor pero rara vez más de 15 mm (0.0001 a 2 in pero rara



vez más de \sim in). Se han mantenido tolerancias a una fracción de la longitud de onda en rejillas de difracción electroformadas y son comunes tolerancias del orden de $25 \mu\text{m}$ (0.001 in), con acabados de superficie de 50 a 200 nm (2 a $8 \mu\text{in}$).

1.7 RESÚMEN.

1.7.1 PREPARACIÓN DE PIEZAS.

El proceso de preparación de piezas, para el acabado de pintura, es el paso más importante y fundamental para obtener una excelente calidad en el acabado. Este proceso involucra hasta cinco pasos diferentes para dejar la pieza limpia y con la textura necesaria para recibir el acabado. Los pasos que se involucran en el proceso pueden ser aplicados por dos diferentes métodos; por aspersion o por inmersión.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 1.6 Máquina de pintura electrostática manual.

1.7.2 VERSIONES ELECTROSTÁTICAS.

Equipos para el pintado de producciones medias a altas. Aptos para trabajar con pinturas base agua y solvente. Gran eficiencia en transferencia de pintura (hasta un 87 %).



Figura 1.7 Pistola de pintura electrostática.

1.7.3 DESENGRASE.

Siempre que las piezas han salido de un proceso de manufactura y han pasado por diferentes pasos para su fabricación, llegan al proceso de pintura con múltiples contaminantes en la superficie a tratar, tales como grasas, polvos u óxidos. Estos contaminantes deben ser eliminados forzosamente para alcanzar un acabado de apariencia excelente y durabilidad prolongada. Este proceso elimina dichos contaminantes, evitando que la grasa impida la adhesión a la pieza, que los óxidos expulsan la pintura y para que los polvos no hagan grumos indeseables en la pieza terminada.

1.7.4 FOSFATIZADO.

El fosfatizado tiene como objetivo el dejar la pieza con la textura superficial necesaria para lograr la adherencia requerida por la pintura. En este paso se crean cristales de menor tamaño que los poros del metal lo que provoca una mejor adherencia de la pintura sobre la pieza.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



SEGUNDO ENJUAGUE.

Se requiere eliminar los excesos de químicos de la pieza y con esto la pieza queda lista para darle el terminado de pintura.

SELLO ORGÁNICO.

El sello orgánico es un paso que se realiza cuando el producto requiere altos niveles de calidad y excelentes acabados. Para tal efecto se aplica este sello orgánico que da una textura superficial formada por cristales mucho más pequeños que los que se logra con el fosfatizado, provocando una mejor adherencia y una superficie más uniforme.



Figura 1.8 Proceso de sello orgánico.

1.7.5 APLICACIÓN DE PINTURA.

En este paso es dónde se lleva a cabo propiamente el proceso de pintura en la pieza. Es dónde los detalles son determinantes para obtener el acabado deseado. Existen equipos, con características específicas, que deben ser evaluadas para

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



determinar cuál de ellos es el mejor para una pieza en particular y la capacidad de producción deseada.

PINTURA EN POLVO.

El proceso de aplicación de pintura en polvo tiene un principio electrostático, dónde la pintura es cargada electrostáticamente por la pistola de aspersión. Al estar cargada la partícula de pintura con una carga ésta se pega o adhiere al metal en capas.

Una ventaja de esta forma de aplicación es la recuperación de la pintura, por medio de filtros emitiendo cero contaminantes, lo cual esta siendo reglamentado por el gobierno de los diferentes países. Por lo que este tipo de proceso representa una ventaja a largo plazo, tanto ecológica como económicamente hablando. El sistema se enfoca a recuperar la pintura en polvo.

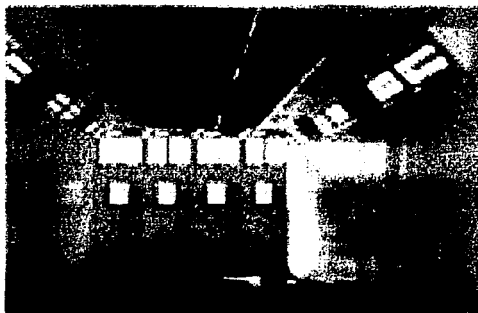


Figura 1.9 cabina de pintura.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



PINTURA LÍQUIDA.

Este tipo de aplicación se da a través de pistolas que rocían la pintura sobre las piezas. La pintura contiene algún solvente, que puede ser agua. La pintura queda sobre la pieza, aún con el solvente. Este tipo de aplicación libera solventes no capturables.

El hecho de capturar la pintura en el agua implica un tratamiento de aguas posterior. El sistema se enfoca a capturar las partículas contaminantes.

1.7.6 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE PARTÍCULAS.

Las casetas de aplicación de pintura se pueden clasificar por dos criterios; por el tipo de pintura a aplicar o bien por el sistema de captación de partículas.

HÚMEDA:

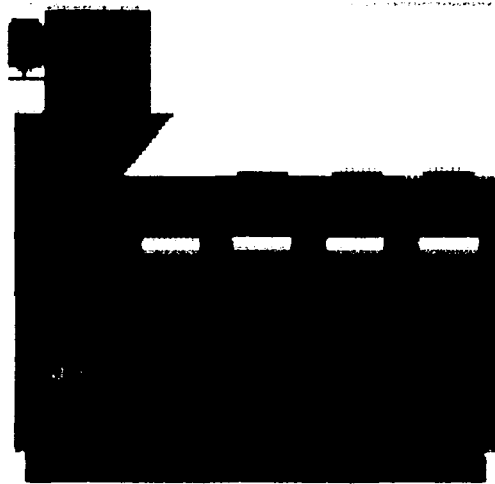
Esta tiene una cortina de agua y se utiliza para piezas pequeñas. La pintura sobrante es llevada hacia la cortina de agua haciendo una presión de aire. Pueden ser con fosa o tinas según sea más conveniente.

SEMI – HÚMEDA:

En este tipo de cabina las partículas de pintura en excedente caen al piso y donde hay una trampa de agua y se utiliza para piezas grandes. Sé forza a las partículas a caer al fondo de la cabina por medio de presión del aire que circula.



A) Cabina tipo húmedo.



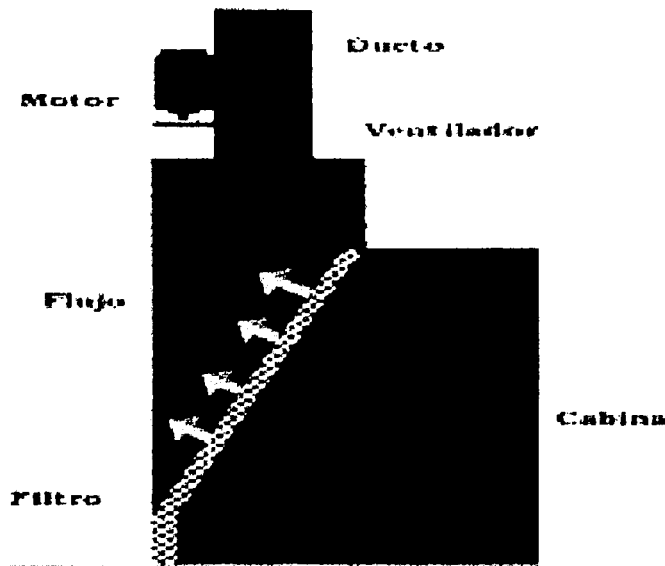
B) Cabina tipo semi-húmeda

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 1.10 Tipos de cabinas para captación de pintura.

**SECO:**

Este tipo de cabinas contiene múltiples filtros que retienen las partículas excedentes de pintura que flotan en el aire. Las partículas son forzadas a pasar por los filtros por medio de presión de aire. Se utiliza en la industria automotriz por su rentabilidad además de las enormes ventajas que implica contar con un equipo como este, entre las que podemos mencionar es que no hay manera que la pintura salga a la atmósfera por lo que no hay perdidas substanciales, se cuida el ambiente además de que no hay riesgo de que las personas estén aspirando la pintura y con ello previniendo posibles enfermedades ocasionadas por la pintura.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 1.11 Cabina de pintura tipo seco para uso automotriz.

CAPITULO 2 ACABADOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



2 TIEMPO DE SECADO.

El proceso de secado debe involucrar el tiempo mínimo que sea posible. Las investigaciones actuales han hecho grandes progresos en el desarrollo de materiales de acabado que requieren de un mínimo de tiempo de secado.

En nuestro problema el tiempo de secado es determinado por el material de acabado utilizado.

2.1 HORNOS DE SECADO DE PIEZAS.

Al salir la pieza del tratamiento de desengrase, es necesario eliminar la humedad que exista en esta, para evitar que la humedad no permita la adherencia correcta de la pintura a la superficie. Al hacerlo así, se logra el acabado deseado con mayor resistencia y durabilidad. Para ello se pueden emplear dos tipos diferentes de hornos de secado. La selección de uno u otro depende del tamaño de la pieza y de su forma.

2.2 HORNOS DE CURADO DE PINTURA.

El horno de curado tiene como propósito fijar la pintura. Para la pintura en polvo la temperatura de este proceso final provoca la polimerización de las partículas de la pintura, provocando la adherencia total y final de la pintura.

En el caso de la pintura líquida tiene por objeto eliminar los solventes de la pintura para fijar la pintura a la pieza, también forma la galleta que da la dureza a la pintura.



2.2.1 INFRARROJO.

Este tipo de hornos se usa cuando las piezas son pequeñas y sus formas son simples o planas. Esto se debe fundamentalmente a que la remoción de solventes se logra con radiación de luz infrarroja que viaja en línea recta. Este tipo de hornos logra eliminar la humedad con una rapidez de un 40% más rápido que los de gas LP. Para estos equipos es necesario contar con una subestación y sus costos de operación son ligeramente más altos que los que utilizan gas L.P.. Así mismo polimeriza las partículas de pintura para adherirlas a la pieza.

2.2.2 DE GAS L.P.

Los hornos de gas realizan la eliminación de solvente por un proceso de convección y arrastre por medio de aire. Estos son hornos con menores costos de operación pero son más lentos. Se usan para piezas de cualquier forma y cualquier tamaño. Así mismo polimeriza las partículas de pintura en polvo para adherirlas a la pieza.



Figura 2.1 Horno de gas L.P.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



2.2.3 METODO DE SECADO.

Los materiales usados en acabados son formulados para obtener sus características finales por medio de tres acciones: evaporación, oxidación y polimerización.

En general, un esmalte secado por polimerización es superior en cuanto a características de dureza, durabilidad, resistencia a la corrosión, al impacto, etc., que las obtenidas cuando el secado es solo por evaporación del solvente o la oxidación de sus componentes.

La acción de polimerización es lenta a temperaturas bajas siendo más rápido a temperaturas mayores.

Estas acciones pueden ser llevadas a cabo por tres métodos que son:

Secado al aire

Secado forzado

Horneado

Secado al aire. – Es la forma más común de secado. Se considera secado al aire cuando la temperatura es hasta 100 °F.

Bajo esta condición la evaporación, oxidación y polimerización son lentamente efectuadas. Al iniciarse el secado, habrá un desprendimiento natural del solvente que



es necesario eliminar del medio ambiente, ya que la mayoría de los solventes son tóxicos en determinadas concentraciones.

Secado forzado. – Así se denomina cuando la temperatura de reacción se encuentra entre 100 °F y 200 °F. Este método es muy utilizado en la producción de terminados en madera, ya que ésta no sufre alteraciones físicas hasta 160 °F.

La mayor temperatura de éste método permite acelerar la polimerización. Es también necesario contar con algún sistema de extracción en el lugar de la reacción.

Horneado. – El sistema de horneado como el forzado implica una transferencia de calor de una fuente dada a la película de esmalte aplicada. El método de horneado requiere de temperaturas entre 200 °F y 500 °F. Las propiedades finales de un acabado a esmalte exigidas a un determinado tipo de productos metálicos son satisfechas cuando se emplea un sistema de estas condiciones.

La transmisión de calor por convección y radiación son frecuentemente empleadas en éste método, aunque los llamados hornos de radiación son en sí una combinación entre la radiación y una convección natural.

Normalmente en los hornos por convección el aire es empleado como medio calefactor y el secado se lleva a cabo en un sitio denominado cámara de convección. Esta puede ser del tipo caja o bien diseñada para operaren forma continua.

El de tipo caja es muy eficiente cuando se trabaja con piezas que requieren un tiempo prolongado de secado y cuando las perdidas de calor cuando son abiertas sus puertas puede no importar.



Un horno con cámara de convección continua ofrece características deseables en producción pero reclama un mayor espacio.

2.3 HORNOS PARA OPERACIÓN CONTINUA.

Los tipos más comunes para operar en forma continua son los de convección por aire caliente y los de funcionamiento a base de rayos infrarrojos. En estos últimos él término es descrito como una radiación electromagnética de alta frecuencia de ondas.

La energía radiante al tocar el producto se transforma en energía calorífica que inicia la reacción de secado. Este tipo de energía puede ser suministrada por lámparas con potencias comerciales de 125 a 1000 Watts. Estas deben ser colocadas estratégicamente en la cámara para una buena operación.

La cantidad de calor aprovechado depende de diversos factores como son:

La naturaleza del producto.

La concentración o intensidad de rayos sobre una superficie dada.

El acabado del producto.

El color de la pintura.

La forma del producto procesado.

Este tipo de secado es muy utilizado en la industria automotriz o aquellas en que la forma de su producción es uniforme.



De este sistema se obtienen las siguientes ventajas: alta eficiencia, portabilidad, limpieza de operación y menor tiempo de secado.

La versatilidad de colores y además los costos de este tipo de horneado descartan la posibilidad del uso de éste sistema.

Estas razones son determinantes para la selección de un sistema de horneado del tipo convección.

2.3.1 HORNOS DE CONVECCIÓN.

Los hay en dos tipos:

Radiación.

Convección forzada.

Los de radiación tienen ciertas ventajas en cuanto a limpieza de operación y versatilidad de uso de flujo de calefactor, ya que pueden operar con gases de combustión, vapor o aire caliente, aunque la transmisión de calor al objetivo es más indirecto, es decir, primero por convección del flujo calefactor a los paneles o camisas radiantes y por radiación y convección al objetivo.

Los hornos de convección forzada aunque requiere de medios mecánicos para imprimir una determinada velocidad al fluido que es normalmente aire, permiten una transmisión de calor directa que presenta un menor tiempo de secado y un contacto más efectivo entre el fluido y el producto.



2.3.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN.

Por los problemas existentes ya mencionados y de acuerdo a las características de la producción, un horno continuo tipo convección forzada debe satisfacer las necesidades actuales de la planta.

Este tipo de horno es generalmente construidos en las empresas que lo requieren ya que no son disponibles comercialmente. El sistema de circulación de aire, calentadores, y sistema de control puede ser similar a los hornos de caja únicamente la cámara de secado debe poseer nuevas características ya que requiere la apariencia de un túnel.

CAMARA DE CONVECCIÓN.

Por el espacio en disposición, la cámara tomara la forma de un túnel recto cuya longitud estará en función del tiempo de secado y velocidad de operación.

Su sección esta sujeta al tamaño y disposición de los productos procesados. Su forma será rectangular para facilitar su construcción. Las paredes y techo serán construidos a base de paneles individuales de lámina aislados en su interior.

GENERACIÓN DE CALOR.

La unidad generadora de calor a utilizarse puede ser de dos tipos:

Indirecta.

Directa.



La diferencia básica entre éstos dos tipos es que el sistema indirecto utiliza un elemento intercambiador de calor, mientras que el tipo directo el calentamiento del aire se efectúa por el contacto directo entre éste y la flama producto de la combustión.

Existen ventajas relativas en favor de un sistema indirecto:

Combustible. – Un sistema indirecto puede operar con combustible sólido, líquido o gaseoso, mientras que el sistema directo solo opera con combustible gaseoso.

Limpieza de operación. – El aire al calentarse en forma indirecta en ningún momento esta en contacto con los productos de la combustión. En el sistema directo esto es básico, aunque los equipos modernos garantizan una combustión prácticamente completa no afectando sus residuos al aire en circulación.

Una unidad de tipo directo operará en nuestro proyecto por las razones que a continuación se indican:

Eficiencia térmica. – En el sistema indirecto los productos de la combustión son arrojados a la atmósfera lo que representa una pérdida de calor considerable. En el tipo directo estos productos son íntegramente aprovechados ya que se combinan con el flujo de aire de la convección.

Espacio utilizado. – El sistema directo básicamente consiste en un mezclador aire gas y un quemador que va instalado en el interior del ducto de circulación. Entonces el espacio ocupado resulta mínimo comparado con el conjunto cámara de combustión, intercambiador de calor y sistema de extracción de gases, etc., necesario para un sistema indirecto.



Mantenimiento. – Las razones anteriores brindan un mínimo mantenimiento en un sistema directo.

Seguridad de operación. – Las unidades directas, fabricadas bajo patente Norteamericana, son vendidas con certificación del Departamento de Salud Publica de ese país y garantizan que los residuos de combustión (CO y CO₂) que pudiesen poner en peligro la vida o salud de los usuarios son valores notoriamente inferiores a los considerados como peligrosos por normas establecidas. Por otro lado, en el sistema proyectado ninguna persona estará expuesta al aire ya que los sellos y puertas impedirán su flujo al exterior.

Inversión inicial. – Su simplicidad así como su amplio rango de capacidad lo hace más económico que un sistema indirecto para determinados requerimientos de calor.

2.3.3 CIRCULACIÓN DE AIRE.

El aire puede fluir en el interior del túnel en 4 formas:

Flujo paralelo.

Contra flujo.

Flujo mixto.

Flujo transversal, referido a la dirección del producto en proceso.

Los tres primeros son usados cuando se desea mantener un contacto prolongado entre el aire y el producto (generalmente granulados), mientras que el último es utilizado para productos con áreas relativamente grandes y que requieren un contacto efectivo con el aire.



La circulación de aire transversal es la apropiada para nuestro problema por razones posteriormente expuestas.

DISEÑO.

El diseño de un horno por convección forzada puede ser basada bajo dos puntos de vista:

- Teórico.
- Empírico.

La base teórica demanda conocimientos de calor y su transferencia a fin que correctas condiciones pueden ser supuestas. Las pruebas y experiencia respaldan la base empírica.

Las variables a considerar son:

1. – Flujo de aire: Su temperatura, densidad, humedad, presión, cantidad, velocidad y dirección.
2. – El producto: Su figura, material, superficie y distribución del material de acabado.
3. – El horno: forma de operación, rango de recirculación y espacio disponible.
4. Generación de calor: Su tipo.



Debido a la variación de las condiciones ambientales, a la exposición de las piezas, a la normal intermitencia de alimentación, etc., raras veces el diseño es puramente teórico. Por lo tanto, las bases empíricas son puestas en practica y aunque un diseño así no tiene la precisión deseada, los hornos son provistos de medios o facilidades para cambiar ciertas condiciones requeridas.

2.3.4 FLUJO DE AIRE.

Los cálculos son efectuados suponiendo condiciones standard de temperatura, densidad, humedad y presión atmosférica del aire.

La cantidad de aire manejado es una función del tipo de trabajo y depende de su forma, del área expuesta a la convección, de la naturaleza del material de acabado, etc.

Para condiciones constantes de forma del producto, se hacen pruebas de laboratorio para determinar las condiciones óptimas de cantidad y velocidad del aire para el secado.

Se obtiene así como "masa velocidad" y equivale al peso del aire fluyendo a través de una sección dada del túnel en la unidad de tiempo. Algebraicamente se expresa:

$$M = W / A; \text{ donde:}$$

M = Masa velocidad, en lbs/pie – hr.

W = Peso del aire, en lbs/hr.

A = Sección dada, en pies.



Esta unidad determinada en el laboratorio se usa bajo algunas reservas tales como la continuidad de alimentación al horno y la forma en la cual la pieza es expuesta a la convección.

2.3.5 DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL AIRE.

Las características físicas del producto, su forma de exposición y superficie pintada influyen directamente en la dirección y velocidad del aire en el interior de la cámara, ya que son factores de importancia para lograr una buena transmisión de calor.

Una alta velocidad del aire con dirección perpendicular al trabajo produce una transmisión pobre. Una muy baja velocidad con dirección paralela o perpendicular al producto tampoco es apropiada para el secado.

Teóricamente, una velocidad elevada con dirección paralela a cada superficie pintada del producto sería satisfactoria, pero desafortunadamente sus características y las condiciones propias del esmalte recién aplicado impiden poner en practica tales condiciones.

En este proceso la mayoría de los productos son colgados al transportador en posición natural por lo que el flujo de aire transversal permitirá un mayor paralelismo entre este y el producto, quedando el factor velocidad a determinarse por recomendaciones prácticas y requerimientos de energía del equipo de circulación de aire.



La practica sugiere velocidades de inyección de aire entre 2000 y 3000 pies/min. (610 y 915 mts/min, resp.), Por lo que para nuestro proyecto tomaremos el valor promedio de 2500 pies/min (763 mts/min.).

2.3.6 PRECIO COMERCIAL DE ALGUNOS HORNOS.

Hasta ahora se ha hablado de la construcción y funcionamiento de los hornos, sin mencionar todavía el precio comercial de estos por lo que mencionaremos el precio de dos. El primero se trata de un horno de gas con dos quemadores laterales que se usa con fines de apoyo didáctico, aunque también puede ser usado para el curado de diferentes pinturas incluyendo la utilizada en los discos decorativos de lámparas, este tipo de horno es económico y es ideal para microempresas que no tienen el capital suficiente para comprar hornos de mayor capacidad y calidad sin embargo es muy práctico y de fácil limpieza, su costo oscila entre los \$5000 y \$6500 como podemos ver es de costo muy accesible, si se requiere de más información sobre este tipo de horno se puede consultar en el I.P.N. en la escuela superior de la ESIME Azcapotzalco en el área de servicio de tesis.

El segundo horno es para utilizarse en empresas donde se requiera rapidez en la producción con un acabado excelente, pero por lo mismo resulta un horno de costo alto que solo empresas muy grandes lo podrían comprar; Se trata de un horno eléctrico que funciona basándose en radiación con lámparas de rayos infrarrojos, las principales ventajas de este horno es que tiene un ahorro de energía muy alto ya que el calor se concentra directamente sobre la pieza fundiéndose en menor tiempo la pintura, además no se necesita enfriar para limpiarlo como los otros hornos propiciando así un proceso de producción rápido, otra ventaja es que es de fácil mantenimiento y no contamina. El precio puede alcanzar los \$100000 dependiendo el tamaño del horno y los aditamentos como el túnel de enfriamiento que le podemos incorporar.



2.4 EL PRODUCTO.

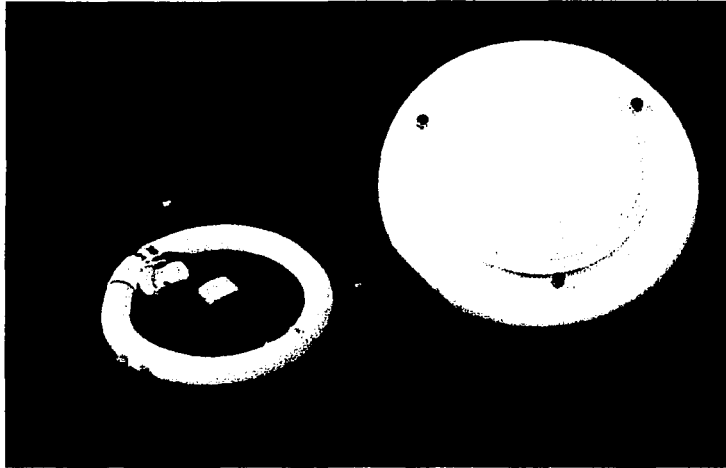


Figura 2.2 Discos decorativos para lámparas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la figura se observa la utilización de los discos decorativos como base de esta lámpara.

Como ya se mencionó el producto que nosotros pretendemos pintar son discos de decoración utilizados para la fabricación de plafones. Estos discos varían su diámetro que va desde 260mm hasta 330mm y espesor 20mm hasta 25mm respectivamente y el material utilizado para este tipo de discos es lamina negra de calibre 26.



MATERIAL DE ACABADO.

El material de acabado es pintura electrostática en polvo y se aplica bajo condiciones standard de temperatura y de acuerdo al equipo disponible. La cantidad utilizada por unidad de superficie puede ser prácticamente cuantificada o expresada en porcentaje del peso del producto sin terminar.

El tiempo de secado según fabricante es de 30 minutos expuesto a una temperatura de 200 °C.

El calor requerido para efectuar su secado es variable y resulta mínimo comparado por el tomado por la lamina sobre la cual se aplica.

2.5 SISTEMAS CON TRANSPORTADOR.

Los transportadores tienen como objetivo mover las piezas de una etapa a otra dentro del proceso de pintado. Cobran gran importancia ya que en estos determinan la velocidad de proceso, y son la clave de que las piezas queden totalmente pintadas y con la capa adecuada.

Existen dos tipos básicos de transportadores dependiendo del tipo de procesos seleccionado continuo o por batch.



2.5.1 TRANSPORTADOR DE RIEL.

Este se utiliza para líneas continuas de producción, que son las que utilizan el método de aspersión, ya que la pieza se monta y recorre toda la serie de etapas hasta que totalmente acabado el proceso se desmonta. Estos rieles se ajustan al tamaño de pieza.

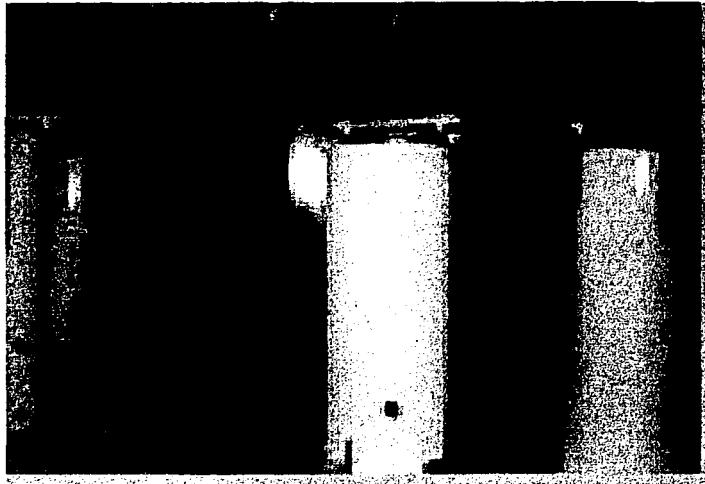


Figura 2.3 Transportador con riel.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



2.5.2 TRANSPORTADOR TIPO POLIPASTO.

Este se utiliza para líneas tipo batch en que cada pieza se monta en el polipasto y se pasa a cada etapa anualmente. Se utiliza en el método de inmersión. Siendo más económico.

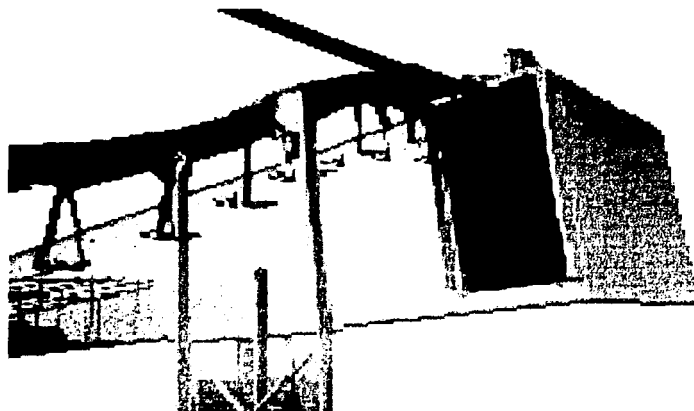


Figura 2.4 Transportador tipo polipasto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.5.3 TIPO DE TRANSPORTACIÓN DEL PRODUCTO.

Para llevar a cabo la continuidad entre las operaciones involucradas en los procesos de esmaltado y secado, se debe contar con un equipo de transportación que funcionando continuamente forme un circuito cerrado entre cuatro zonas formadas por las tinas de limpieza, caseta de pintura, cámara de secado y una zona que puede



operar como área de descarga o área de preparación de las unidades en proceso. La disposición de estas zonas depende del tipo de operaciones efectuadas durante el proceso.

Para el tipo de producción en tema, se puede usar un transportador aéreo colocado a una distancia conveniente del piso o algún otro apropiado para procesar las piezas en movimiento.

Deberá tener características tales que resistan las condiciones propias del esmaltado y de la temperatura a la cual son sometidas las piezas durante el secado.

2.6 PROBLEMAS ACTUALES EN EL PROCESO DE PINTURA.

Los problemas que se presentan en el proceso de pintado de cabina son muy variados, ya que dependen mucho de la mano de obra y de la calidad de la pintura utilizada.

Los problemas aquí mencionados son los que se presentan en el acabado de la pintura, mismos que originan reparaciones posteriores y consecuentemente encarecimiento de la producción.

Estos problemas se presentan principalmente porque la pintura utilizada es líquida y necesita ser horneada para que se adhiera perfectamente.



2.6.1 AMPOLLAMIENTO.

Las ampollas, granitos o burbujas en la película de pintura, a menudo aparecen después de algún tiempo de haber sido aplicada. Este ampollamiento es causado por humedad o aire atrapado debajo de la película de pintura. Cuando el acabado es expuesto a cambios abruptos de presión atmosférica, la humedad se expande y desarrolla presión, de aquí que ésta presión aumenta y se forman ampollas.

La limpieza preliminar a la aplicación de pintura sobre una superficie que no esta bien seca causa ampollamiento. Las pequeñas partículas de polvo dejadas en la superficie, pueden actuar como esponjas y mantener humedad.

El uso de un diluyente o reductor equivocado da lugar a un secado rápido especialmente cuando el material se da muy seco o a una presión excesiva, puede causar ampollamiento, ya sea que el aire o humedad condensada de la atmósfera pueden quedar atrapados en la película de pintura.

La contaminación de las líneas de aire con aceite es otro factor que puede contribuir a la formación de ampollas.

2.6.2 AGRIETAMIENTO.

Son una serie de grietas profundas que se asemejan a las rajaduras de lodo o barro en el lecho seco de una laguna o río. Generalmente las grietas se ven como estrellas de tres puntas que no están necesariamente conectadas en el centro. Muchas veces, las grietas no presentan un patrón definido, ellas son bastante profundas, llegando usualmente hasta el fondo de la pintura.



Aunque el agrietamiento no es un problema específico con los modernos acabados de buena calidad que se aplican con toda propiedad.

No es más que el resultado de una falla por debilidad en la película de pintura, agravada por periodos extensos de exposición a la intemperie.

Cuando las capas de pintura se aplican en un grosor excesivo, las fuerzas normales de extensión y tirantez se magnifican y ellos originan un agrietamiento prematuro aún bajo condiciones normales de exposición.

Una agitación incompleta en el preparado de la pintura hace que los componentes de la misma no estén propiamente mezclados. La película de pintura será entonces débil y mucho más susceptible al agrietamiento.

El dar aplicaciones de pintura muy gruesas sin dejar un tiempo apropiado de oreo o de secado entre las mismas, puede producir agrietamiento.

El uso incorrecto de aditivos que no estén específicamente diseñados para la aplicación de pintura pueden debilitarla, haciéndola más susceptible de sufrir agrietamiento.

2.6.3 CUARTEADO LINEAL.

El cuarteado lineal es parecido al agrietamiento, excepto que las líneas o grietas son paralelas.



Como ocurre con el agrietamiento, capas de pintura excesivamente gruesas son la causa principal de formación de cuarteado lineal.

2.6.4 OJO DE PESCADO.

Los ojos de pescado aparecen como pequeños orificios o cráteres en la película de pintura, una vez que ésta ha sido aplicada.

Partículas de siliconas y otras sustancias contaminantes, repelen la pintura y ésta no puede formar una película tersa y continua. Entonces se forman agujeros o cráteres en la película. Casi todas las ceras modernas y abrillantadores de superficies pintadas contienen siliconas, que es la causa más común de formación de ojos de pescado en una película fresca de pintura. Las siliconas se adhieren firmemente a la película de pintura y requieren un gran esfuerzo para quitarlas.

Cantidades pequeñísimas de siliconas en el polvo de lijado, en los trapos de limpieza o aún en los abrillantadores que se están aplicando en otras cabinas que están cerca de la que se va a pintar, pueden originar ojo de pescado.

Si no se eliminan las causas de contaminación mediante una adecuada limpieza de y preparación de la superficie, éste problema estará presente.

Deben tomarse precauciones para asegurarse que toda traza de siliconas ha sido eliminada de la superficie por pintar.



2.6.5 LEVANTAMIENTO.

El levantamiento aparece generalmente como una distorsión o fruncido de la capa superficial de pintura, cuando esta se está aplicando o durante el tiempo de secado.

Esta condición es causada por el ataque de los solventes. Este ataque arruga a la película de pintura; también puede ocurrir levantamiento cuando la aplicación final de pintura se hace sobre selladores o imprimadores que no son compatibles con ellas.

Ocurrirá levantamiento cuando la película de pintura final es un esmalte alquímico que se está secando solo parcialmente. Los solventes que contiene la pintura pueden causar inchamiento o disolución parcial que más tarde vienen a distorsionar la capa final.

La última capa de pintura debe ser aplicada cuando la anterior está completamente seca que es cuando esta es inmune a los solventes.

Si las capas de pintura de fondo de tipo esmalte sintético no están completamente secas, las capas de pintura finalmente sufrirán levantamiento.

El uso de un diluyente de laca en un esmalte causará levantamiento.

2.6.6 CASCARA DE NARANJA.

La cascara de naranja aparece como una formación irregular muy parecida a la textura de la cascara de naranja.



Una pequeña cantidad de cascara de naranja siempre se aceptara.

Esta condición se produce cuando las gotitas de pintura atomizada no se entremezclan unas con otras al llegar a la superficie. Esto sucede cuando se esta usando demasiado aire en la pistola de pintar o cuando hay una distancia no muy grande entre la superficie por pintar y la pistola, esto da como resultado que las gotitas de pintura atomizadas se vuelvan muy secas o separadas desde que salen de la pistola hasta que llegan a la superficie. Cuando esto ocurre, las gotas se quedan en la misma forma en que salieron de la pistola producen una superficie áspera.

Lo ideal es que las gotas estén lo suficientemente húmedas como para que se puedan combinar unas con otras al llegar a la superficie y poder formar una película tersa y uniforme.

Cuando la temperatura de curado es muy alta las gotitas de pintura pierden solvente muy rápido causando con esto una superficie áspera.

Por otro lado, cuando se trata de orear la pintura con aire de la pistola hará que la gotitas de pintura atomizadas no se combinen unas con otras, dando como resultado cascara de naranja.

Si en la aplicación de la pintura no existe tiempo de oreo entre aplicaciones los solventes de las primeras aplicaciones de pintura, absorberán las siguientes antes que aquellas tengan tiempo de esparcirse, causando con esto cascara de naranja.

Una pintura que no esta bien diluida o reducida o una pintura adelgazada con diluentes o reductores muy rápidos harán que las gotitas atomizadas se vuelvan muy secas o sin suficiente solvente antes de llegar a la superficie por pintar.



Muchas pinturas se forman con varios componentes que hacen que fluya o combine mejor si estos componentes no están bien mezclados se producirá cascara de naranja.

2.6.7 PUNTOS DE ALFILER.

Es la presencia de pequeños agujeros en la superficie del acabado. Estos agujeros pueden presentarse en grupos. Se produce cuando los solventes quedan atrapados en la pintura, cuando hay humedad o por atomización insuficiente de las aplicaciones finales.

El solvente y el aire que no han podido evaporar debido a que se han dado aplicaciones gruesas húmedas sin suficiente tiempo de secado entre ellas estas encontrarán su camino de salida a la superficie. Si la superficie de la pintura esta empezando a secarse cuando los solventes y el aire tratan de escapar, el cráter o agujero que ellos hacen al salir ya no se amontona con el resto de la pintura, quedando pequeños puntos de alfiler.

Toda humedad que queda atrapada, pasará a través de la película fresca de pintura muy húmeda y causara puntos de alfiler.

Si un ajuste de pistola o la técnica de pintado producen una aplicación muy húmeda, o si la pistola esta muy cerca de la superficie de trabajo dando así mucho aire a la película fresca, durante el proceso de secado se formara puntos de alfiler al escapar el aire y los solventes.



El uso de un solvente rápido para la temperatura de proceso, obligará a hacer correcciones o agregar un retardador adecuado para dicha temperatura de proceso.

Si por el contrario el solvente es muy lento quedará atrapado entre las películas de pintura aplicada.

La humedad y el aceite en las líneas de aire entraran en la pintura cuando esta se aplica, produciendo puntos de alfiler al tratar de escapar de la capa fresca durante el secado.

Al tratar de secar con el aire de la pistola una película fresca puede ocurrir que el aire entre la pintura o que la pintura se seque por fuera solamente.

En cualquiera de estos casos se formarán puntos de alfiler ya sea cuando el aire o los solventes atrapados en las capas inferiores traten de escapar hacia la superficie.

CAPITULO 3 COMPONENTES GENERALES DE LA MAQUINA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



3 TECNOLOGIA TTL.

3.1 INTRODUCCION.

La tecnología TTL es de tipo bipolar, o sea, se basa en los transistores bipolares (los populares NPN y PNP). Aunque es una tecnología bastante antigua la introdujo Texas Instruments en 1964, aún hoy en día sigue siendo de las más empleadas; se puede decir que aún es la más popular. No obstante, tiene una fuerte competidora: La tecnología CMOS. Actualmente, TTL y CMOS se reparten el mercado de los sistemas digitales basados en CI SSI y MSI.

Como características generales representativas de TTL se pueden citar:

Fácil utilización

Amplia documentación

Alimentación de 5 V

Consumo medio

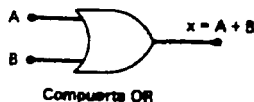
Puede decirse que la serie 74 de circuitos integrados (7400,7432,7402, etc.) es la más indicada para introducirse en la experimentación de los circuitos digitales. La tecnología CMOS (serie 40 y más modernamente la 74HC), requiere mayores precauciones y es más delicada su utilización, es aconsejable haber experimentado antes con la TTL.



COMPUERTAS BÁSICAS.

Las compuertas básicas de la tecnología TTL se muestran en las siguientes figuras tanto su símbolo como su tabla de verdad.

A	B	$x = A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

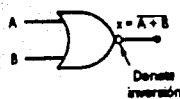


A)

A	B	$x = A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

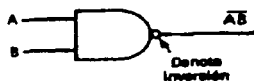


B)



A	B	OR	
		$A + B$	$\overline{A + B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

C)



A	B	AND	
		AB	\overline{AB}
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

D)

Figura 3.1 Compuertas básicas: A) Compuerta OR, B) Compuerta AND, C) Compuerta NOR, D) Compuerta NAND.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



3.2 PARÁMETROS MÁS IMPORTANTES DE LA FAMILIA TTL.

MARGEN DE RUIDO.

En los sistemas lógicos, ruido se refiere a cualquier tensión (CC o CA) no deseada que aparece a la entrada de un circuito lógico. Entonces el margen de ruido es el máximo voltaje de ruido agregado a la señal de entrada de un circuito que no cause un cambio indeseable a la salida del circuito.

Las salidas de las TTL son probadas bajo las peores condiciones de temperatura y voltaje V_{cc} y de ellas se garantiza que no se exceda un valor de 0.4V para el "0" lógico o que caigan debajo de 2.4V, para el "1" lógico.

Teniendo en cuenta los valores de voltaje de entrada y de salida en el peor de los casos siempre hay una diferencia de 0.4 V entre las tensiones de salida y las de entrada necesarias, como se representa en las dos puertas conectadas de la figura 3.2 Esta diferencia es el margen de ruido. El margen de ruido garantizado para los fabricantes es por lo tanto de 0.4 V. No obstante, este margen en la práctica es superior, ya que los valores de voltajes prácticos que aparecen no están en los límites; por ejemplo, la V_{OH} en la práctica es de unos 3.6 V. Por esta razón, el margen de ruido práctico es de más de 1 V; TTL es inmune a variaciones de alrededor de 1V en los niveles lógicos.

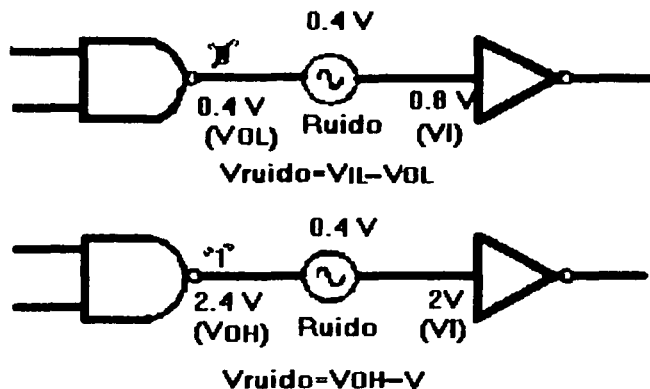


Figura 3.2 Niveles de margen de ruido.

FACTOR DE CARGA EN LA SALIDA (FAN-OUT).

La salida de una compuerta suministra una cantidad limitada de corriente por encima de la cual no opera correctamente y se dice que esta sobrecargada. La salida de la compuerta generalmente se conecta a las entradas de otras compuertas similares. Cada entrada consume cierta cantidad de potencia de la compuerta anterior, de tal manera que cada conexión adicional se agrega a la carga de la compuerta. Al excederse la carga máxima especificada habrá mal funcionamiento ya que el circuito no puede suministrar la potencia requerida.

Para saber el factor de carga en la salida basta conocer la corriente máxima de salida de la compuerta y cuanto carga una entrada a la salida (corriente de entrada).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Así pues, se deduce que el factor de carga de salida TTL estándar es 10:

$$\frac{I_{OH \max}}{I_{IH \max}} = \frac{400 \mu A}{40 \mu A} = 10$$

$$\frac{I_{OL \max}}{I_{IL \max}} = \frac{16 \text{ mA}}{1.6 \text{ mA}} = 10$$

Esto indica que a una salida TTL estándar se le puede conectar hasta 10 entradas de otros circuitos. En las puertas que pueden dar 800 μA , la cargabilidad de salida (fan-out) será, por tanto de 20.

En general si n es el número de entradas conectadas a una salida, el fan-out es el valor máximo de n que cumple con la expresión:

$$I_{O \max} > n I_{I \max}$$

UNIDAD DE CARGA.

Los valores de corriente de la entrada, 1.6 mA y 40 μA , constituyen lo que se denomina una unidad de carga UL (Unit Load). Una entrada TTL estándar tiene por tanto una UL. Entonces, una salida se dice que tiene una capacidad para excitar 10 unidades de carga, que es como el fabricante expresa el fan-out.

DISIPACIÓN DE POTENCIA.

Es la potencia suministrada necesaria para operar la compuerta. Esta cantidad se expresa en mW (mili watts) y representa la potencia suministrada a la compuerta por la fuente de poder. Por lo general los circuitos de alta velocidad con un retardo de propagación muy corto, necesitan una mayor potencia.



El valor típico que da el fabricante en TTL básico, es de unos 10 m W. Por otra parte, no hay que olvidarse de que el consumo aumenta con la frecuencia de trabajo.

Esto debido a picos de corriente, transitorios que se producen en los de estado de salida. Dichos transitorios de corriente contribuyen ruido en la fuente de alimentación que puede afectar a otros circuitos. Por esta razón hay que tener un buen filtrado en la fuente de alimentación y poner condensadores desde la patilla de alimentación del circuito integrado de aproximadamente 100 n F.

TIEMPO DE PROPAGACIÓN.

Es el tiempo promedio de demora en la transición de programación de una señal de la entrada a la salida, cuando las señales binarias cambian de valor. Las señales en una compuerta toman cierta cantidad de tiempo para propagarse de las entradas a las salidas. Este intervalo de tiempo se define como la demora de propagación y esta se expresa en nseg, normalmente se tienen retardos de propagación del orden de 2 y 10 ns.

Podemos decir que el tiempo de propagación, es el valor medio aritmético de los tiempos de retardo de apagado y encendido.

El tiempo de retardo de apagado (o de encendido) esta dado por la diferencia del 50% del flanco de ascenso de la señal de entrada a el 50% del flanco de descenso de la señal de salida. El tiempo de retardo de encendido (apagado) esta dado por la diferencia del 50% del flanco de descenso de la señal de entrada y del 50% por el flanco de descenso de la señal de salida.



$$\text{Tiempo de propagación} = \frac{T_{PLH} + T_{PHL}}{2}$$

Donde:

TPLH = Tiempo de retardo de apagado.

TPHL = Tiempo de retardo de encendido.

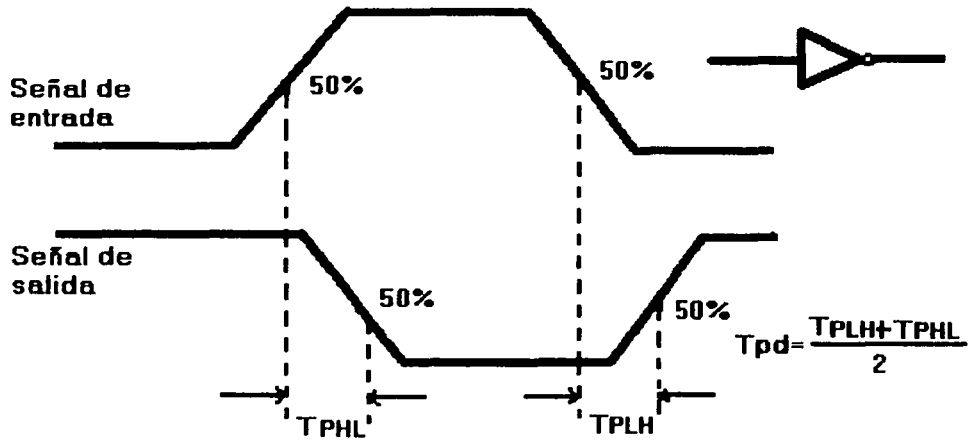


Figura 3.3 Características de conmutación. Tiempo de propagación.

Como dato adicional importante diremos que el tiempo de propagación medio en la tecnología estándar TTL es de 10 ns, y se refiere a la transición que hace el circuito de 1 a 0 y viceversa, este dato varía en función de la capacidad en la salida del circuito y la temperatura.



3.3 PARÁMETROS DE CORRIENTE Y VOLTAJE.

- **V_{IH}** Voltaje de entrada en estado alto: Es el nivel de voltaje requerido para un "1" lógico en una entrada, cualquier voltaje debajo de este nivel no será aceptado como un alto por el circuito lógico.
- **V_{IL}** Voltaje de entrada en estado bajo: Es el nivel de voltaje requerido para un "0" lógico en una entrada, cualquier voltaje por encima de este nivel será aceptado como bajo por el circuito lógico.
- **V_{OH}** Voltaje de salida en estado alto: Es el nivel de voltaje en la salida de un circuito lógico en el estado lógico "1", se especifica generalmente el valor mínimo de V_{OH}.
- **V_{OL}** Voltaje de salida en estado bajo: Es el nivel de voltaje a la salida de un circuito en el estado lógico "0", se especifica generalmente el valor máximo de V_{OL}.
- **I_{IH}** Corriente de entrada en estado alto: Es la corriente que fluye en una entrada cuando un nivel de voltaje alto especificado se aplica a esa entrada.
- **I_{IL}** Corriente de entrada en estado bajo: Es la corriente que fluye en una entrada cuando el nivel de voltaje bajo especificado se aplica en esa entrada.
- **I_{OH}** Corriente de salida en estado alto: Es la corriente que fluye desde una salida en el estado "1" bajo condiciones de carga especificadas.
- **I_{OL}** Corriente de salida en estado bajo: Es la corriente que fluye desde una salida en el estado lógico "0", bajo condiciones de carga especificadas.



3.3.1 CARACTERÍSTICAS TTL ESTÁNDAR.

Tensiones y corrientes de entrada-salida.

Entrada:

Salida:

$$V_{IL \max} = 0.8 \text{ V}$$

$$V_{OL \max} = 0.4 \text{ V}$$

$$V_{IH \min} = 2 \text{ V}$$

$$V_{OH \min} = 2.4 \text{ V}$$

$$I_{IL \max} = 1.6 \text{ mA}$$

$$I_{OL \max} = 16 \text{ mA}$$

$$I_{IH \max} = 40 \mu\text{A}$$

$$I_{OH \max} = 400 \mu\text{A}$$

Estos son valores típicos, pero según los tipos de circuitos y subfamilias pueden variar ligeramente. Por ejemplo, las compuertas Y del CI 7408 pueden dar 800 μA de corriente de salida. Hay que saber que las corrientes máximas de salida que indican los fabricantes son garantizando ciertos niveles lógicos de tensión.

El conocer estos datos permite por ejemplo, no cometer "herejías técnicas" con las compuertas, como querer activar directamente un relé, transistores de potencia etc.

3.4 CIRCUITO DE UNA COMPUERTA NO-Y TTL ESTANDAR.

A modo de ejemplo en la figura 3.4 se muestra el circuito correspondiente a una compuerta NO-Y de dos entradas de tipo TTL estándar, perteneciente a la serie de CI 74/54. La serie 74 puede operar en el margen de temperatura, que va de 0 a 70 °C. La serie 54 se diferencia en el margen de temperatura, que va de -55 a 125 °C, y se conoce por versión militar.



El circuito se basa en tres etapas: Conmutador de entrada (transistor multiemisor T1), divisor de fase (T2) y circuito de salida tótem pole (T3 y T4).

3.4.1 FUNCIONAMIENTO.

Al ser el circuito de una compuerta NO-Y, para que la salida sea "0" las dos entradas tienen que encontrarse a nivel alto ($V_1 > 2V$). En esta situación, el transistor multiemisor de entrada está en corte, ya que no hay corriente de emisor. Pero a través de su unión base-colector circula corriente hacia la base de T2, produciéndose así su saturación.

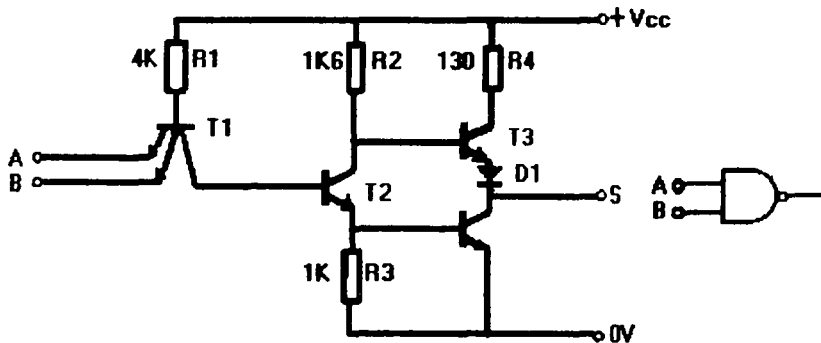


Figura 3.4 Circuito típico de una compuerta NO-Y en tecnología TTL.

Al conducir T2, por un emisor circulará corriente hacia la base de T4 y éste se saturará, con lo cuál la tensión de salida será próxima a cero voltios; es el nivel bajo de salida (V_{OL}), 0. El transistor T3 queda bloqueado debido a que la tensión en su base, de 0.9 V, es insuficiente para hacerlo conducir:

$$V_{C2} = V_{CE2} + V_{BE} = 0.2 + 0.7 = 0.9$$



Para que conduzca T3 la tensión de base debe superar el umbral de su unión base-emisor en serie con el diodo D1 y la tensión colector-emisor de T4.

Mediante el diodo D1 se evita por tanto, que el transistor T3 pueda conducir cuando T4 está saturado.

La tensión de salida VOL (VCEsat de T4), puede variar según la carga y la temperatura. El fabricante garantiza un máximo de 0.4V (VOLmax = 0.4 V) y una corriente máxima de 16 mA (IOL max = 16 Ma).

El transistor T4 del circuito tótem pole tiene la misión de derivar a masa la corriente de la carga. Esto significa que en los circuitos TTL la corriente de la carga entra por la salida del circuito. Cuando una salida se conecta a una entrada de otra compuerta, existe una pequeña corriente que sale por la entrada y entra por la salida y a través de T4 va a masa como se observa en la figura 3.5.

Un valor importante que se deduce es la tensión para el nivel alto de entrada (VIH). La tensión en la base del transistor multiemisor T1 es la suma de las tensiones base-emisor de T2 y T4 más la tensión base-colector de T1, lo cual da un valor de 2.1 aproximadamente:

$$VB1 = VBC1 + VBE2 + VBE4 = 2.1 \text{ V}$$

Así, puesto que el nivel de entrada alto (VIH) no debe hacer conducir al transistor T1, la tensión mínima de entrada deberá ser de unos 1.8 V. El fabricante indica un valor mínimo de entrada de 2V para el uno lógico: VIH min = 2V.

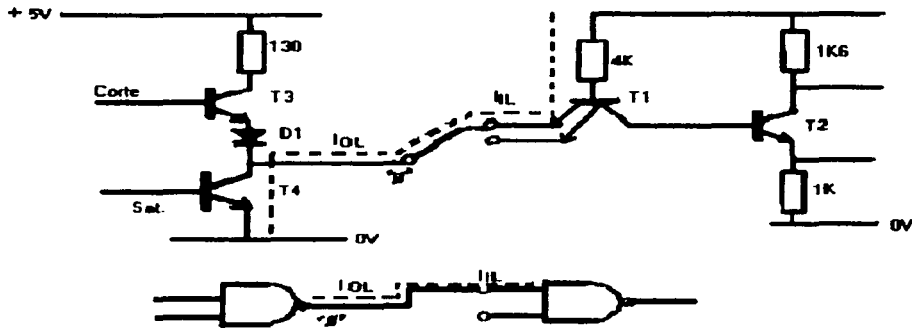


Figura 3.5 Circulación de corriente que se produce cuando una salida excita a una entrada, en el nivel bajo.

Como se puede deducir, lo cual es peculiar en TTL las entradas al aire sin conectar, hacen el mismo efecto que si tuvieran un "1" ($V_{IH} > 2V$). No obstante, aunque para hacer experiencias puede ser correcto, en la practica profesional no es conveniente que las entradas trabajen de esta manera, por cuestiones de ruido; captan más fácilmente señales "basura" ya que se comportan como una especie de antena.

Cuando una de las entradas o las dos se ponen a masa, cero lógico, aparece una corriente de base en el transistor T1, que se deriva masa a través del correspondiente emisor. Esta corriente es de valor:

$$I_1 = \frac{V_{cc} - V_{BE1}}{R_1} = \frac{5 - 0.7}{4K} = \frac{4.3}{4000} = 1mA.$$



Es una corriente que saldrá por la patilla de entrada hacia masa (IIL). El fabricante garantiza un máximo de 1.6 mA; $IIL_{max} = -1.6 \text{ mA}$. Como consecuencia de esto T1 queda saturado, su colector queda a potencia de masa (0V). Esto hace que el transistor divisor de fase T2, pase a estado de corte con lo cual no habrá corriente de emisor y T4 también se bloqueara. En el colector de T2 habrá una tensión alta, próxima a V_{cc} , que hará que aparezca un uno lógico en la salida (VOH).

El transistor T3 del circuito de salida actúa como seguidor de emisor, lo cual da lugar a la baja impedancia de salida. El valor del voltaje de salida será por tanto, la tensión en el colector de T2 menos las caídas de tensión en la unión base-emisor de T3 y en el diodo D1 o sea:

$$V_{OH} = V_{C2} - V_{BE3} - V_{D1}$$

Siendo V_{C2} :

$$V_{C2} = V_{CC} - I_2 R_2$$

La I_2 al ser muy pequeña (unos pocos microamperios para la base de T3), la podemos despreciar. Tenemos, entonces:

$$V_{C2} = V_{CC} - I_2 R_2 = V_{CC}$$

$$V_{OH} = V_{CC} - V_{BE3} - V_{D1} = 5 - 0.7 - 0.7 = 3.6 \text{ V}$$

El voltaje de salida depende de la carga externa y varía con la temperatura. En la práctica aparecen unos 3.6V. El fabricante garantiza un mínimo de 2.4 V ($V_{OH_{min}} = 2.4\text{V}$). La corriente de salida máxima típica es de 0.4 mA ($I_{OH_{max}} = 0.4 \text{ mA}$), aunque en algunos circuitos puede ser de 0.8 mA.



CURVA DE TRANSFERENCIA.

En la figura 3.6 se representa la curva de transferencia característica de una puerta NO-Y TTL estándar, cuya salida se supone conectada a 10 entradas. De este gráfico se pueden observar los márgenes de tensión de entrada y de salida para los estados lógicos "1" y "0", así como el margen de la zona prohibida.

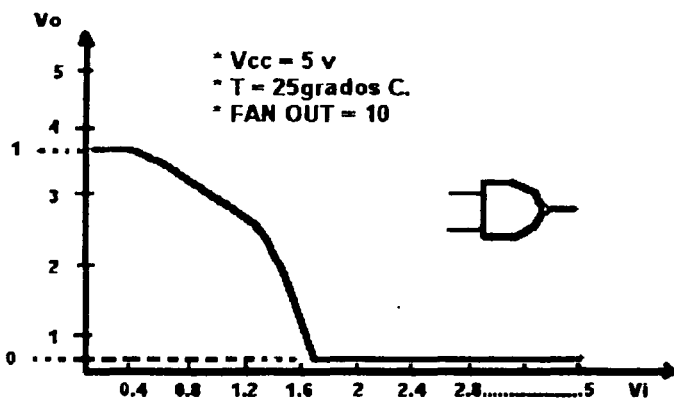


Figura 3.6 Curva de transferencia típica real de una compuerta TTL.

3.5 SERIES TTL.

TTL desde que apareció en 1964, ha ido evolucionando paulatinamente, siendo aún hoy en día, la familia tecnológica más popular.



3.5.1 TTL DE ALTA VELOCIDAD SERIE 74H (HIGH SPEED).

Se basa principalmente en disminuir las constantes de tiempo de carga de las capacidades parásitas, con lo cual se tardará menos tiempo que se carguen y por tanto el circuito actuará más rápido.

Puesto que una constante de tiempo es la multiplicación de un valor resistivo por una capacidad, $T = RC$, la solución más sencilla es disminuir los valores de las resistencias.

El tiempo de propagación que se consigue es de aproximadamente unos 6 ns, un poco menos que el de la serie estándar. Como contrapartida, las corrientes son mayores esto trae consigo una mayor disipación de potencia, que es de unos 22 m w.

3.5.2 TTL DE BAJO CONSUMO. SERIE 74LP (LOW POWER).

Para conseguir bajar la potencia consumida se actúa al contrario de cómo se hace para obtener la serie 74H: Se aumentan los valores de las resistencias. Estos dispositivos tienen una disipación de potencia típica de 1 m W (unas diez veces menor que la de la serie estándar), pero esta reducción de potencia tiene como contrapartida un mayor tiempo de propagación, puesto que cuando se aumentan los valores de las resistencias aumentan también las constantes de tiempo. El tiempo de propagación tiene un valor típico de 33 ns. Son por consiguiente, dispositivos más lentos.



3.5.3 TTL SCHOTTKY SERIE 74S.

Se caracteriza por su alta velocidad su tiempo de propagación es de unos 3 ns, aunque con un consumo de 22 m W.

Para conseguir esta velocidad se impide que los transistores lleguen a la saturación, con lo cual almacenan menos carga y tardan menos en recuperarse para pasar al corte. Para lograrlo se utiliza un diodo denominado schottky, que se caracteriza por su baja caída de tensión de unos 0.35 V y tiempo de almacenamiento despreciable, por tanto su velocidad de conmutación es muy elevada. La velocidad de respuesta de un transistor se puede mejorar haciendo que el transistor no entre al estado de saturación, lo cual se consigue conectando un diodo Schottky entre el colector y la base.

3.5.4 TTL SCHOTTKY DE BAJA POTENCIA SERIE 74LS.

La serie 74LS se caracteriza por una baja disipación de potencia (2m W) y un tiempo de propagación similar o más bajo que la serie estándar de 6 a 10 ns. Se basa al igual que la serie 74S, en los transistores Shottky. El bajo consumo se basa en aumentar los valores de las resistencias.

Las características sobre voltajes y corrientes de entrada y salida difieren algo respecto a la serie estándar:

$$V_{OH \min} = 2.7 \text{ V}$$

$$V_{OL \max} = 0.5 \text{ V}$$

$$I_{OL \max} = 8 \text{ m A}$$

$$I_{IL \max} = 0.4 \text{ m A}$$

El resto de los valores es estándar.



3.5.5 TTL SCHOTTKY AVANZADA SERIE 74AS.

Es la subfamilia más rápida de todas, tiene un tiempo de propagación de 1.5 ns, pero como suele ocurrir esto tiene como precio un mayor consumo; tiene una disipación de potencia típica de 20 m W.

Es un dispositivo extremadamente pequeño y con reducidas capacidades parásitas. En cuanto a características de entrada y salida de diferencia de la serie 74LS en los siguientes valores:

$$I_{OH \min} = 2 \text{ m A} \quad I_{OL \max} = 20 \text{ m A}$$

$$I_{IL \max} = 2 \text{ m A} \quad I_{IH \max} = 0.2 \text{ m A}$$

3.5.6 TTL SCHOTTKY AVANZADA DE BAJA POTENCIA SERIE 74ALS.

La serie 74ALS (Advanced Low-power Schottky) es una derivación de la serie 74AS. Se caracteriza por una baja disipación de potencia de 1 m W y bajo tiempo de propagación de 4 ns. Como indica su nombre combina alta velocidad con baja disipación, además de ser un dispositivo muy pequeño.

En cuanto a características de entrada-salida, se diferencia con la serie 74AS en:

$$I_{OL \max} = 4 \text{ m A} \quad I_{OH \max} = 0.4 \text{ m A}$$

$$I_{IL \max} = 0.2 \text{ m A} \quad I_{IH \max} = 20 \mu\text{A}$$



Los valores de tensión de entrada y salida son iguales que en la serie 74AS, 74LS y 74S.

3.5.7 TTL FAST SERIE 74F.

Esta serie es de las más modernas y tiene unas características intermedias entre la 74AS y la 74ALS, es por consiguiente, de alta velocidad y baja disipación:

$$TPD = 2.5 \text{ ns} \quad PD = 4 \text{ m W}$$

En cuanto a características de entrada -salida, se diferencia con la 74ALS en lo siguiente:

$$I_{IL \text{ max}} = 0.6 \text{ m A}$$

$$I_{OH \text{ max}} = 1 \text{ m A}$$

$$I_{OL \text{ max}} = 20 \text{ m A}$$



3.6 TEMPORIZADOR 555.

Otro circuito integrado popular analógico – digital es el versátil temporizador 555. El CI está compuesto de una combinación de comparadores lineales y flip-flops, como se describe en la figura 3.7. El circuito completo se encuentra, por lo general, en un encapsulado de ocho terminales, como se especifica en la figura 3.7. Una conexión en serie de tres resistencias pone los niveles de voltaje de referencia de los dos comparadores a la unidad del flip-flop. La salida del circuito flip-flop se lleva luego hacia fuera por medio de una etapa de amplificación de salida. El circuito del flip-flop también opera a un transistor en el interior del CI llevando al colector del transistor a bajo, por lo general, para descargar a un condensador de temporización.

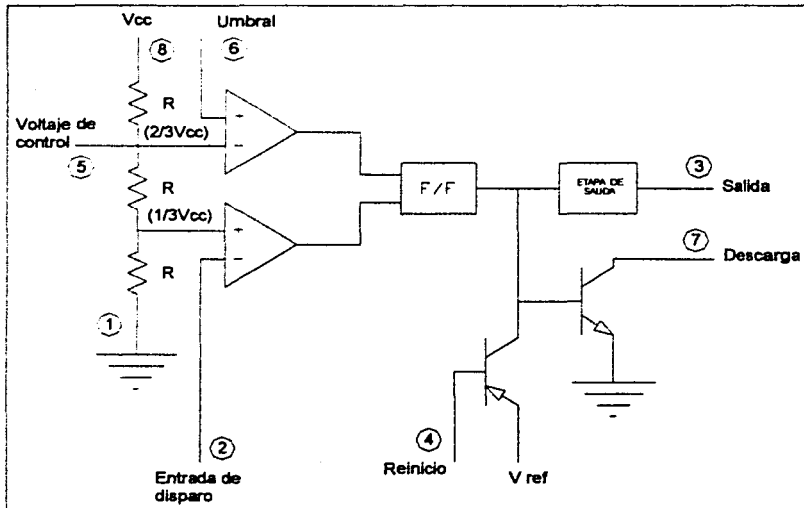


Figura 3.7. Detalles del CI temporizador 555



3.6.1 OPERACIÓN ESTABLE

Una aplicación popular del CI temporizador 555 es como multivibrador estable o circuito de reloj. El siguiente análisis de la operación del 555 como un circuito estable incluye detalles sobre las diferentes partes de la unidad y como se utilizan las diversas entradas y salidas. La figura 3.8 muestra un circuito estable construido con la ayuda de una resistencia y un condensador externos para fijar el intervalo de temporización de la señal de salida.

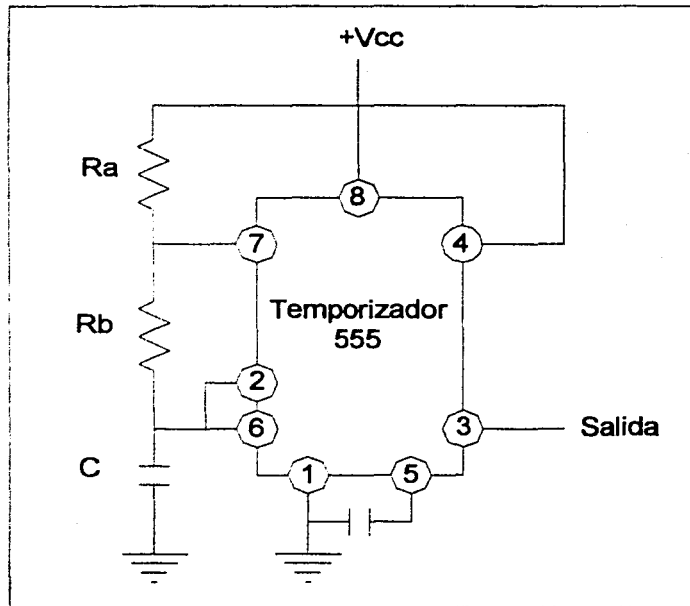


Figura 3.8. Multivibrador estable usando el CI 555.

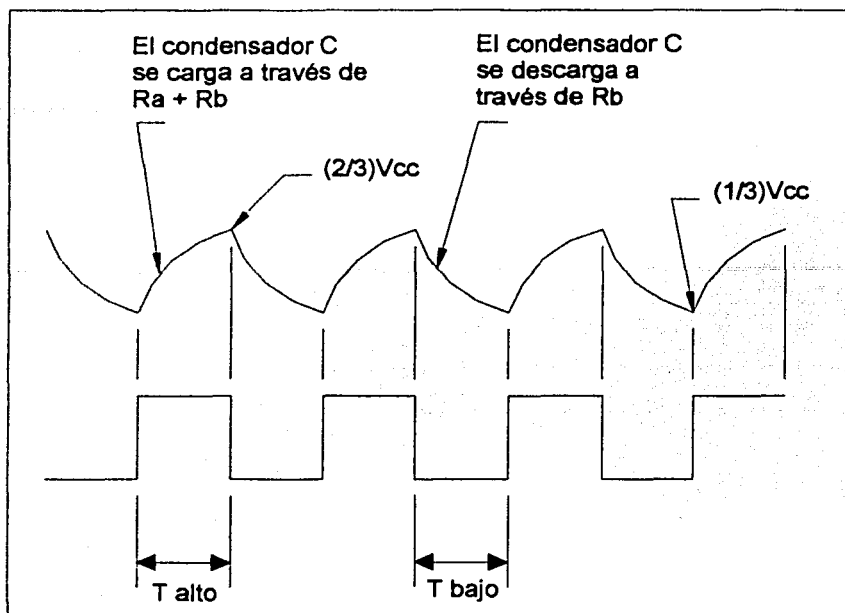


Figura 3.9. Gráfica del multivibrador estable usando el CI 555.

El condensador C se carga hacia V_{cc} por medio de unas resistencias externas R_a y R_b haciendo referencia a la figura 3.9. El voltaje del condensador se eleva hasta que llega a ser superior a $2V_{cc}/3$. Este voltaje es el umbral en la terminal 6, que maneja al comparador 1 para disparar al flip-flop en forma tal que la salida en la terminal 3 pasa a bajo. Además, el condensador por medio de la resistencia R_b . Luego el voltaje del condensador disminuye hasta que cae por abajo del nivel de disparo ($V_{cc}/3$). Entonces el flip-flop se dispara para que la salida regrese a alto, y el transistor de descarga se desactiva para que el condensador pueda de nuevo cargarse a través de las resistencias R_a y R_b hasta llegar a V_{cc} .



Se pueden hacer cálculos de los intervalos del tiempo durante los cuales la salida esta en alto y en bajo usando las relaciones

$$T_{\text{alto}} = 0.7 (R_a + R_b) C$$

$$T_{\text{bajo}} = 0.7 R_b C$$

El periodo total es

$$T = \text{periodo} = T_{\text{alto}} + T_{\text{bajo}}$$

La frecuencia de circuito estable es entonces calculada con*

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_a + 2R_b) C}$$

3.6.2 OPERACIÓN MONOESTABLE.

El temporizador 555 también puede usarse como un circuito multivibrador de un disparo o monoestable, como se muestra en la figura 3.10a. Cuando la señal de entrada de disparo pasa a negativo, activa al multivibrador de un disparo, con la salida en la terminal 3 yendo a alto por un periodo de tiempo.

$$T_{\text{alto}} = 1.1 R_a C$$

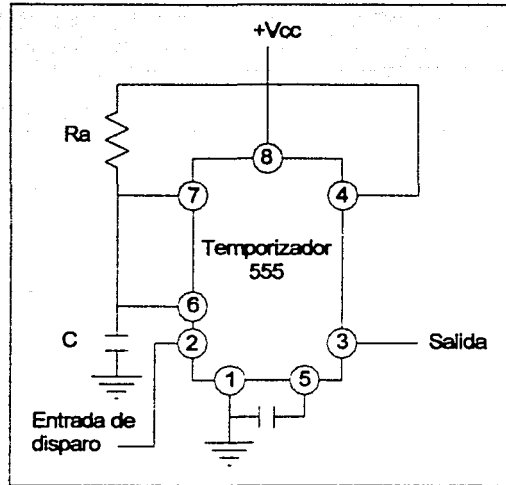


Al revisar de nuevo la figura 3.7. El flanco negativo de la entrada de disparo hace que el comparador 2 dispare al flip-flop con la salida de la terminal 3 yendo a alto. El condensador C se carga hacia V_{cc} a través de la resistencia R_a . Durante el intervalo de carga la salida permanece en alto. Cuando el voltaje a través del condensador alcance el nivel de umbral de $2V_{cc}/3$, el comparador 1 dispara al flip-flop haciendo que la salida pase a bajo. El transistor de descarga también pasa a bajo, haciendo que el condensador permanezca a casi 0 V hasta que se vuelva a disparar.

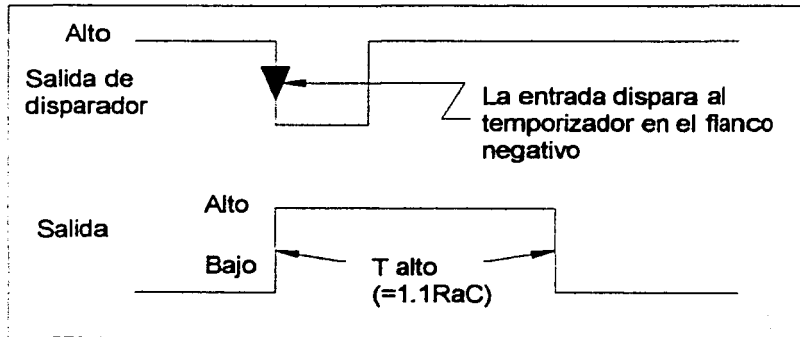
*el periodo se puede calcular directamente a partir de

$$T = 0.693 (R_a + 2R_b) C = 0.7 (R_a + 2R_b) C$$

La figura 10b muestra la señal de disparo de entrada y la forma de onda de salida resultante para el temporizador 555 operado como un circuito de un disparo. Los periodos de tiempo para este circuito pueden ir desde microsegundos hasta muchos segundos, haciendo este CI útil para un rango de aplicaciones.



(a)



(b)

Figura 3.10. Operación de un temporizador 555 como multivibrador monoestable (un disparo): a) circuito b) forma de onda.



3.7 AMPLIFICADOR DE GRAN SEÑAL.

Un amplificador es aquel que recibe una señal de algún transductor de captación u otra fuente de entrada, y proporciona una señal más grande a la salida para usarse en algún dispositivo u otra etapa de amplificación. Por lo general, la señal de un transductor de entrada es pequeña (unos cuantos milivolts de una entrada de casete o de CD, o algunos microvolts de una antena) y necesita amplificarse lo suficiente para operar un dispositivo de salida como una bocina u otro dispositivo para el manejo de potencia. En los amplificadores de pequeña señal los principales factores son, por lo general, la linealidad de la amplificación y la magnitud de la ganancia. Debido a que el voltaje y la corriente de la señal son pequeños en un amplificador de pequeña señal, la cantidad de capacidad de manejo de potencia y la eficiencia de la potencia resultan poco interesantes.

Un amplificador de voltaje proporciona amplificación de voltaje principalmente para incrementar el voltaje de la señal de entrada. Por otro lado los amplificadores de potencia proporcionan principalmente la suficiente potencia a una carga de salida para manejar una bocina u otro dispositivo de potencia; Por lo regular presentan a su salida desde unos cuantos watts a decenas de estos. Las características de un amplificador de potencia son la eficiencia de potencia del circuito, la cantidad máxima de potencia que es capaz de manejar el circuito y el acoplamiento de impedancias con el dispositivo de salida. Los amplificadores están divididos en clases básicamente para representar la cantidad que varía la señal de salida a lo largo de un ciclo de operación, para un ciclo completo de la señal de entrada.

A continuación se muestra una tabla comparativa de las clases de amplificadores que hay, mostrándose la variación que proporciona la señal de salida a lo largo del ciclo de la señal de entrada.



CLASE					
	A	AB	B	C	D
Ciclo de operación	360°	180° a 360°	180°	menos de 180°	Operación en pulsos
Eficiencia de potencia	25% a 50%	Entre 25% 50% y 75%	78.5%		Típicamente superior al 90%

Figura 3.11 Tabla de división de clases de los amplificadores de potencia.

3.8 EL FLYBACK.

Cuando se presentan problemas en los circuitos de alto voltaje o deflexión horizontal de Televisores o Monitores (o incluso en osciloscopios modernos y otros equipos que usan TRC), el transformador Flyback (o transformador de líneas) es a menudo el sospechoso de la falla. Esto es debido, en parte, al hecho que normalmente es él más caro y difícil componente para encontrar reemplazo y porque el funcionamiento del Flyback, a menudo no es bien comprendido, como lo son otros componentes más comunes.

3.8.1 ¿QUÉ HACE EL FLYBACK?.

El Flyback típico o Transformador de Línea consta de dos partes:

1. Un transformador especial que junto con el transistor y circuitos de salida y deflexión horizontal, eleva el B+ de la fuente de poder (unos 120 V en los TV), a 20 y hasta 30 KV para el TRC, y provee varios voltajes más bajos para otros circuitos.



Un rectificador que convierte los pulsos de Alto Voltaje en corriente continua que luego el condensador formado en el TRC, filtra o aplana. El Alto Voltaje puede desarrollarse directamente en un solo bobinado con muchas espiras de alambre, o un bobinado que genera un voltaje más bajo y un multiplicador de voltaje de diodo-condensador.

Varios secundarios que alimentan: sintonizador, circuitos de vertical, video y filamentos de TRC. De hecho, en muchos modelos de TV, la única fuente que no deriva del Flyback es para los circuitos de espera, necesarios para mantener memoria del canal y proporcionar el inicio (o arranque) de los circuitos de deflexión horizontal.

2. Un divisor de voltaje que proporciona el enfoque y screen de la pantalla. En los potenciómetros y circuito divisor se encuentran las principales causas de falta de foco, brillo excesivo, o fluctuación del enfoque y/o brillo.

Un corto total también podría producir la falla de otros componentes como el transistor de salida horizontal.

El Foco y Screen generalmente están arriba y abajo respectivamente. En algunos TV, el foco y screen son externos al flyback y susceptibles al polvo y problemas particularmente en los días húmedos.

3.9 DIFERENCIA ENTRE UN FLYBACK Y UN TRANSFORMADOR COMÚN.

La diferencia principal entre un transformador flyback y un transformador común, es que un flyback se diseña para guardar energía en su circuito magnético, es decir, funciona como un inductor puro, mientras que el transformador común se diseña para transferir energía del primario al secundario con un mínimo de energía almacenada.



En segundo lugar, un transformador flyback en su forma más simple tiene corriente que o fluye en su primario, o en su secundario pero no en ambos al mismo tiempo. Esto es más complicado en la práctica debido a tiempos de corte finitos de los transistores y diodos, necesarios para los circuitos del amortiguador.

En tercer lugar, la reluctancia del circuito magnético de un flyback, normalmente es mucho más alta que la un transformador común. Esto es debido a un espacio de aire (entrehierro) cuidadosamente calculado para almacenar energía (es un inductor).

Cuarto, los voltajes aplicados a un flyback en el primario casi siempre son rectangulares (pulsos), mientras que los transformadores regulares normalmente tienen voltajes sinusoidales aplicados a ellos.

Quinto, las corrientes que fluyen a través de cualquier lado de un flyback, crecen o disminuyen en forma de diente de sierra lineal, mientras que en un transformador común, normalmente tiene corrientes sinusoidales.

Finalmente, debido a las propiedades de los materiales del núcleo, los flyback operan convenientemente en el rango de 10^3 a 10^6 Hz, mientras que los transformadores comunes tienen un rango mucho más ancho, de unos Hz a 10^{12} Hz.

3.10 ORIGEN DEL TERMINO FLYBACK.

En los EE.UU. posiblemente en toda América, el transformador que genera el alto voltaje en un Televisor, Monitor, u otro equipo que usa TRC, se llama "Flyback" o "Transformador flyback". En otras partes del mundo, o es LOPT (Line OutPut Transformer), Transformador de salida de líneas o simplemente LOP.



El término "Flyback" se origina probablemente, debido a que el pulso de alto voltaje que carga el condensador del TRC es generado por la contracción del campo magnético en el núcleo del transformador, durante el periodo de retraso del haz de electrones en el TRC, el cual "flies back" (vuela atrás) hasta el inicio de una nueva línea de barrido o exploración. El flujo en el núcleo cambia despacio durante el barrido y se corta abruptamente cambiando de polaridad (HOT) y haciendo conducir al diodo damper durante ese "flyback" o periodo de retraso.

Muchas fuentes conmutadas de alimentación y convertidores DC-DC también son principalmente "del tipo flyback", transfieren energía a sus circuitos durante el mismo periodo del ciclo. Pero no hay ningún TRC involucrado y sus transformadores de alta frecuencia generalmente no se llaman transformadores flyback.

LOPT y LOT (Transformador de salida de líneas) derivan del hecho de que está envuelto en el circuito de barrido y aprovecha esto para su rendimiento.

3.11 VENTAJAS DEL USO DEL FLYBACK EN T.V.

Una de las razones principales por las que se diseñan TV y muchos monitores usando flyback en la deflexión horizontal, es simplemente: economía. Proporciona una manera barata de conseguir el alto voltaje y muchos, o la mayoría de los otros voltajes para el resto de los circuitos. Los monitores de computadora de alta calidad a veces usan un suministro de alto voltaje separado, para que la deflexión horizontal se use entonces solamente para la desviación del haz y así reducir interacciones entre las diferentes frecuencias de horizontal y el HV. Un beneficio colateral es, que si la desviación horizontal falla, el suministro de alto voltaje cae con él e impide que se queme el fósforo del TRC por la falta de la deflexión de haz.



El uso de la frecuencia horizontal en lugar de la frecuencia de línea de CA de 50 o 60 Hz permite usar componentes más pequeños, que si se usara un transformador de poder y condensadores de filtro.

3.12 CONSTRUCCIÓN DEL FLYBACK.

Aunque los detalles pueden variar un poco, todos los flybacks consisten en un conjunto de bobinados con un núcleo de ferrita. También puede contener diodos de alto voltaje y divisores de resistencias a menudo con potenciómetros de ajuste para el foco y screen (G2).

Un flyback típico incluye los componentes siguientes:

Bobinado primario: un promedio de cien vueltas de alambre (Ej. , AWG #26). Esto es lo que se conecta en serie con el B+ al transistor de salida horizontal en un TV o monitor.

Bobinado de Alto Voltaje: varios miles de vueltas. Este bobinado puede dividirse en varias secciones con rectificadores de alto voltaje en serie con cada una o puede ser un solo bobinado. Una alternativa es un enrollado que proporcione un voltaje más bajo y que use un multiplicador de voltaje (escalera diodo-condensador) para alcanzar lo requerido por el TRC. Se usa alambre muy fino (Ej. , AWG #40). Lo primordial es alcanzar el alto voltaje necesario para alimentar el TRC con rectificador o multiplicador.

Algunos TV y monitores usan un multiplicador de voltaje, físicamente separado externo al flyback. En este caso, el bobinado de alto voltaje del flyback genera unos 6



a 10 KVAC y el multiplicador eleva esto generalmente X3 o X4 a 20 a 30 KVDC. El divisor de foco y screen (G2) generalmente es parte del multiplicador en estos casos.

Divisor resistivo para el enfoque y aceleración (G2). Esto probablemente se alimentará de una única bobina de la serie si las usa. A menudo se incluyen en el flyback, ajustes para el enfoque y screen de la imagen. Las conexiones de este divisor pueden estar conectadas a los pines en la base del flyback o pueden tener sus propias conexiones separadas, con cables que se conectan al zocate o la placa del TRC.

Bobinados auxiliares: de un par de espiras (para el filamento de TRC) a varios cientos para una fuente reforzada. Proporcionan varios voltajes para el TV o monitor: el filamento de TRC, fuente para los circuitos lógicos y analógicos, etc. La medida de estos bobinados dependerá de los requisitos de cada caso. Están conectados a los pines para soldar en la base del flyback.

Núcleo de la ferrita: consistente en dos piezas en forma U sujetadas con abrazaderas, tornillos o pegadas. Entre ambas piezas hay unas aberturas de décimas de mm creadas por un par de espaciadores.

La mayoría del flybacks modernos tienen todos los bobinados en el mismo lado del núcleo. El primario y los bobinados auxiliares se enrollan separadamente, aislados bajo el bobinado de alto voltaje. Los bobinados de alto voltaje constituyen muchas capas y contienen material aislante entre ellas.

Los otros componentes se montan en una parte separada del bobinado y la unidad entera es rellena con un compuesto Epoxy. Parte del núcleo queda generalmente accesible.



Un flyback no es un transformador común. Su núcleo de ferrita tiene un espacio entrehierro. Almacena energía en el campo magnético del núcleo durante el barrido con su corriente de rampa ascendente. También se acopla energía a ciertos secundarios durante el barrido. Sin embargo, la energía se envía casi exclusivamente al bobinado secundario de alto voltaje HV cuando la corriente del primario se corta al final del barrido o exploración probablemente de esto proviene el nombre flyback, porque ocurre durante el retorno del haz de electrones.

El tipo de acoplamiento depende de la dirección de los rectificadores en el secundario del flyback.

Aquí, V1 es un ejemplo típico de un secundario auxiliar que rectifica el semiciclo de exploración y HV es el ejemplo de rectificación del semiciclo de retorno flyback.

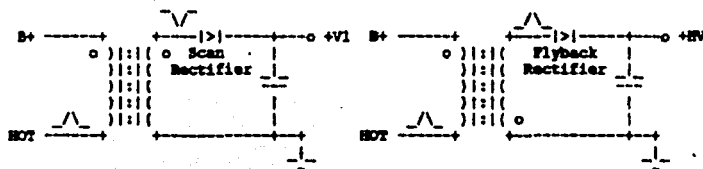


Figura 3.12 Rectificación del semiciclo de exploración y HV.

La proporción del número de espiras para cada caso, no se calcula solo sobre la base de los voltajes esperados sino también al campo magnético al momento del corte determinado por el diseño del circuito de salida horizontal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



El espacio o entrehierro es crítico para el funcionamiento apropiado y es normalmente determinado por algún separador de plástico. Atención se desmonta el núcleo por cualquier razón, se marca cada uno y se colocan exactamente en la misma posición.

3.13 ¿POR QUÉ FALLAN LOS FLYBACK?

Aunque los flyback en ocasiones pueden dañarse por fallas en otra parte del TV o monitor, como la fuente de poder o los circuitos de desviación, en la mayoría de los casos, ellos simplemente expiran por sí solos.

Los Flybacks tienen bobinas con muchas capas de alambre mucho muy fino con aislamiento muy delgado. Su ensamblaje entero es relleno con una resina de Epoxy que se vierte en él y se endurece.

De alguna manera, éstos son sólo cortos circuitos esperando ocurrir.

Los Flybacks se calientan durante el uso y esto lleva al deterioro del aislamiento. Cualquier imperfección, grietas, o arañazos en el aislamiento o burbujas de aire y impurezas en el relleno Epoxy contribuyen al fracaso. Los ciclos de temperatura y los defectos industriales producen grietas en el material Epoxy que reducen la capacidad de aislamiento, particularmente en el área de los bobinados de alto voltaje, rectificadores, y red divisora de foco/screen. Además, ellos también vibran físicamente a cierta magnitud. Y una cantidad de otros factores que sin duda alguna también son de importancia.

Una vez que se produce una avería (chispeando o formando arco), es normalmente el final.



3.14 DIFERENTES FALLAS EN EL FLYBACK.

Los Flybacks fallan de varias maneras:

1. El recalentamiento produce grietas en el plástico formando arcos externos. Si no hay mayor daño a los bobinados, la reparación puede ser posible. Sin embargo, al formarse arcos se perfora el delgado aislamiento de las bobinas y pueden producirse cortos. Aun cuando los bobinados estén en buenas condiciones, la fiabilidad a largo plazo de tal reparación es cuestionable.

No obstante, no se pierde nada con probar limpiando y cubriendo con capas múltiples de sellador de alto voltaje, anticorona, o plástico preferentemente como una reparación temporal.

2. Grietas o otros daños en el núcleo afectan las características del flyback al punto de no poder funcionar correctamente o incluso volar el transistor de salida horizontal. Si el núcleo puede reconstruirse para que no quede ninguna abertura sujetándolo y/o pegándolo, debe ser posible probarlo sin riesgo indebido de daño al circuito, pero se debe considerar reemplazar el flyback como una solución más duradera.

3. Se presentan cortos internos en la red divisora de focus/screen. Una señal de esto puede ser desenfoque o chispas en el circuito impreso que se encuentra en el cuello del TRC.

4. Corto circuitos internos en los bobinados.

5. Bobinados abiertos.



Más de una de éstas fallas se pueden presentar en cualquier caso dado. La reparación temporal, al menos, a veces es posible para los casos 1 y 2. Para los casos 3 a 5 el reemplazo normalmente es la única alternativa.

3.15 COMPROBACIÓN BÁSICA DEL FLYBACK.

Primero, realice una inspección visual cuidadosa con la fuente desconectada. Busque grietas, plástico derretido, y descolorimiento, también mala soldaduras en los pines de conexión del flyback. Si el TV o monitor puede encenderse, verifique si se forma arco o corona alrededor del flyback y en su proximidad.

Luego, realice las pruebas con el ohmmetro, prueba para los cortos circuitos obvios entre los bobinados, resistencias muy bajas y bobinados abiertos. No olvide verificar entre el conector de HV y los pines en la base. Esto debe medir infinito.

Para los bobinados de bajo voltaje, los manuales de servicio (Sams' Photofact, por ejemplo) pueden proporcionar la resistencia esperada en CC corriente continua. A veces, esto puede ser difícil, si no se tiene un ohmmetro con una escala bastante baja, normalmente no miden fragmentos de un ohm. Es difícil o imposible de medir la resistencia en CC del bobinado de HV porque incluye rectificadores. El valor nadie lo publica.

Se debe asegurar de tener el TV o monitor desconectado y que el condensador de filtro principal este descargado antes de tocar algo como el flyback, ya que normalmente esta conectado a ese punto, quizás directamente! Si se va a quitar o tocar el HV, foco, o cables de la pantalla, se debe descargar el HV primero usando una resistencia aislada de alto valor (Ej. , varios Mohms, 5 W) conectada a tierra del TRC (NO a chasis).



Medidas muy por debajo de los valores publicados, indican un bobinado parcialmente en corto. Sin embargo, una diferencia de 10% puede no ser significativa.

Lecturas más altas que las normales podrían indicar que se hizo un cambio de diseño.

Por supuesto, cualquier continuidad entre los bobinados separados es definitivamente una falla.

Los cortocircuitos parciales en los bobinados quizás, sólo un par de espiras y a veces los cortos en el divisor del foco/screen bajan el Q drásticamente y aumentan la carga que el flyback pone a la fuente. En estos tipos de fallas, no perceptibles por pruebas simples con ohmmetro o por la inspección visual, se deben aplicar las técnicas que se describen más adelante en la comprobación avanzada.

Aunque es poco común, puede haber cortos entre el conector de HV del TRC y los bobinados de bajo voltaje en la base del flyback. Esto implica una avería del material de relleno Epoxy, probablemente debido a micro grietas provocadas por la temperatura o pobre calidad de fabricación. Una vez que se desarrolla un arco pequeño, se carboniza rápidamente el material alrededor de él reduciendo aun más la resistencia. Éstos raramente se salvan, presentan lecturas de resistencia evidentemente bajas al usar un ohmmetro. Es una prueba fácil y puede realizarse sin quitar el flyback. Descargue el HV del TRC (aunque este probablemente no este cargado) y se quita el conector del TRC.

También es posible que varios tipos de fallas del flyback puedan dañar otra circuitería (más allá del transistor de la salida horizontal y sus partes asociadas). Por ejemplo, un corto súbito entre el alto voltaje y un bobinado de bajo voltaje o un corto entre dos bobinados de bajo voltaje podrían dañar componentes semiconductores en



los circuitos que alimentan. Este daño generalmente no estará claro hasta que el flyback sea reemplazado. Por consiguiente, si se descubren cortos en el flyback, puede merecer la pena hacer otras pruebas, aunque los resultados no sean probablemente, del todo concluyentes.

3.15.1 PROCESO DE ELIMINACIÓN.

Antes de intentar pruebas más avanzadas puede haber maneras de asegurarse si el flyback es el componente problema. Si el funcionamiento del TV con el flyback sospechoso produce un consumo excesivo en la fuente de bajo voltaje (B+) quemando el fusible (o intentando quemar el fusible el bombillo de la serie se ilumina excesivamente). El B+ probablemente este por debajo de lo normal, 65 VDC a 140 VDC o más (dependiendo del TV o monitor) pero puede obtener algún valor bajo como 25 VDC cuando mide el voltaje de alimentación del lado del colector en el primario del flyback las mediciones en el colector del transistor de salida horizontal pueden producir toda clase de lecturas raras debido a la naturaleza de la forma de onda del pulso y no es recomendable sobre todo cuando todo está funcionando correctamente en pulsos de 1500V.

- Desconecte todo las cargas secundarias del flyback sospechoso incluso el TRC. Conecte sólo el primario (B+ y HOT).

Encienda el TV o monitor (preferentemente con un bombillo en serio o en un Variac.

Si el B+ ahora subió a un valor más normal, indica un problema con el HV (TRC en corto) o en una de las cargas secundarias. Conecte cada uno de estos uno a



la vez (o pruebe los componentes individuales) para localizar la falla. El flyback probablemente este bien.

- Quite el flyback sospechoso y simplemente conecte el HOT y B+ al bobinado primario de un flyback en buen estado para un TV de tamaño similar o un tipo similar de monitor es apropiado. Puede ser bastante útil para probar el estado de la circuitería del primario.

Encienda el TV o monitor preferentemente con un bombillo de la serie o en Variac.

Si el B+ ahora sube a un valor más normal, indica un problema con el flyback original. Sin embargo, una comprobación más completa puede ser recomendable para estar completamente seguro.

3.16 COMPROBACIÓN AVANZADA.

Hay varias maneras de probar flybacks asumiendo que no se tiene equipo de la prueba especial para este propósito. Aquí están dos posibilidades. El primero es más fácil si se tiene un osciloscopio pero el segundo es mejor.

3.16.1 MÉTODO 1.

La siguiente técnica funciona para flybacks, chopper, motores, transformadores, bobinados de yugos, cabezales de video de VCR, otras cabezas magnéticas, y otros transformadores, bobinas, o inductores.



Esto se llama "Ring Test" y es a menudo el método usado por probadores comerciales de flyback (u otros bobinados o transformadores). La teoría es que, un flyback defectuoso que no puede ser determinado por medidas de resistencia simples tendrá espiras en corto en uno de los bobinados. En tal caso, el "Q" del transformador será muy reducido. Si lo excitamos con un pulso, un transformador defectuoso resonará con una oscilación muy amortiguada mientras que en uno bueno decaerá gradualmente.

1. Conecte un condensador de alta calidad en uno de los bobinados del dispositivo sospechoso. Se puede necesitar seleccionar el valor del condensador para mejores resultados. Es de esperar una frecuencia resonante de unos kHz. Se ha encontrado que un condensador de .001uF a 1uF (no polarizado) normalmente es aceptable.

Nótese que no importa si la excitación se aplica al enrollado en corto o a cualquier otro. Sin embargo, se debe evitar conectar el generador a uno de los bobinados más pequeños, como los que se usan para el filamento del TRC que pueden tener sólo 2 o 3 vueltas.

2. Aplique una forma de onda de pulso al circuito resonante paralelo. En 1960, la mayoría de los osciloscopios tenían una salida de sincronización de la base de tiempo que proporcionaba unos 10 voltios y bastante corriente para esto. En la revista "Televisión" de hace un par de años aparece un circuito usado un BU508, una fuente de 12V, y un oscilador pequeño construido con un chip 4011. Un circuito basado en generador de la función o un timer 555 también puede producir unos estímulos satisfactorios.
3. Observe la forma de onda del circuito resonante con un osciloscopio. Una unidad en buen estado dará una oscilación decreciente, de por lo menos unos 10 ciclos.



Si hay una espira en corto en cualquier parte del dispositivo, las oscilaciones serán seriamente amortiguadas, y se tendría suerte si se logran ver 2 ciclos completos. La experiencia y/o comparación con un dispositivo bueno conocido, podrá ser buen parámetro.

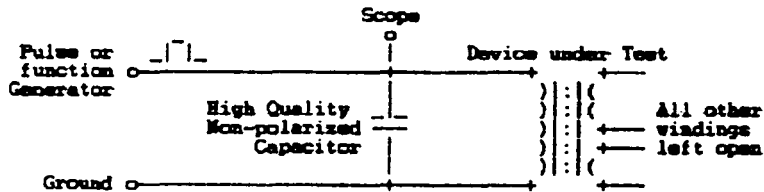


Figura 3.13 Prueba de Ring Test.

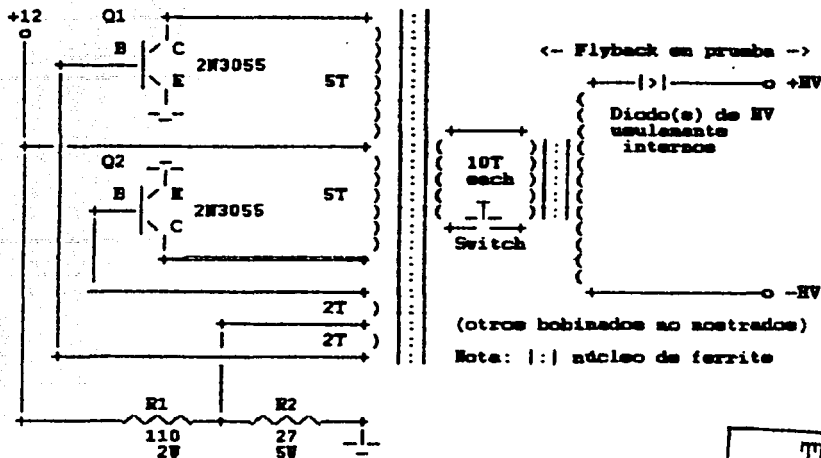
3.16.2 MÉTODO 2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Este circuito excita el flyback como en un funcionamiento normal. La única observación es que este probador no aplica tanta tensión. Probablemente dificultara encontrar un fallo intermitente porque opera en condiciones inferiores. Sin embargo, la mayoría de las fallas de flyback son concretas una vez que un corto se produce, hay una fusión de materiales y así se queda.

Se necesita una fuente de 12V de por lo menos 2 o 3A de capacidad la regulación no es importante.

El circuito se muestra debajo. Ninguno de los valores de componentes es crítico.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 3.14 Circuito para la prueba del método 2.

Nota: si el circuito no empieza a oscilar a aproximadamente 5 voltios o menos, intercambie las dos conexiones de regeneración a las bases de los transistores.

El probador es un choper construido sobre un núcleo recuperado de un flyback viejo (se quitaron los espaciadores del entrehierro en este núcleo). El primario (5+5 vueltas) y la realimentación (2+2vueltas) pueden bobinarse con cable de conexión (#14-#20). Se construyen las bobinas directamente sobre el núcleo sin sacar ni una vuelta de alambre, luego se enrollan todas las vueltas de cada bobina en la misma dirección y se construye la bobina de regeneración directamente sobre el enrollado primario.

El secundario de 10 espiras es similar a los otros bobinados y se construye en el lado opuesto del núcleo de ferrita.



Es necesario quitar el flyback sospechoso del TV o monitor y enrollar otras 10 vueltas en cualquier parte del núcleo del flyback sospechoso luego se Conecta un extremo de esta bobina a un extremo de la bobina de 10 vueltas del probador y se une uno firmemente para proporcionar una manera fácil de conectar los otros extremos momentáneamente aunque un botón pulsador seria lo ideal.

Se asegura localizar el extremo de retorno del HV en el flyback y usarlo como el retorno para el arco. De lo contrario, puede perforar el aislamiento cuando el alto voltaje encuentre otro camino a tierra.

3.16.3 RETORNO DE ALTO VOLTAJE EN UN FLYBACK.

Es esencial que esto se conecte correctamente para que el alto voltaje halle el camino conveniente y no pueda afectar otra circuitería.

Hay varios procedimientos que pueden seguirse posiblemente en combinación:

- Proceso de eliminación: el retorno de HV es a menudo un pin aislado de los demás. Por consiguiente, se prueba entre todas las combinaciones de pines en el flyback (fuera de la placa de circuito) y encuentra un pin que parece abierto a todos los otros pines pero que se conecta a una pista en la placa del circuito impreso, es muy probable que sea el retorno de HV.
- Inspeccione todas las conexiones del circuito, aborde e identifique aquellos que van conectados con tierra. Uno de estos pines del flyback será el retorno de HV. No hará daño unirlos a todos y conectaremos a tierra durante la prueba.



- Use 100 VDC o una fuente mayor y una resistencia de valor alto, digamos 100K. Conecte el negativo de esta fuente a través de esa resistencia al conector de HV en el flyback (conector ventosa).

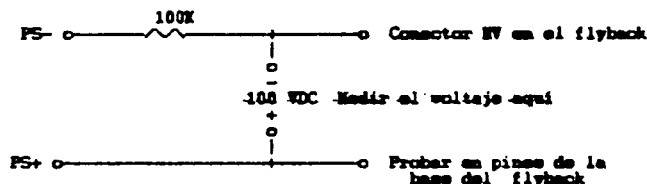


Figura 3.15 Circuito para encontrar el retorno de alto voltaje en un flyback.

Se prueba cada pin de la base del flyback. Al tocar el pin de retorno se producirá una caída del voltaje leído que puede alcanzar los 50 o 60 voltios. Ésta es la caída en los rectificadores de alto voltaje alto dentro del flyback. En todos los otros pines la lectura indicara el voltaje de la fuente. Si aun así no se puede localizar el retorno de HV, el flyback pueden estar defectuoso, puede tener una mala conexión interna, un rectificador de HV abierto, o quemado el bobinado de HV.

3.16.4 PROCEDIMIENTO DE COMPROBACIÓN DEL MÉTODO 2.

Una vez que todo se conecta y verifica dos veces, se enciende.

- Si el flyback está bien, habrá varios KV los bobinados de salida - suficientes para crear un arco pequeño (de 3 a 12 mm).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



- La carga impuesta en el oscilador será modesta la frecuencia aumenta con relación a la carga. Si hay cualquier bobinado en corto, no habrá ninguna salida significativa de HV y la carga en el oscilador aumentará dramáticamente.
- Si se consigue formar arco o corona de bajo del flyback a cualquiera de los pines, o no se localizó el retorno correcto de HV o hay un corto dentro que produce un arco interno entre el HV y los bobinados de bajo voltaje.

3.17 ¿ PORQUE TODOS LOS FLYBACK PARECEN SER ÚNICOS?

De todos los componentes de un monitor o TV, el flyback es muy probablemente una parte única. Esto no es solo por los bobinados y/o multiplicador de alto voltaje, sino que su funcionamiento esta relacionado con la fuente de múltiples voltajes de suministro secundarios, usados por el sintonizador, vertical, video y audio. Además, la inductancia, capacitancia, configuración de los pines, y voltajes de enfoque y aceleración (G2), deben ser compatibles. ECG y compañías similares tienen una línea de Flybacks genéricos y con catálogos (manuales) de equivalencias, similares a los usados para los reemplazos de semiconductores. Sin embargo, en los Flybacks es donde los diseñadores de TVs y monitores pueden ser muy creativos. Después de todo, especificar los bobinados del flyback les da libertad completa para escoger el número y tipos de voltajes secundarios. La posibilidad de encontrar un flyback de otro equipo que encaje en las características del suyo no es grande.

Además de especificar secundarios auxiliares debe especificar también el primario (para bobinas de deflexión que por otra parte, requerirían >1500V) e influye en el rendimiento del secundario de Alto Voltaje, para determinar la impedancia interior. Y finalmente se debe especificar la capacitancia interna, resistencia de drenaje y varios tipos de potenciómetros.



3.18 DIAGRAMA TÍPICO DE UN FLYBACK.

Este diagrama muestra un flyback típico que puede encontrarse en un televisor de color de visión directa o monitor de computadora. La resistencia sólo es incluida con propósitos ilustrativos y pueden ser bastante diferentes en su flyback.

La sección de alto voltaje puede construirse con un multiplicador de voltaje en lugar de un solo bobinado con diodos de HV múltiples. El rectificador o multiplicador, y/o el divisor de foco/screen, en algunos modelos, puede ser externo al flyback.

Los Flyback usados en TV blanco y negro, y monitores de computadora monocromáticos no tienen red divisora para foco y screen. Los más viejos tampoco incluyen rectificador de alto voltaje (es externo).

El núcleo de ferrita de un flyback normalmente se ensambla con un espacio de precisión formado por algún separador de plástico o trozo de cinta.

El núcleo de ferrita es también relativamente frágil, así que se debe tener cuidado de esta situación.

El divisor de foco y screen usa potenciómetros y resistencias (no mostradas) con valores de decenas a centenas de Mohms y no se pueden registrar en el multímetro.

Los rectificadores de alto voltaje (CR1 a CR3 en este diagrama) están compuestos de muchos diodos de silicio en serie e indicaran abierto en un VOM típico o DMM (multímetros).



Aquí no hay indicación de código de colores. Sin embargo, el cable gordo al TRC es a menudo rojo pero también podría ser negro. Por supuesto, no se puede confundir con su conector y aislador para el ánodo del TRC. Las conexiones de foco y screen también pueden ser pines en lugar cables.

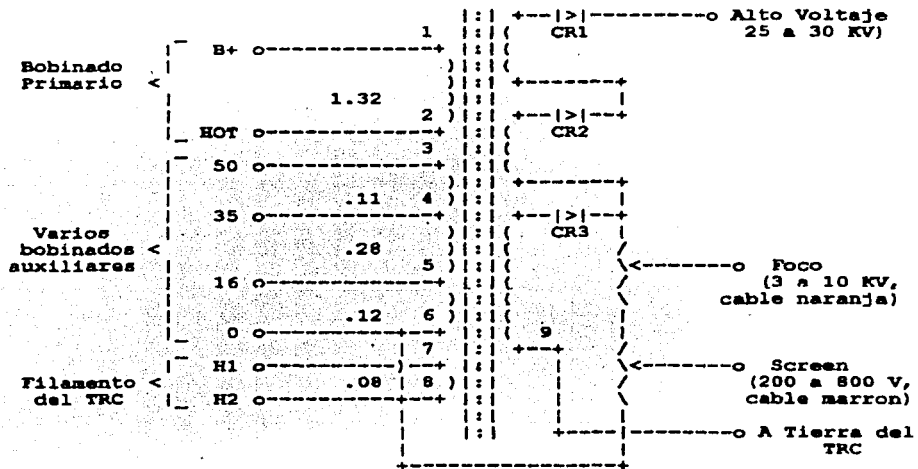


Figura 3.16 Diagrama típico de un flyback.

3.19 FLYBACK DE REEMPLAZO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Desgraciadamente, usted no puede ir a Radio Shack y esperar localizar un flyback para su TV o monitor, afortunadamente hay otras opciones.

- El fabricante original es la fuente más confiable pero más cara. Ésta puede ser la única opción para muchos TVs y monitores - particularmente los modelos caros o menos comunes. Pero los modelos más viejos pueden no estar disponibles.



- Distribuidores de electrónica varios lugares incluso MCM Electronic, Dalbani, Premium Parts, etc. venden flybacks de reemplazo. Muchos son partes realmente originales y se designan como tal. No puede haber manera de saber sin embargo, y se puede terminar con algo que no es bastante compatible. Así, a menos que el catálogo de listado diga "original part", pueden que no sea lo mejor.
- Los reemplazos genéricos - estos a veces están disponibles. ECG, NTE, ASTI, HR Diemen, por ejemplo, ofrecen una línea de flybacks de reemplazo. Algunos de estos sitios incluyen una referencia cruzada a su reemplazo basado en el modelo de TV o monitor y/o el número de parte del flyback.

Sin embargo, éstos pueden ser de calidad más baja o pueden no ser bastante compatibles con el original. En un esfuerzo por minimizar el número de flyback distintos, algunos detalles se modifican para que uno pueda servir para muchos, esto puede ser la causa que produce todas clases de problemas. Aquí están un par de posibilidades:

- El número de vueltas de uno o más bobinados puede no ser igual al original, significando que habrá voltajes más bajos o más altos en ciertos secundarios y/o las condiciones de funcionamiento (corriente, resonancia) pueden afectarse.
- Puede haber conexiones extras o perdidas incluso los pines en la base o los cables externos. Es esencial determinar lo que debe hacerse para que el flyback trabaje en su equipo "antes" de encenderlo. Las conexiones extras pueden necesitar ser conectadas a tierra o a algún otro punto en el circuito. Si esto no se hace, su funcionamiento puede no ser el correcto u otras partes pueden dañarse con la corriente de esos pines inconexos buscando su propia manera a conecte con tierra.



- Los flyback pueden tener defectos por mal control de calidad, confusión en número de parte, o error de marcado. La circuitería interior como el divisor de enfoque y screen (G2) puede alambirse inadecuadamente, puede configurarse para un modelo diferente, o podría omitirse completamente. Cosas así pueden producir un defecto difícil de identificar

Así, el funcionamiento marginal o errático podría ser el resultado de reemplazos genéricos que pueden complicar la reparación, no hay ninguna manera de saber si el problema es debido al nuevo flyback o una falla que todavía existe en otra parte.

Elim Technology tiene un recurso on-line con sus flyback OEM (y otros componentes incluso yugos). Incluyen especificaciones completas y pinouts, así que este sitio puede ser útil para tener una idea de características típicas del flyback.

3.20 RECTIFICADOR MULTIPLICADOR DE TENSIÓN.

Este circuito obtiene a su salida una tensión continua, cuanto mayor sea el número de células multiplicadoras (realmente son sumadoras) conectadas en cascada, al aplicarle a la entrada una señal alterna. En nuestro caso, la señal alterna de entrada serán los impulsos de retorno de línea y el número de células que conectamos en cascada es de tres, por lo que al conjunto se le conoce con el nombre de "unidad triplicadora".



El circuito responde al esquema de la figura 3.17.

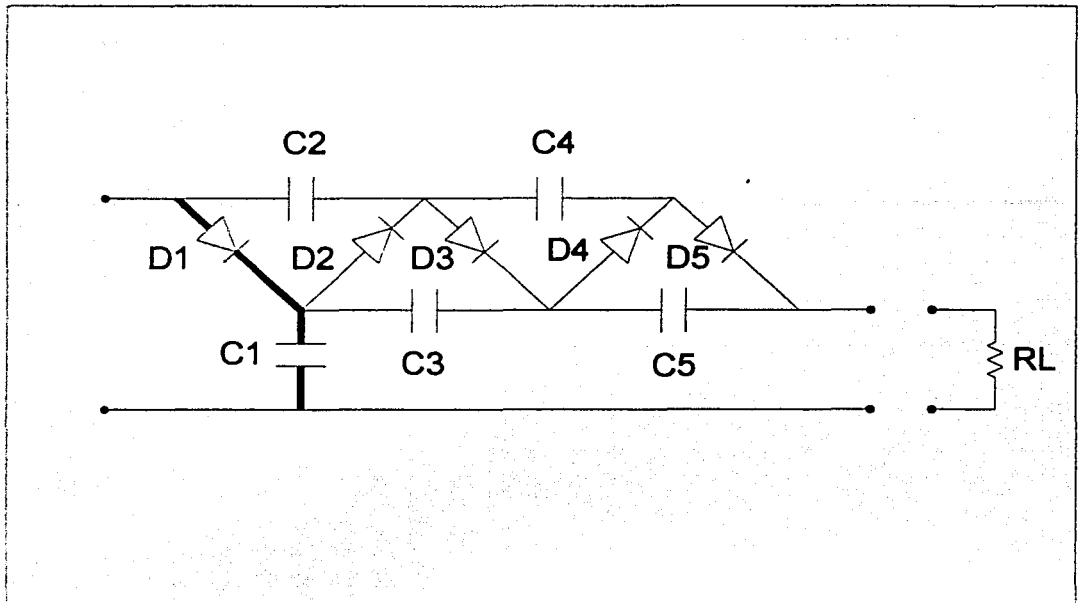


Figura 3.17 Células formadas por diodos y condensadores.

En esta figura se han representado tres células a efectos de análisis, pero pueden ser más o menos dependiendo de la aplicación a la que vaya destinado, así el valor máximo de la tensión de entrada. En nuestro caso son tres células.

Cada célula esta formada por dos diodos y dos condensadores, a excepción de la colocada en primer lugar que consta solamente de un diodo y un condensador. En la figura 3.17 se han dibujado con diferentes grosores para distinguirlas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

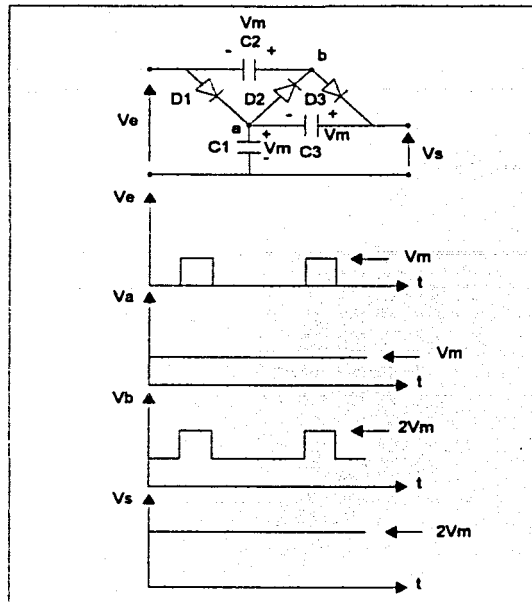


Figura 3.18.

Durante el régimen transitorio las cargas de los condensadores evolucionarán de forma que en nuestro caso no nos interesa, estando centrado nuestro interés únicamente en el régimen permanente. Supongamos también la salida cargada con una resistencia de un valor muy alto, a fin de no tener en cuenta el consumo y, por tanto, las variaciones que experimentarán los condensadores sobre su valor nominal de tensión.

La primera célula, formada por D1 y C1 es un rectificador simple. Durante el tiempo que dura el impulso conducirá el diodo D1 y el condensador C1 se cargará al valor de pico de la señal de entrada.

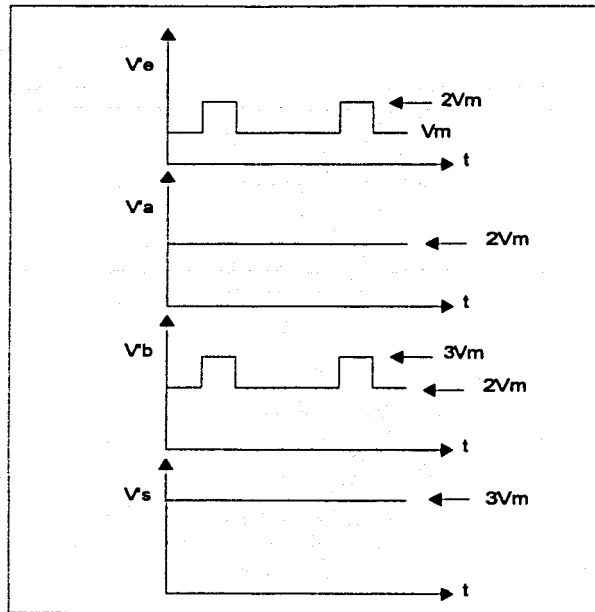


Figura 3.19.

Al disminuir la entrada ya no puede descargarse por D1 puesto que se polariza en inverso. En el tiempo en que la entrada es cero, parte de la carga de C1 pasará por D2 al condensador C2 y al cabo de varios impulsos las cargas en ambos condensadores (que no pueden descargarse hacia la entrada) serán tales que en sus extremos habrá tensiones iguales al valor máximo de los impulsos, como se indica en la figura 3.18. Por otra parte, suponiendo que estos condensadores cargados, cuando llega un impulso se transmite a través de C2 y coloca el punto B a un potencial de valor $2V_{max}$. En estas condiciones conducirá D3 y cargará al condensador C3 a un potencial de valor V_{max} , puesto que el potencial del punto A ya hemos visto que no desciende de V_{max} .



En el régimen transitorio se van incrementando las cargas siguiendo el proceso descrito anteriormente, pero al cabo de varios impulsos los tres condensadores se cargan a un valor de V_{max} y como no pueden descargarse hacia la entrada las formas de onda en los diferentes puntos son de la figura 3.18, teniendo a la salida una tensión continua de valor $2V_{max}$.

Si a continuación colocamos la tercera célula el análisis será el mismo que para la segunda, con la diferencia de que la entrada para ella sería V_B , o lo que es lo mismo, unos impulsos de amplitud V_{max} pero montados sobre una tensión continua del valor V_{max} , por lo que el análisis sería exactamente el mismo.

Las tensiones existentes en los puntos homólogos, pero de la tercera célula serán los de la figura 3.19. Si colocamos más células a continuación, la tensión de salida seguiría elevándose, incrementándose por cada célula en el valor de pico.

Si el consumo es nulo, tal como hemos supuesto para el análisis, existirá algo de rizado, pues se provocará una descarga de los condensadores que habrá que reponer en el siguiente impulso, tanto mayor cuanto mayor sea el consumo.

Gracias a estos multiplicadores de tensión se ha conseguido, en los modernos receptores, simplificar los transformadores de líneas, pues no son necesarios devanados con tantas espiras, al no tener que obtener impulsos de tensión tan elevada, como si se hiciese una única rectificación.



Una unidad triplicadora, se encuentra construida formando un único bloque, no observándose los componentes internos al estar rodeada de una envoltura de plástico, de la que emergen únicamente los puntos de conexión, tal como muestra la figura 3.20.

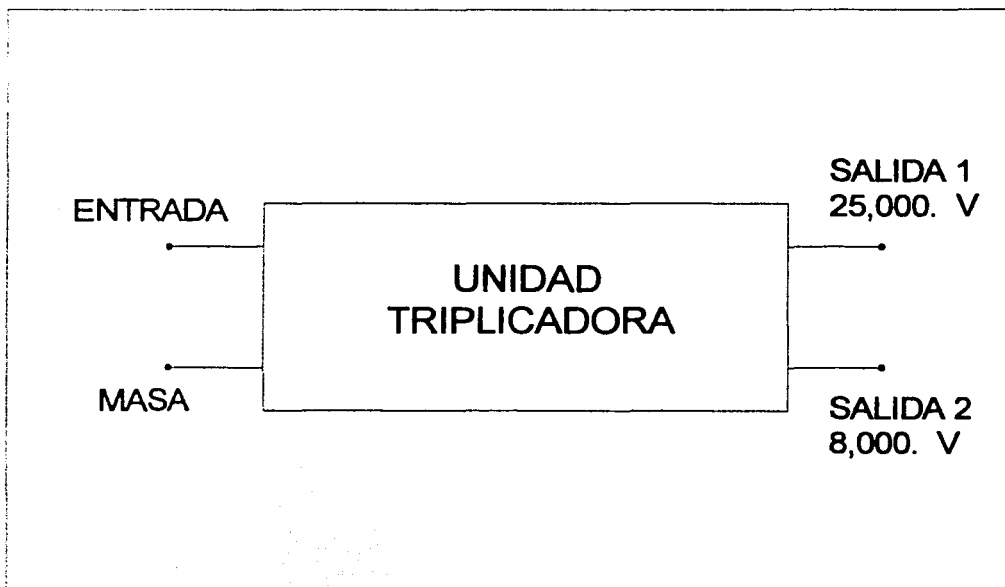


Figura 3.20 Unidad triplicadora.

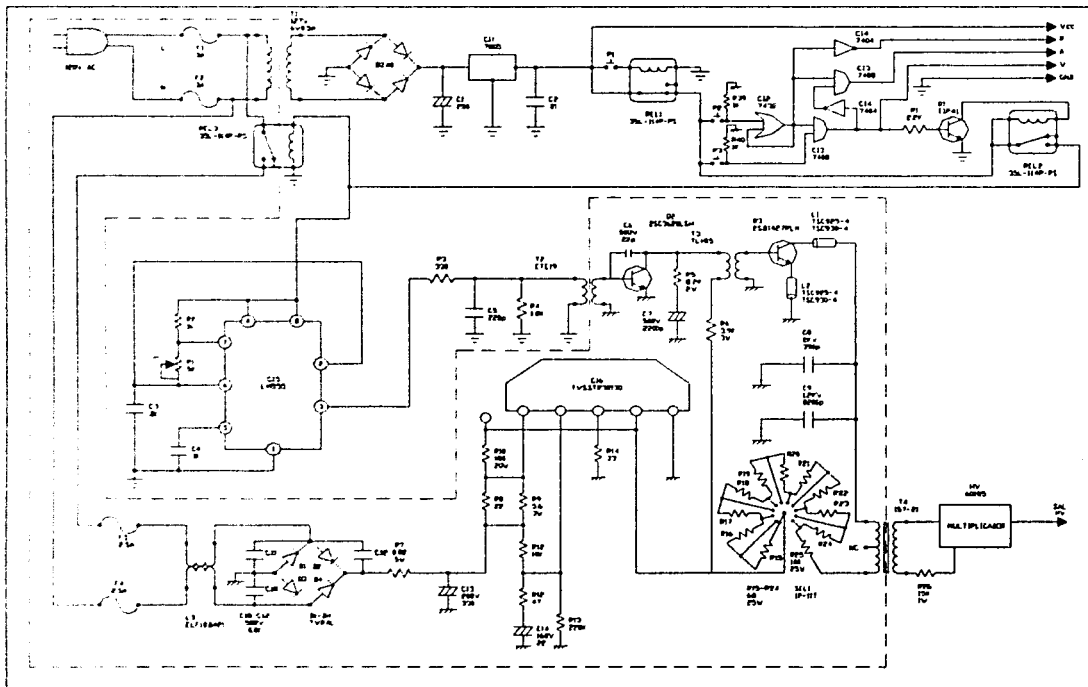
CAPITULO
4
DISEÑO
Y
CONSTRUCCIÓN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



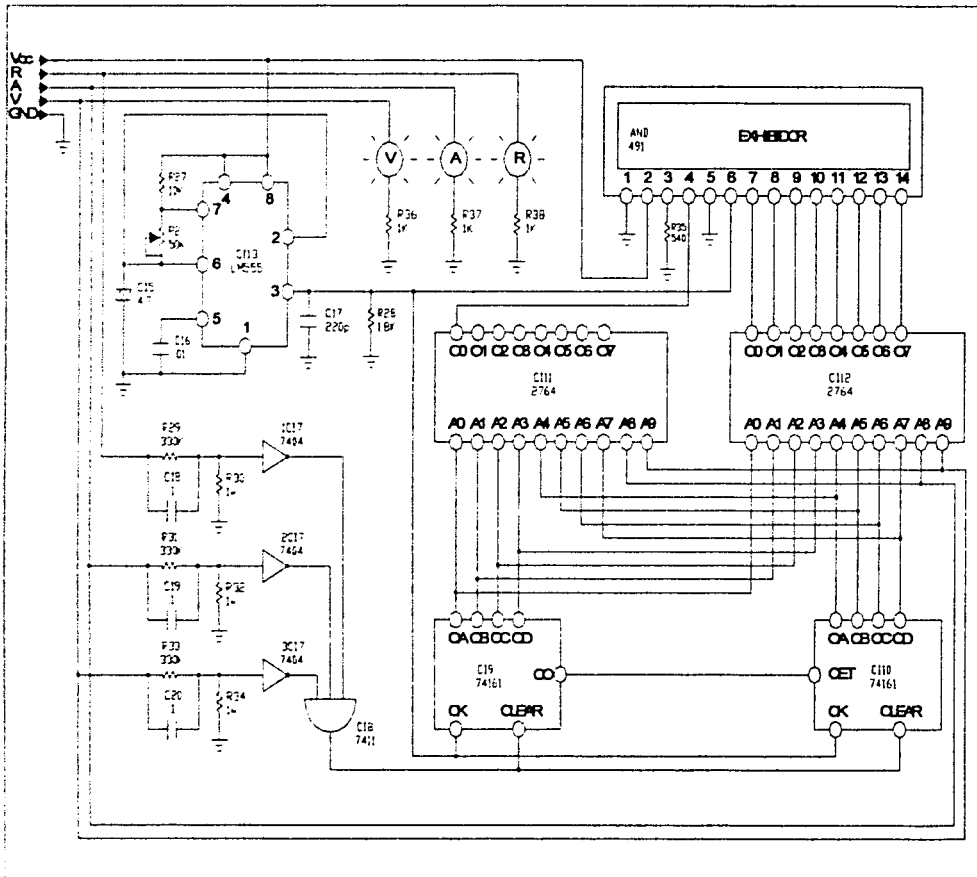
4 INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se analizará todo el circuito de la máquina de pintura electrostática, para su mayor comprensión se dividirá el circuito en dos etapas como lo muestra la figura 4.1. La primera será la etapa de control de la máquina por lo que en esta se manejaran voltajes no mayores a los 5 volts ya que para el control de la máquina se utilizaron compuertas, relés y CI los cuales trabajan con este voltaje, la segunda etapa será la de potencia donde se alimentara el circuito con voltajes muy altos incluso del orden de Kv sobre todo en la salida correspondiente al flyback y a la pistola que aplica la pintura en polvo a la pieza metálica que se este trabajando.



(A)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



(B)

Figura 4.1. Diagrama General dividido en dos etapas, la de control y potencia diagramas (A) y (B).

Dentro de estas dos etapas habrá a su vez varias secciones que facilitara la explicación y comprensión del funcionamiento de cada componente del circuito. En la



figura 4.2, se encuentra un diagrama a bloques ejemplificando como están conectadas estas secciones para lograr el funcionamiento de esta máquina de pintura electrostática y a continuación se explica cada uno de estos bloques por separado.

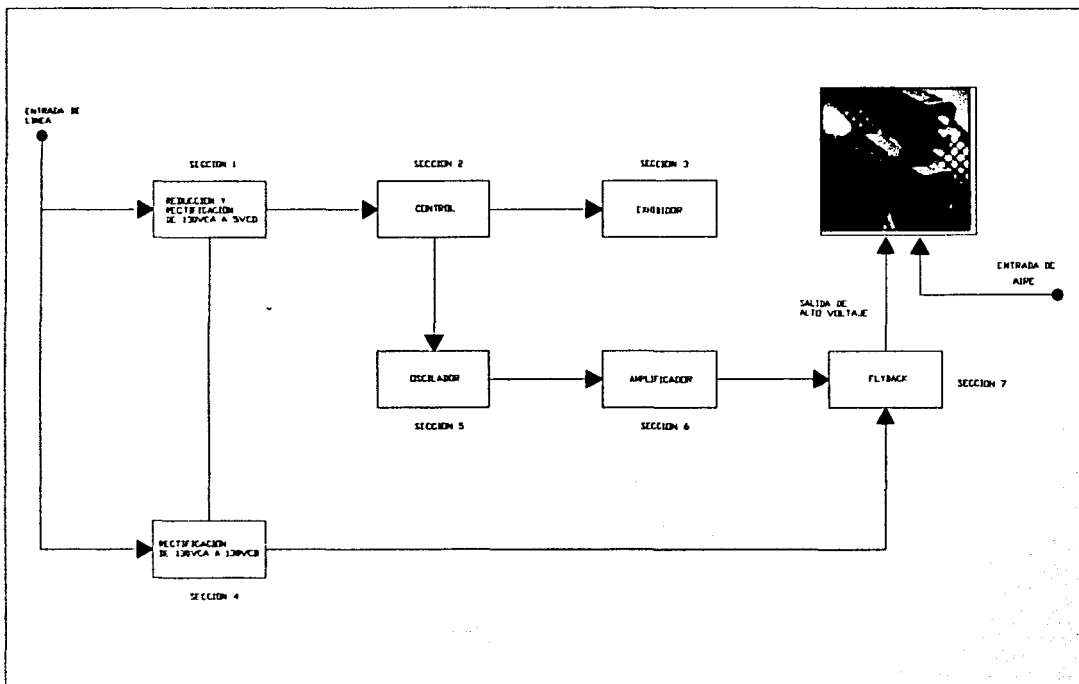


Figura 4.2. Diagrama a bloques.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



4.1 SECCION 1 RECTIFICACIÓN DEL VOLTAJE PARA LA ETAPA DE CONTROL.

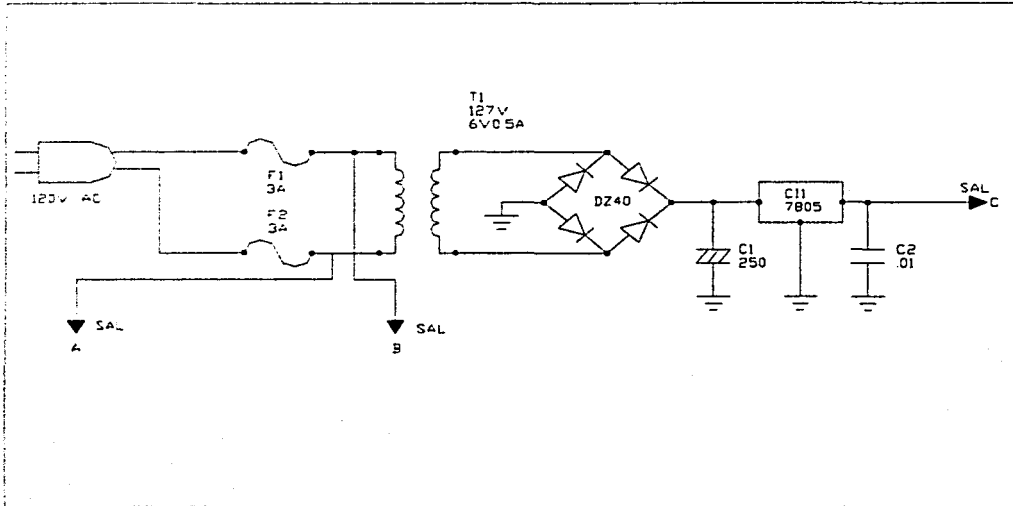


Figura 4.3 Rectificación y filtrado del voltaje ac.

Sección 1 la cuál consta de la entrada de la línea y de tres salidas A, B y C respectivamente, la salida A llega a la entrada de la sección 4 que es una fuente de voltaje de 130 V regulados y las salidas B y C llegan a lo que es el control de la máquina.

Esta primera sección en si es una fuente de alimentación a 5v. Consta de un transformador conectado a línea de alimentación ac para cambiar el voltaje ac a la amplitud deseada, luego se rectifica ese voltaje filtrándolo con un condensador que se conecta a la entrada (IN) de un regulador de voltaje positivo 7805, la otra terminal (OUT) salida es la que proporciona los 5v ya regulados que también son filtrados por otro condensador, que se pone a la salida principalmente para evitar cualquier ruido de



alta frecuencia que pueda afectar a la salida del voltaje ya regulado por el 7805 y por ultimo la tercera terminal se conecta a tierra (GND).

En la siguiente figura se muestra el voltaje de rectificador de onda completa como el que se utilizo en el circuito y además el voltaje de salida ya filtrado que hace que la salida sea más constante.

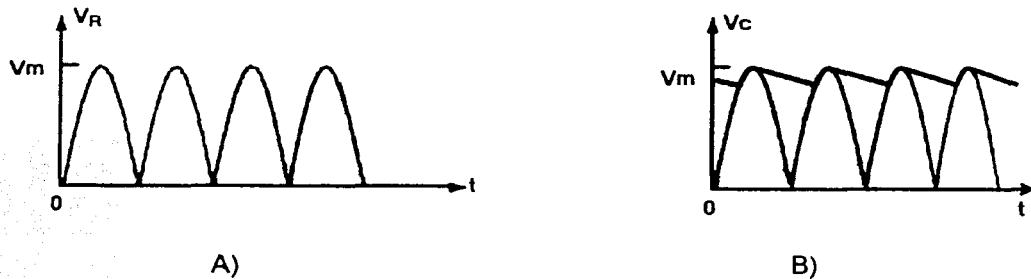


Figura 4.4 Operación del condensador como filtro: A) Voltaje rectificado de onda completa, B) Voltaje de salida filtrado.

Como se muestra en la figura 4.4 cuando el voltaje es filtrado quedan unas pequeñas variaciones en las formas de onda llamado voltaje de rizo, este aun se puede reducir más con un filtro RC pero en este caso para mantener regulado este voltaje se utiliza el CI 7805 el que nos mantiene los 5v fijos como se muestra en la siguiente figura.

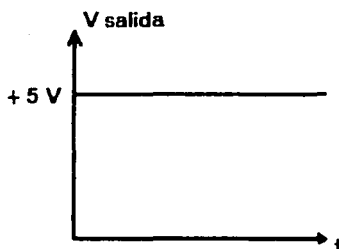


Figura 4.5 Voltaje de salida de un regulador de voltaje 7805.

A continuación se muestra una tabla de reguladores de voltajes positivos en la serie 7800 donde se especifica el V_i min (entrada) no regulado que se necesita para mantener un voltaje en la salida de 5v constantes.

TABLA Reguladores de voltaje positivos en la serie 7800		
Parte CI	Voltaje de salida (V)	V_i mínimo (V)
7805	5	7.3
7806	6	8.3
7808	8	10.5
7810	10	12.5
7812	12	14.6
7815	15	17.7
7818	18	21.0
7824	24	27.1

Figura 4.6 Tabla de valores de reguladores positivos serie 7800.



Como se observa en la tabla de valores existen una variedad de reguladores de voltajes positivos aunque los hay también de voltajes negativos, sin embargo el apropiado para nuestro propósito es el 7805 que necesita un voltaje mínimo de 7.3V para mantener una salida de 5V aunque claro el voltaje de entrada puede ser mayor dependiendo de las características del transformador y de la rectificación que se haga en la salida este.

4.2 SECCIÓN 2 CONTROL DE ENCENDIDO Y APAGADO.

En la figura 4.7 se muestra la segunda sección a considerar, en esta sección se cuenta con dos entradas B y C, y siete salidas que son D, E, Vcc, R,A,V Y GND además de tres botones P1, P2 Y P3.

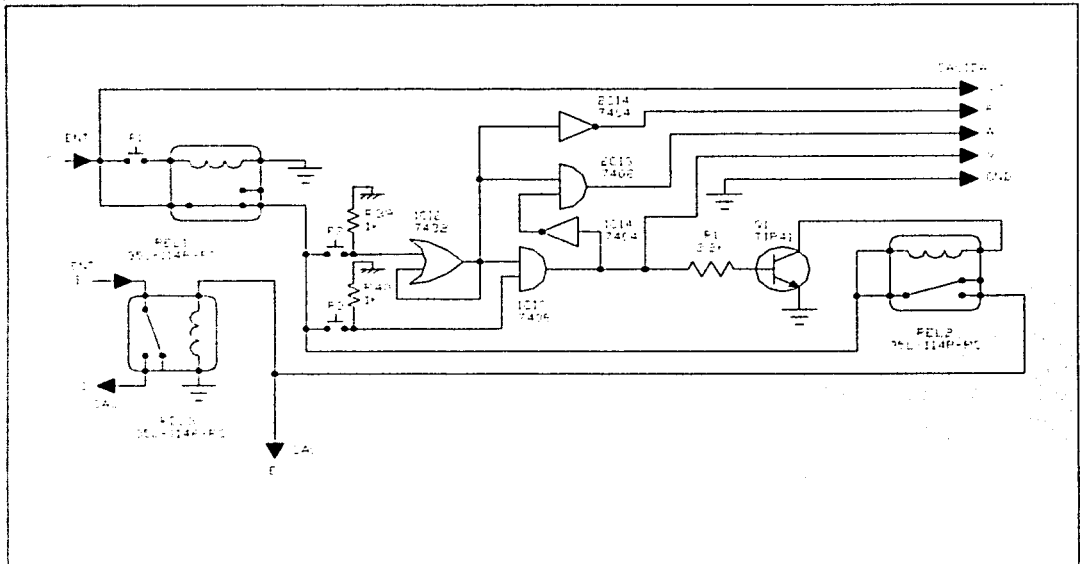


Figura 4.7 Sección 2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Una vez identificadas las entradas y salidas de esta sección comenzaremos a estudiarlas.

La función de esta sección es la siguiente:

- 1) Encender la maquina de pintura electrostática a través de P2.
- 2) Activar el alto voltaje a través de P3, siempre y cuando la máquina este encendida.
- 3) Apagar la maquina con P1.

Comenzaremos con el estudio de estos tres puntos.

En condiciones iniciales los tres botones están normalmente abiertos y la máquina se encuentra apagada:

- 1) Ya que R39 asegura un cero a la entrada de 1CI2, por lo que a la salida de esta compuerta OR se obtiene un cero que es la suma de la entrada del botón P2 (0) y la retroalimentación que este circuito tiene en la segunda entrada (0).
- 2) En la primera entrada de 1CI3 se tiene un cero por el circuito 1CI2 y en su segunda entrada se tiene otro cero por la resistencia R40 por lo que a su salida tenemos un cero también resultado de multiplicar estas dos entradas.
- 3) A la entrada del circuito 1CI4 tiene un cero por medio del circuito 1CI3 por lo que a su salida de este inversor se tiene un uno.



- 4) En la primera entrada de 2CI3 se tiene un cero por el circuito 1CI2 y en su segunda entrada se tiene un uno por el circuito inversor 1CI4 por lo que a su salida tenemos un cero también resultado de multiplicar estas dos entradas.
- 5) A la entrada del circuito 2CI4 se tiene un cero por el circuito 1CI2 por lo tanto a la salida de este inversor obtenemos un uno

Entonces obtenemos la siguiente tabla:

C	B	P1	P2	P3	Vcc	R	A	V	GND	D	E
1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0

Cuando se activa el botón P2 ya sea por un momento o que se deje presionado este encenderá la maquina provocando los siguientes cambios:

- 1) Al presionar P2, tenemos un uno a la entrada de 1CI2 y por lo tanto a la salida obtenemos un uno, este uno se retroalimenta al mismo circuito por la segunda entrada de esta compuerta OR provocando que a la salida de esta compuerta siempre sea uno, aún después de que se deje de presionar P2
- 2) En la primera entrada del circuito 1CI3 se tiene un uno por el circuito 1CI2 y en su segunda entrada se tiene un cero por la resistencia R40, al multiplicar estas dos entradas obtenemos un cero a su salida.
- 3) En el circuito inversor 1CI4 se tiene un cero a su entrada por lo tanto a su salida es un uno.



- 4) En la primera entrada del circuito 2CI3 se tiene un uno por el circuito 1CI2 y en su segunda entrada se tiene un uno por el circuito 1CI4, entonces a su salida obtenemos un uno que es el resultado de multiplicar estas dos entradas.
- 5) A la entrada del circuito 2CI4 se tiene un uno por el circuito 1CI2 y a su salida de este inversor se tiene un cero.

Entonces obtenemos la siguiente tabla:

C	B	P1	P2	P3	Vcc	R	A	V	GND	D	E
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0

Al presionar P3 después de encender la maquina con P2, el alto voltaje se activa y provoca los siguientes cambios:

- 1) A la salida del circuito 1CI2 se tiene un uno ya que anteriormente habíamos presionado P2 y por la retroalimentación que este circuito tiene en su entrada 2 este uno se conserva.
- 2) En la primera entrada de 1CI3 se tiene un uno por el circuito 1CI2 y al presionar P3 tenemos un uno en su segunda entrada por lo tanto a su salida tenemos un uno que es el resultado de multiplicar estas dos entradas, provocando que el transistor Q1 polarizado con R1 quede en estado de conducción, al estar en conducción Q1 permite que se cierre el circuito que alimenta al relevador REL2 y este a su vez active al relevador REL3.

Al quedar activados los relevadores pasando de normalmente abiertos a cerrados permite el demás circuito este alimentado provocando que el alto voltaje se active.



- 3) A la entrada del circuito 1C14 tenemos un uno por el circuito 1C13 por lo tanto a la salida de este inversor tenemos un cero.
- 4) En la primera entrada de 2C13 tenemos un uno por el circuito 1C12 y en su segunda entrada tenemos un cero por el circuito 1C14, entonces al multiplicar estas dos entradas obtenemos un cero.
- 5) A la entrada del circuito 2C14 tenemos un uno por el circuito 1C12 por lo tanto a su salida de este inversor tenemos un cero.

Entonces obtenemos la siguiente tabla:

C	B	P1	P2	P3	Vcc	R	A	V	GND	D	E
1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1

Nota:

Es importante encender la maquina con P2 primero antes de tratar de activar el alto voltaje con P3 ya que si no el alto voltaje nunca se activara, por que en la primera entrada de 1C13 siempre será cero y no importa cuantas veces se presione P3 la respuesta o salida de esta compuerta AND siempre será cero y por lo tanto nunca activara el alto voltaje.

Al presionar P1 la maquina se apaga no importa si el alto voltaje esta activado o no, y tenemos los siguientes cambios:

Cuando presionamos P1 el relevador REL1 se activa provocando que pase de normalmente cerrado a abierto y por lo tanto todos los demás circuitos quedan sin alimentación y así si el circuito 1C12 estaba retroalimentado con un uno, este uno se



pierde provocando que se apague la maquina y al mismo tiempo impidiendo que el circuito 1CI3 pueda tener un uno a su salida que pudiera activar el alto voltaje.

Entonces obtenemos la siguiente tabla:

C	B	P1	P2	P3	Vcc	R	A	V	GND	D	E
1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0

Cuando deja de presionarse P1 la maquina queda en sus condiciones iniciales, los tres botones están normalmente abiertos y la maquina se encuentra apagada.

Entonces obtenemos la siguiente tabla:

C	B	P1	P2	P3	Vcc	R	A	V	GND	D	E
1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0

Nota:

En estas tablas, los recuadros que hacen referencia a las salidas GND y Vcc siempre se colocó un uno ya que estas salidas siempre se encuentran activadas independientemente de presionar cualquier botón y estas salidas son las que alimentan al circuito del exhibidor que será la siguiente sección.



4.3 SECCIÓN 3 EXHIBIDOR.

En la figura 4.8 se muestra la tercera sección a considerar, en esta sección se cuenta con cinco entradas Vcc, R, A, V y GND, también se cuenta con cuatro salidas visuales y estas son: un foco rojo, un foco amarillo, un foco verde y un exhibidor.

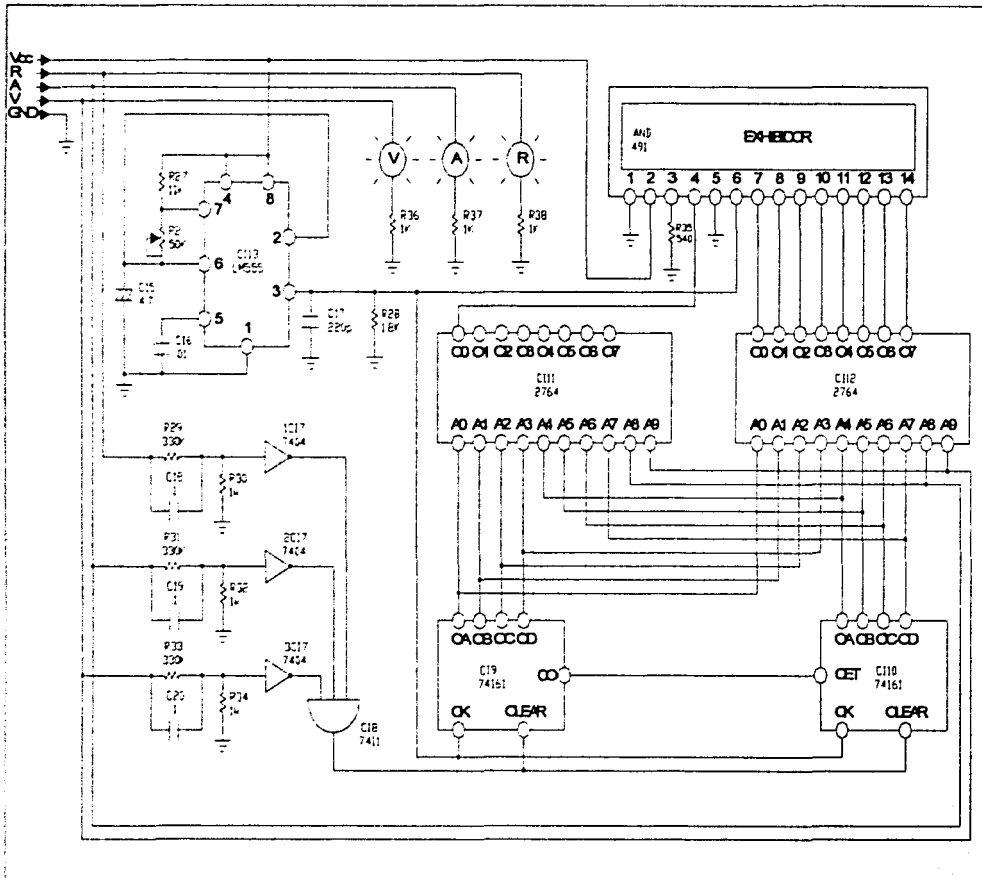
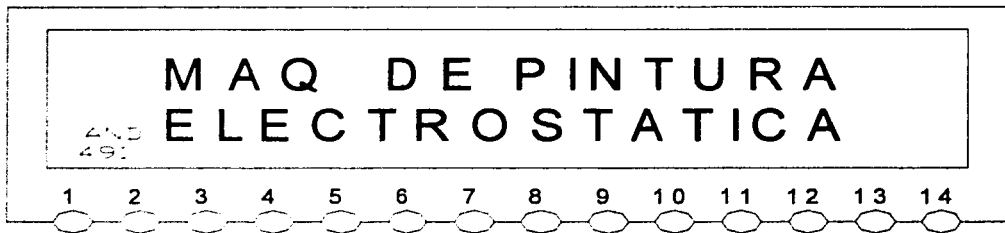


Figura 4.8 Sección 3 exhibidor.



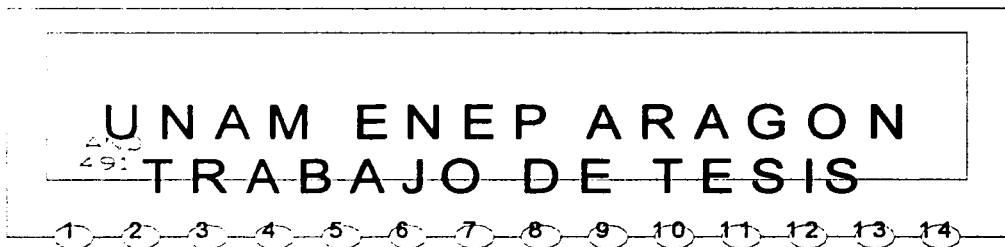
La principal función de esta sección es la de mostrar el estado de la máquina mediante señales luminosas, y apoyadas estas señales con un exhibidor para la mayor comprensión del usuario.

Y así, para cuando la máquina esta apagada el foco rojo esta encendido y él



exhibidor muestra el siguiente mensaje:

Para cuando termina de desplegar este mensaje, este se apaga y vuelve a encender tres veces para después recorrerlo a la izquierda hasta que desaparece, cuando a desaparecido el texto comienza a escribirse el siguiente texto:

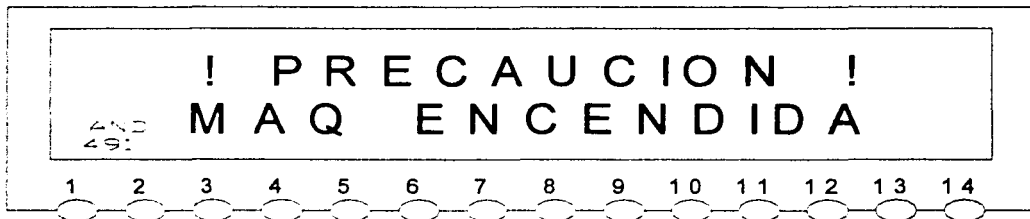


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Y cuando termina de desplegar este mensaje, este se apaga y vuelve a encender tres veces para después recorrerlo a la derecha hasta que desaparece y comenzar de nuevo a desplegar el primer mensaje y repetir este ciclo hasta que no se cambie el estado de la máquina.

Cuando la máquina esta encendida, el foco amarillo esta encendido y en el exhibidor se muestra el siguiente mensaje.



Y cuando el alto voltaje esta activado, el foco verde esta encendido y en el exhibidor muestra el siguiente mensaje parpadeando.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Ya que sabemos que mensajes muestra el exhibidor y la función de los focos comenzaremos con el estudio de esta etapa:

Los focos están conectados directamente a las entradas de esta sección y así el foco rojo esta conectado a la entrada R, el foco amarillo esta conectado a la entrada A y el foco verde esta conectado a la entrada V.

Las resistencias R36, R37 y R38 sirven para disminuir el voltaje y los focos que trabajan a 3 volts no se quemen con un voltaje de 5 volts que proporcionan las señales de entrada de esta sección.

El circuito CI5 es un circuito de reloj que provee pulsos a dos contadores y al exhibidor, el CI5 esta alimentado por Vcc y GND, además cuenta con dos capacitores C15 y C16 que en conjunto con R27 y P2 determinan la frecuencia de los pulsos. El potenciómetro P2 funciona como un variador de frecuencia y con él podemos variar la velocidad con que se despliegan los mensajes en el exhibidor.

El capacitor C17 y la resistencia R28 son un filtro para que la señal que viene del circuito CI5 sea totalmente cuadrada.

La resistencia R29 y el capacitor C18 es un arreglo para obtener solo un pulso al cambio de señal entre R, A o V y la resistencia R30 sirve para asegurar un cero a la entrada del circuito inversor CI7.

El arreglo anterior se repite para cada una de las señales de entrada R, A y V y después estas tres señales se multiplican en el circuito CI8 para obtener solo una señal que sirve para recetear a los contadores CI9 y CI10.



Para controlar el exhibidor recurrimos a la información siguiente que explica claramente el funcionamiento del exhibidor.

Exhibidor alfanumérico de 2 líneas X 16 caracteres.

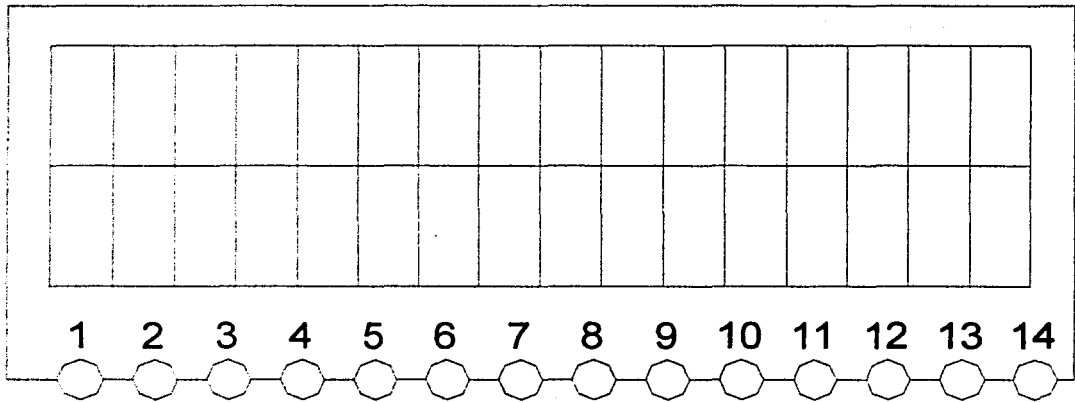


Figura 4.9 Exhibidor.

Asignación de las terminales:

TERMINAL	SEÑAL	FUNCIÓN
1	GND	TIERRA
2	Vcc	5 Volts
3	Vo	Voltaje de contraste
4	RS	RS = 1 Entrada de dato RS = 0 Entrada de control



Asignación de las terminales:

TERMINAL	SEÑAL	FUNCIÓN
5	R/W	R/W = 1 Lectura R/W = 0 Entrada de control
6	E	Señal de habilitación del circuito
7	Db0	Bit menos significativo del bus de datos
8	Db1	.
9	Db2	.
.	.	Bus de datos de 8 bits
.	.	.
.	.	.
14	Db7	Bit más significativo del bus de datos

El procedimiento para iniciar el exhibidor es el siguiente:

- 1) Primeramente se establece el tipo de interfase a la cual el exhibidor se va a conectar, en nuestro caso se trata del circuito de memoria 2764 o CI12 con un bus de datos de 8 bits, el cual se conecta directamente.

La primera palabra de control que se envía al exhibidor es el numero 38H, él cual significa lo siguiente:

CODIGO	RS	R/W	Db7	Db6	Db5	Db4	Db3	Db2	Db1	Db0
38H	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0

Se envía la palabra de control al exhibidor (RS = 0 y R/W = 0), los bits Db5 y Db4 especifican el tamaño del bus, y el bit Db3 él número de líneas del exhibidor.



Se espera un lapso de tiempo de 40 microsegundos antes de enviar la siguiente instrucción.

Nota: Cada instrucción toma un cierto tiempo de ejecución que va de 40 microsegundos a 1.64 milisegundos.

2) Se limpia toda la memoria del exhibidor y se regresa la pantalla del exhibidor a su posición inicial.

CODIGO	RS	R/W	Db7	Db6	Db5	Db4	Db3	Db2	Db1	Db0
01H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Esta instrucción toma un tiempo de 1.64 milisegundos.

3) Se establece el movimiento del cursor hacia la derecha, la pantalla del exhibidor permanece fija con la entrada de los caracteres.

CODIGO	RS	R/W	Db7	Db6	Db5	Db4	Db3	Db2	Db1	Db0
06H	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Esta instrucción toma un tiempo de 40 microsegundos.

4) Se prende la pantalla del exhibidor, se activa el cursor señalando la posición del próximo carácter de entrada y se desactiva el parpadeo.

CODIGO	RS	R/W	Db7	Db6	Db5	Db4	Db3	Db2	Db1	Db0
0EH	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0

5) Se posiciona el cursor en el primer carácter y la primera línea.



CODIGO	RS	R/W	Db7	Db6	Db5	Db4	Db3	Db2	Db1	Db0
80H	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Esta instrucción toma un tiempo de 40 microsegundos.

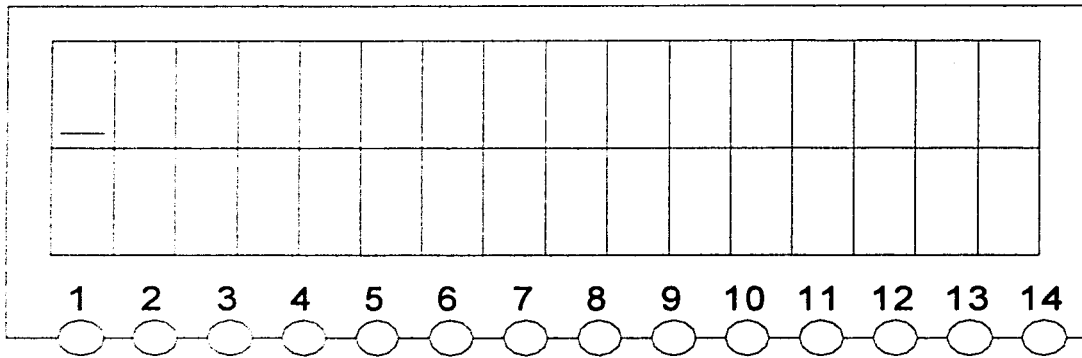


Figura 4.10 posición del cursor en el primer carácter y línea.

- 6) A partir de aquí se puede comenzar a enviar los caracteres que se desean exhibir dejando un tiempo entre cada uno de ellos de 40 microsegundos mínimo y con RS =1.

Los contadores CI9 y CI10 están conectados en cascada donde CI9 es el menos significativo y CI10 es el más significativo, estos dos contadores conectados de esta forma pueden llegar a contar hasta 255 en binario y sirven para seleccionar la información contenida en las memorias CI11 y CI12.



En estas dos memorias se encuentran los mensajes para cuando la máquina esta apagada, encendida o activada además de los comandos que antes se mencionaron y que sirven para iniciar el exhibidor, toda esta información esta en hexadecimal y ordenada tal y como se grabo en estas memorias.

La información contenida en las memorias es la siguiente:

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
00	00	00	38	01	06	0E	80	A0	4D	41	51	A0	44	45	A0	50
10	49	4E	54	55	52	41	A0	C0	A0	45	4C	45	43	54	52	4F
20	53	54	41	54	49	43	41	A0	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
30	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
40	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
50	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
60	18	0C	18	0C	18	0C	18	0C	18	0C	18	0C	18	0C	18	0C
70	18	0C	18	0C	18	0C	18	0C	18	0C	18	0C	18	0C	18	02
80	00	00	38	01	06	0E	80	55	4E	41	40	A0	45	4E	45	50
90	A0	41	52	41	47	4F	4E	C0	54	52	41	42	41	4A	4F	A0
A0	44	45	A0	54	45	53	49	53	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
B0	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
C0	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
D0	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
E0	1C	0C	1C	0C	1C	0C	1C	0C	1C	0C	1C	0C	1C	0C	1C	0C
F0	1C	0C	1C	0C	1C	0C	1C	0C	1C	0C	1C	0C	1C	0C	1C	02

TABLA 1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



	00	01	02	03	04	05	06	07		08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
00	00	00	00	00	00	00	00	01		01	01	01	01	01	01	01	01
10	01	01	01	01	01	01	01	00		01	01	01	01	01	01	01	01
20	01	01	01	01	01	01	01	01		00	00	00	00	00	00	00	00
30	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
40	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
50	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
60	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
70	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
80	00	00	00	00	00	00	00	01		01	01	01	01	01	01	01	01
90	01	01	01	01	01	01	01	00		01	01	01	01	01	01	01	01
A0	01	01	01	01	01	01	01	01		00	00	00	00	00	00	00	00
B0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
C0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
D0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
E0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
F0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00

TABLA 2

En la tabla 1 esta contenida la información del circuito C112 y en la tabla 2 esta contenida la información del circuito C111.

Esta información se despliega cuando la maquina se encuentra en condiciones iniciales o esta apagada y se encuentra contenida en las localidades de memoria de 00 a FF.



	00	01	02	03	04	05	06	07		08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
00	00	00	38	01	06	0E	80	21		A0	A0	50	52	45	43	41	55
10	43	49	4F	4E	A0	A0	21	C0		A0	4D	41	51	A0	A0	45	4F
20	43	45	4E	44	49	44	41	A0		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
30	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
40	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
50	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
60	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
70	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
80	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
90	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
A0	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
B0	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
C0	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
D0	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
E0	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C
F0	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C		0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C	0C

TABLA 3

En la tabla 3 esta contenida la información del circuito C112 y en la tabla 4 se encuentra la información del circuito C111.

Esta información se despliega cuando la maquina se encuentra encendida y se encuentra contenida en las localidades de memoria de 100 a 1FF.



	00	01	02	03	04	05	06	07		08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
00	00	00	00	00	00	00	00	01		01	01	01	01	01	01	01	01
10	01	01	01	01	01	01	01	00		01	01	01	01	01	01	01	01
20	01	01	01	01	01	01	01	01		00	00	00	00	00	00	00	00
30	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
40	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
50	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
60	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
70	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
80	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
90	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
A0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
B0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
C0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
D0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
E0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
F0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00

TABLA 4

Para poder desplegar la información de la tabla 3 y 4 que se encuentra contenida en las localidades de memoria 100 a 1FF de los circuitos de memoria C111 y C112, se conecto la terminal A8 de estos dos circuitos a la señal de entrada A y así para cuando la maquina esta encendida, en la terminal 8 se encuentra el bit 1 y de esta manera se puede desplegar la información de las localidades 100 a 1FF.



	00	01	02	03	04	05	06	07		08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
00	00	00	38	01	06	0E	80	50		52	45	43	41	55	43	49	4F
10	4E	A0	A0	41	4C	54	4F	C0		56	4F	4C	54	41	4A	45	A0
20	41	43	54	49	56	41	44	4F		0C	0C	0C	0C	0A	0A	0A	0A
30	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C		0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C
40	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C		0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C
50	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C		0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C
60	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C		0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C
70	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C		0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C
80	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C		0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C
90	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C		0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C
A0	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C		0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C
B0	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C		0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C
C0	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C		0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C
D0	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C		0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C
E0	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C		0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C
F0	0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C		0A	0A	0A	0A	0C	0C	0C	0C

TABLA 5

En la tabla 5 esta contenida la información del circuito C12 y en la tabla 6 se encuentra la información del circuito C11.

Esta información se despliega cuando la maquina se encuentra activada y se encuentra contenida en las localidades de memoria de 200 a 2FF.



	00	01	02	03	04	05	06	07		08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
00	00	00	00	00	00	00	00	01		01	01	01	01	01	01	01	01
10	01	01	01	01	01	01	01	00		01	01	01	01	01	01	01	01
20	01	01	01	01	01	01	01	01		00	00	00	00	00	00	00	00
30	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
40	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
50	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
60	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
70	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
80	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
90	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
A0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
B0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
C0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
D0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
E0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
F0	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00

TABLA 6

Para poder desplegar la información de la tabla 5 y 6 que se encuentra contenida en las localidades de memoria 200 a 2FF de los circuitos de memoria C111 y C112, se conecta la terminal A9 de estos dos circuitos a la señal de entrada V y así para cuando la maquina esta activada, en la terminal 9 se encuentra el bit 1 y de esta manera se puede desplegar la información de las localidades 200 a 2FF.



A continuación se muestra la lista de comandos y caracteres utilizados en los mensajes del exhibidor, estos comandos y caracteres están en códigos hexadecimales y también esta la función que estos códigos realizan.

RS	Código	Función	RS	Código	Función
0	C0	Brinca a la segunda línea	0	0A	Despliegue apagado
0	0F	Cursor parpadeando	0	0C	Cursor apagado
0	18	Corre despliegue a la izq.	0	1C	Corre despliegue a la der.
0	02	Regresa el despliegue	1	41	A
1	42	B	1	43	C
1	44	D	1	45	E
1	46	F	1	47	G
1	48	H	1	49	I
1	4A	J	1	4B	K
1	4C	L	1	4D	M
1	4E	N	1	4F	O
1	50	P	1	51	Q
1	52	R	1	53	S
1	54	T	1	55	U
1	56	V	1	57	W
1	58	X	1	59	Y
1	5A	Z	1	21	!
1	A0	Espacio en blanco	1	FE	Espacio en blanco

Figura 4.11 Tabla de comandos y caracteres usados por el exhibidor.



4.4 SECCION 4 RECTIFICACION DEL VOLTAJE PARA LA ETAPA DE POTENCIA.

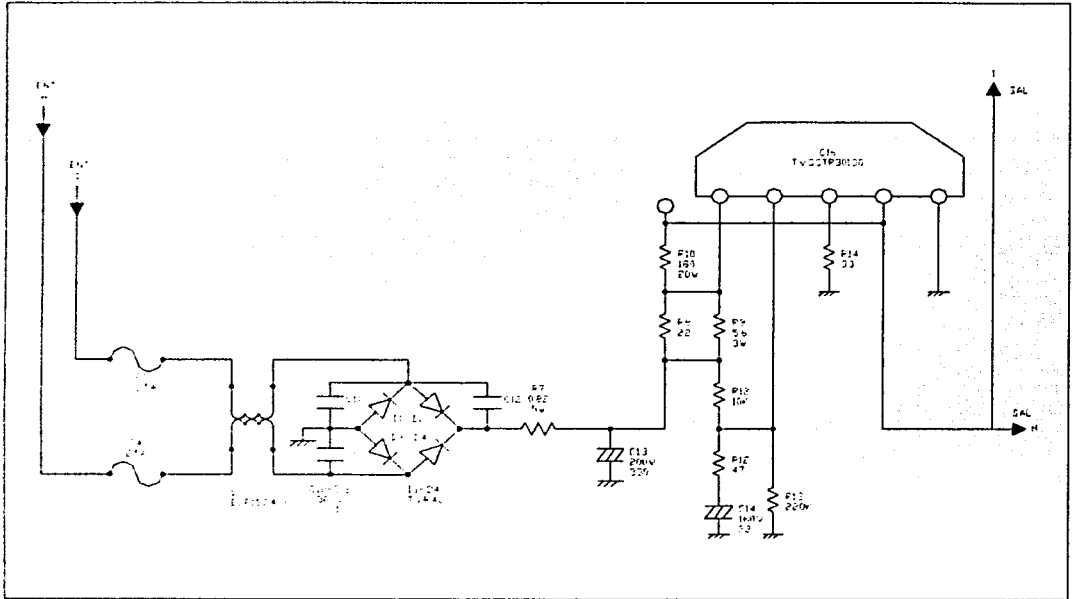


Figura 4.12 Rectificación de voltaje para la etapa de potencia.

La figura 4.12 muestra la sección 4 la que consta de 2 entradas A y D y dos salidas H e I.

Las entradas A y D respectivamente provienen de la entrada de la línea, la salida H llega hasta el selector 1P11T y la salida I llega al transformador T3, que es la sección de amplificación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



En esta sección específicamente el objetivo es rectificar el voltaje de línea AC para obtener un voltaje DC regulado y así utilizarlo en toda la etapa de potencia, para tal situación como ya se explico con anterioridad se tomo como base el circuito de potencia de una televisión por lo que algunos componentes se dejaron intactos para no causar problemas en el funcionamiento del circuito.

Como se observa en la figura anterior el voltaje se toma directo de la línea pasando por un par de fusibles para proteger esta parte del circuito, después pasa por una bobina que tiene la función de reducir ruidos de alta frecuencia. Luego se rectifica el voltaje de línea por medio de diodos, que van conectados por una serie de capacitores que tienen la función de filtrar el voltaje DC quitando gran parte del rizo de la señal.

Cuando ya se rectifico y filtro el voltaje, se obtienen aproximadamente 150 volts de DC pero como se requiere un voltaje constante de 130 volts se habilita un regulador de estos requerimientos que es el que se observa en la figura 4.12; El regulador consta de 5 patas las que se conectan a diferentes partes del circuito variando el voltaje en algunas patas por medio de resistencias, pero la salida principal en nuestro caso es la pata 4 que va directamente a lo que es la sección del fly-back o bien del alto voltaje.

Podría haber quedado algo inconclusa la explicación de algunos componentes en esta sección sobre todo del regulador de voltaje, sin embargo como ya se menciono se tomo como base el circuito de una televisión por lo que es muy difícil obtener las especificaciones necesarias para dar una explicación más detallada de algunos componentes que son más complejos.



4.5 SECCIÓN 5 OPERACIÓN DEL TEMPORIZADOR 555.

En la siguiente figura se muestra la sección del circuito correspondiente al temporizador 555 con sus respectivos valores en las resistencias y capacitores, este temporizador es el que nos va a proporcionar la frecuencia requerida por la etapa de potencia, la sección tiene una entrada E y una salida F.

La entrada E proviene del rele 3 que corresponde a la sección de control de la máquina y la salida F llega a la entrada del primario del transformador T2 que es la sección de amplificación.

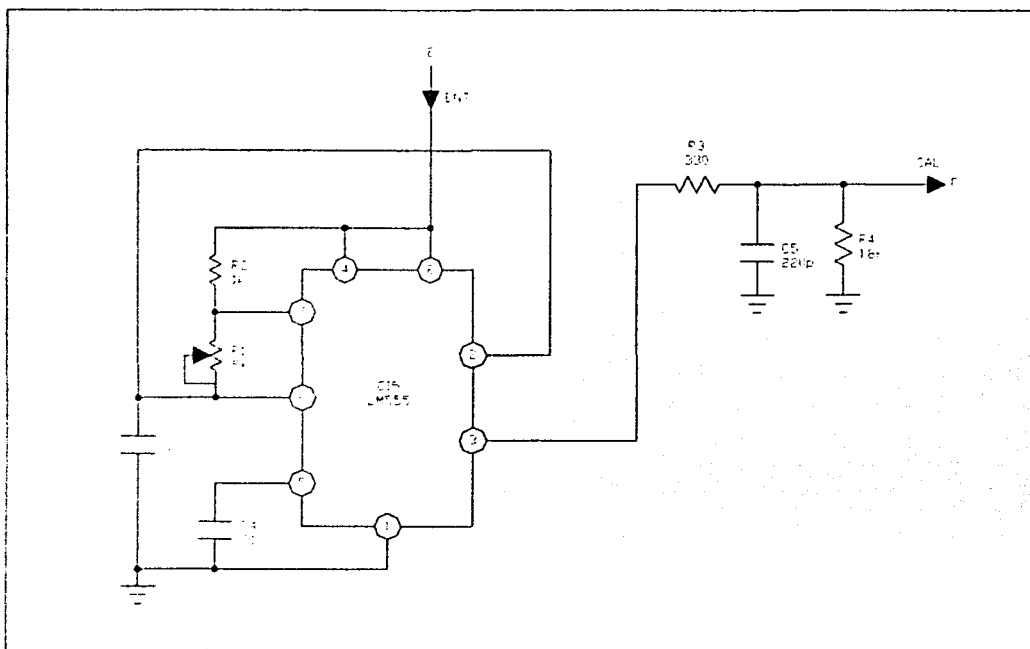


Figura 4.13 Temporizador 555.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



El temporizador 555 es un CI muy versátil y de fácil aplicación es por ello que se utilizo en este circuito ya que puede trabajar con frecuencias altas o bien bajas esto se puede conseguir si se varían sus resistencias externas.

En nuestro caso se necesita trabajar con frecuencias del orden de KHz ya que es la frecuencia que demanda la etapa de potencia del circuito. El CI 555 esta compuesto internamente por una combinación de comparadores lineales y flip-flops, como se muestra en la siguiente figura.

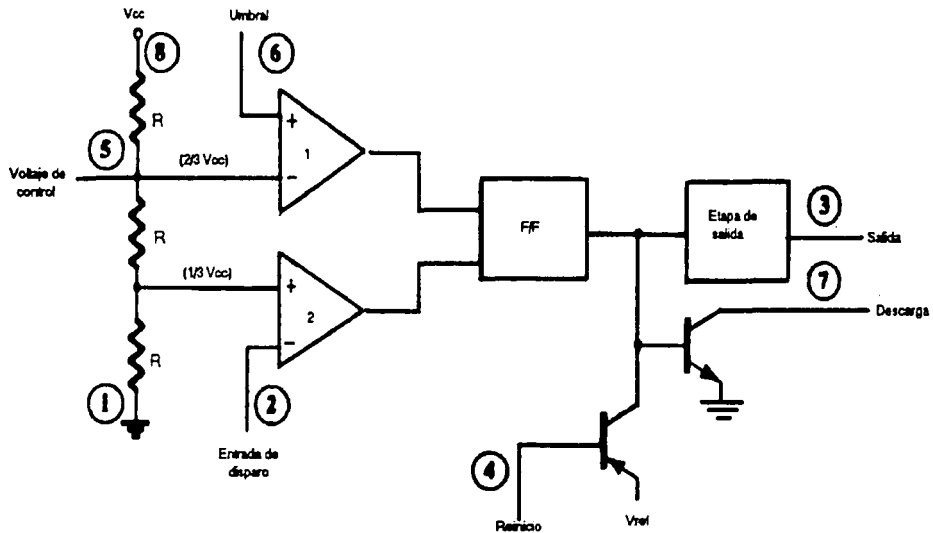


Figura 4.14 Circuito interno del temporizador 555.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



El siguiente análisis de la operación del 555 incluye detalles sobre las partes de la unidad y como se utilizan las entradas y salidas como se muestra a continuación.

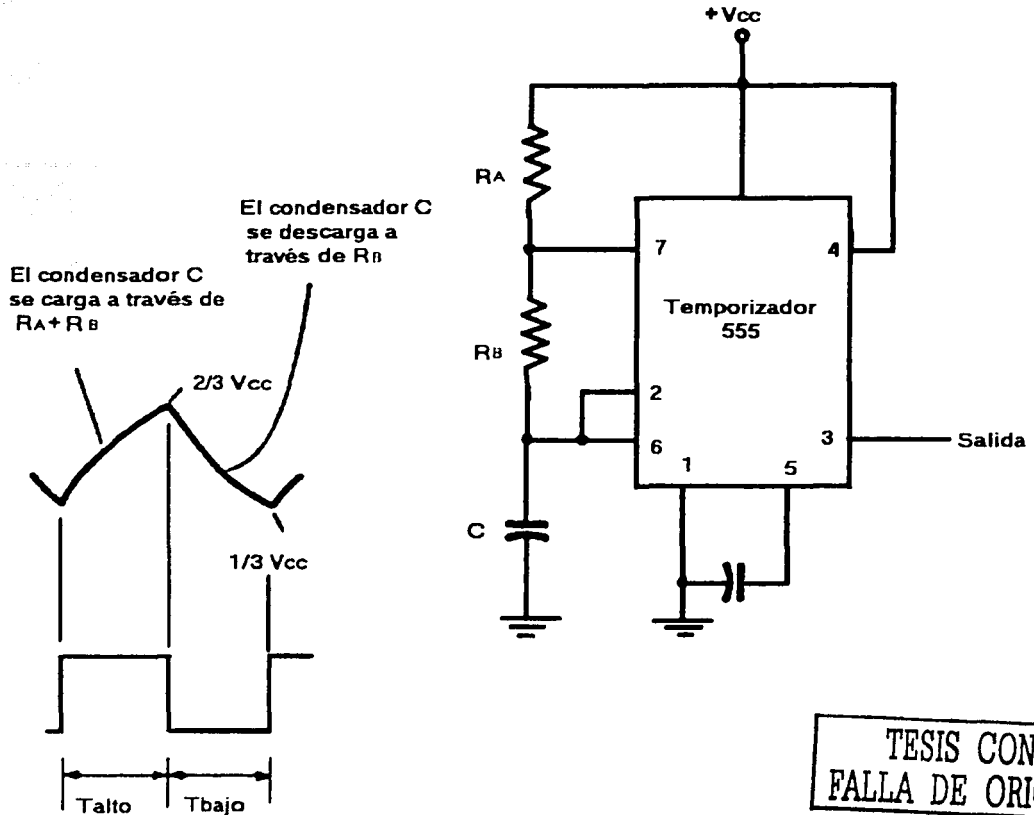


Figura 4.15 Funcionamiento del temporizador 555.

El condensador "C" se carga hacia Vcc por medio de las resistencias externas R_A y R_B , el voltaje del condensador se eleva hasta que llega a ser superior a $2V_{cc}/3$. Este es umbral en la terminal 6, que maneja al comparador 1 para disparar al flip-flop en



forma tal que la salida en la terminal 3 pasa a bajo. Además el transistor de descarga se desactiva, lo que ocasiona que la salida en la terminal 7 descargue al condensador por medio de la resistencia R_B . Luego, el voltaje del condensador disminuye hasta que cae por abajo del nivel de disparo ($V_{cc}/3$). Entonces el flip-flop se dispara para que la salida regrese a alto y el transistor de descarga se desactiva para que el condensador pueda de nuevo cargarse a través de las resistencias R_A y R_B hasta que llega a V_{cc} .

Por último en la figura 4.6 se observa en la salida de la terminal 3 un par de resistencias y un capacitor estos componentes forman un filtro paso bajo o también llamado integrador que tiene la función de atenuar los armónicos de alta frecuencia, el resultado es una señal más definida y limpia con lo que se asegura que la señal llegue bien a la siguiente sección. En la siguiente figura se ilustra un filtro RC o integrador.

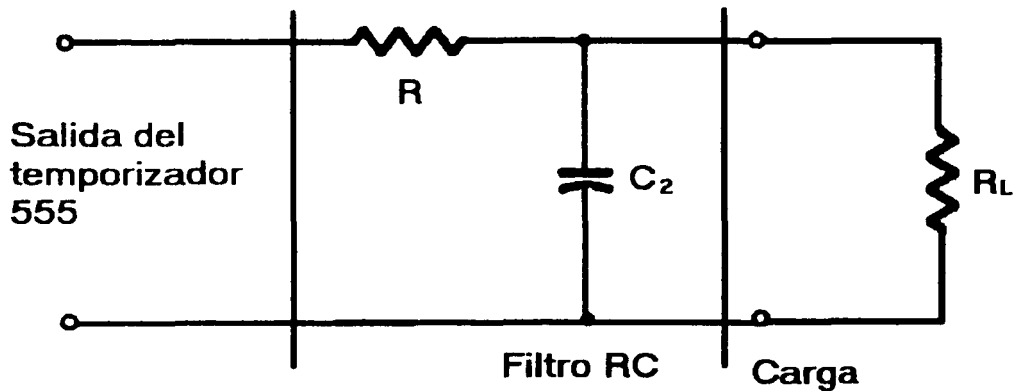


Figura 4.16 Filtro RC o integrador acoplado a la salida del temporizador 555.



HOJA DE CÁLCULOS DEL TEMPORIZADOR 555.

FORMULAS

$$T_{\text{alto}} = 0.7(R_A + R_B)C$$

$$T_{\text{bajo}} = 0.7R_B C$$

$$T_{\text{periodo total}} = T_{\text{alto}} + T_{\text{bajo}}$$

$$F = 1/T$$

$R_3 = R_B$ en el circuito.

SUSTITUCIÓN DE FORMULAS.

$$T_{\text{alto}} = 0.7(1E3 + 5E3)(.01E-6) = 42 \mu S$$

$$T_{\text{bajo}} = 0.7(5E3) (.01E-6) = 35 \mu S$$

$$T_{\text{periodo total}} = 42 + 35 = 77 \mu S$$

$$F = 1/77 = 12.987 \text{ KHz.}$$

Como se requiere variar la frecuencia dentro de un rango permisible para que la máquina sea eficiente, se opto por poner un potenciómetro de 5K en R_B con el que se pueden obtener frecuencias altas y también bajas dependiendo la posición del potenciómetro como se observa en la siguiente tabla.

$R_B (K\Omega)$	Frecuencia (KHZ)
1K	47.6190
2 K	28.5714
3 K	20.4082
4 K	15.8730
5 K	12.9870

Como se puede observar entre más grande sea R_B la frecuencia es menor y viceversa.



4.6 SECCION 6 AMPLIFICADORES DE POTENCIA.

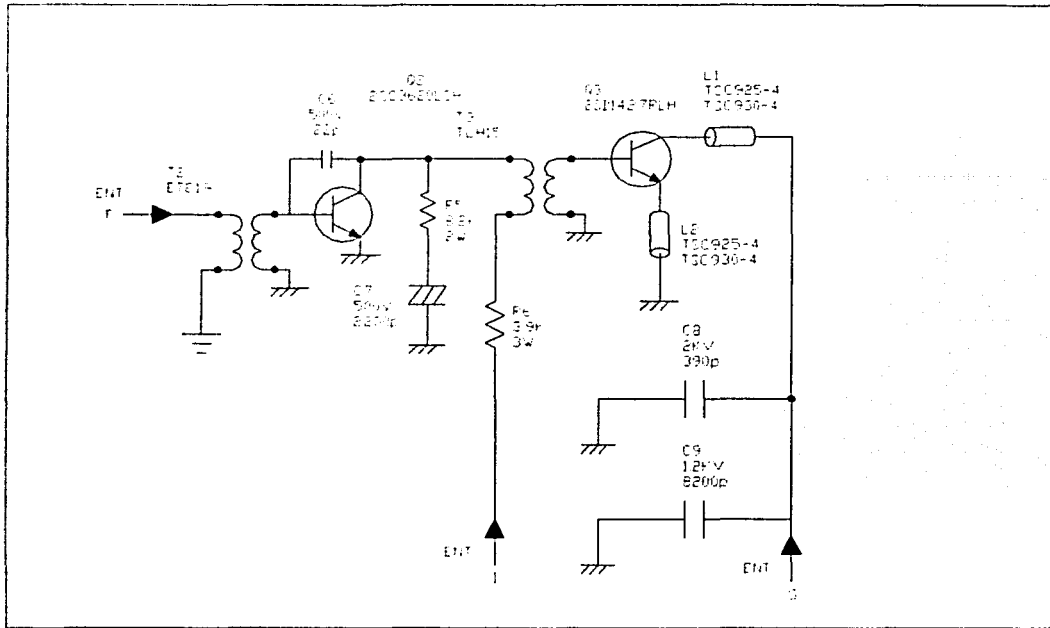


Figura 4.17 Amplificadores de potencia para la alimentación del flyback.

En la figura 4.17 se muestra la sección 6 de amplificación que tiene 3 entradas la E que es la que provee a la sección de los pulsos del temporizador, la I que proviene del regulador de 130 V y por último la entrada G que viene del flyback. Una vez identificadas las entradas se continuara con el analisis.

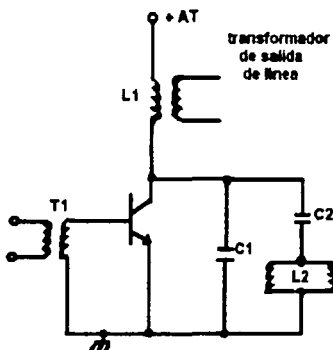
En esta sección se explicara brevemente como se amplifica el voltaje para que sea utilizado en la siguiente sección que es la del flyback o alto voltaje; En la figura



anterior se muestra la sección de amplificación donde observamos a dos transistores NPN que están acoplados cada uno a transformadores por medio de la unión b-c.

Este tipo de amplificador puede ser de la clase A, ya que usa transformadores para acoplar la señal de salida a la carga obteniendo una eficiencia máxima del 50%, sin embargo es un amplificador de tipo D porque la señal de entrada es digital o de tipo pulso, con esta clase de amplificador se obtiene una eficiencia superior al 90%, debido a que la mayoría de potencia aplicada al amplificador es transferida a la carga teniendo como resultado pocas pérdidas.

En la siguiente figura se da un ejemplo de un amplificador acoplado con un transformador, donde se muestra la salida de la línea utilizando la unión b-c del transistor, la polaridad de la unión b-c es la misma que la polaridad de un diodo de recuperación que tiene después de conectarlo, es decir que la región n de colector (cátodo) se conecta a AT mientras que la región p de base (ánodo) se conecta al chasis mediante el devanado secundario de T1. Al final de la exploración, la unión b-c esta polarizada directamente de la misma forma que un diodo de recuperación.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 4.18 Salida de línea utilizando una unión b-c como diodo de recuperación.



Como podemos observar el ejemplo de la figura anterior es muy parecido al que tenemos en la sección, donde el transformador de salida de línea que se muestra en la figura en nuestro caso vendría siendo el flyback que es el que nos proporciona el alto voltaje.

La configuración de amplificadores que se muestra en la sección es típica en la salida horizontal de un circuito de televisión, porque nos proporciona la suficiente potencia requerida por el flyback o (transformador de línea).

4.7 SECCIÓN 7 ALTA TENSION.

En la figura 4.19 se muestra la séptima sección a considerar, en esta sección se cuenta con una entrada H, y dos salidas G y HV.

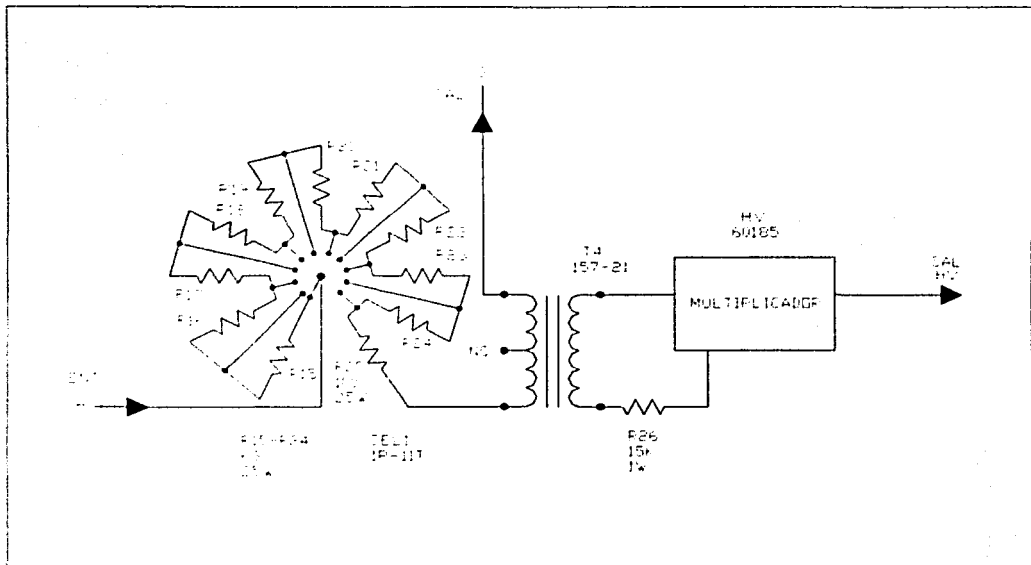


Figura 4.19 Sección 7 alta tensión.



Una vez identificadas la entrada y salidas de esta sección comenzaremos a estudiarlas; La entrada G es la señal de reloj amplificada por la sección 6, esta señal se encarga de excitar al flyback y esta conectada directamente a la terminal negativa del flyback.

La entrada H es una señal de 130 VCD regulados, y es la que suministra el voltaje para alimentar esta sección.

El selector SEL1 1P-11T se encarga de regular el voltaje que entra al flyback y que por consecuencia hace variar el voltaje a la salida del multiplicador HV60165.

Este selector esta compuesto de 10 resistencias de 68 Ω y una resistencia de 100 Ω conectadas en serie para reducir el voltaje de entrada del flyback.

La variación que se logra con este selector es la siguiente.

PASO	RESISTENCIA (Ω)	VOLTAJE (Kv)
1	804	16.8
2	733	17.7
3	663	18.4
4	592	19.1
5	524	19.9
6	453	20.8
7	380	21.8
8	310	22.8
9	239	23.9
10	168	25
11	100	26



Nota: Estos valores fueron tomados de un circuito ya armado y por esta razón el valor de las resistencias puede variar y por tanto presentar algunos cambios debido a la tolerancia en el valor de las resistencias, además estos valores pueden repercutir en el voltaje de salida del flyback.

Una vez que la señal de 130v es reducida por el selector SEL1 1P-11T, se conecta a la terminal positiva del flyback. Para cerrar este circuito la corriente fluye por la salida G.

El flyback se conecta al multiplicador HV60165 que eleva el voltaje tres veces más (es decir, si se le conecta un voltaje de 8 Kv a la entrada a su salida obtenemos un voltaje de 24Kv), y de esta manera obtenemos el suficiente voltaje para ionizar la pintura electrostática.

Por último a la salida HV de esta sección obtenemos un voltaje que va de 16,8 Kv a 26 Kv. Esta salida se conecta a la pistola de aplicación de pintura electrostática para ionizar la pintura y que de esta manera quede adherida la pintura a las piezas que se van a pintar.

Nota: Los valores a la salida HV pueden variar y pueden llegar a los 30Kv en su valor más alto o bien a los 15Kv en su valor más bajo, esto se debe a las perdidas en las conexiones o brincos de la corriente a tierra, también pueden deberse a las variaciones en los valores de resistencia u otros factores como la temperatura etc.



4.7.1 PISTOLA DE APLICACIÓN DE PINTURA.

La salida HV se conecta a la pistola de aplicación de pintura electrostática en la entrada de alto voltaje, para que este alto voltaje ionice la pintura a través de la bobina de ionización.

La pistola también cuenta con una llave de paso que regula la presión del aire y que esta conectada a la entrada de aire y un botón de paso que es el que se encarga de detener el aire cuando no se requiere ó permitir el paso de este para que llegué al recipiente de pintura donde forma un torbellino de pintura por el aspensor que se encuentra en la salida de aire.

Una vez formado el torbellino de pintura este sale por la salida de aire y pintura para pasar a través de la bobina de ionización donde adquiere la carga positiva y continuar su trayecto para después chocar con el aspensor de aire y pintura.

El aspensor de pintura tiene dos funciones, la primera es la de evitar la salida de pintura en forma de grumos y la segunda, es de extender la pintura para lograr un recubrimiento más amplio y rápido de la superficie a pintar.



En la figura 4.20 se muestra la pistola con los puntos importantes que fueron considerados anteriormente.

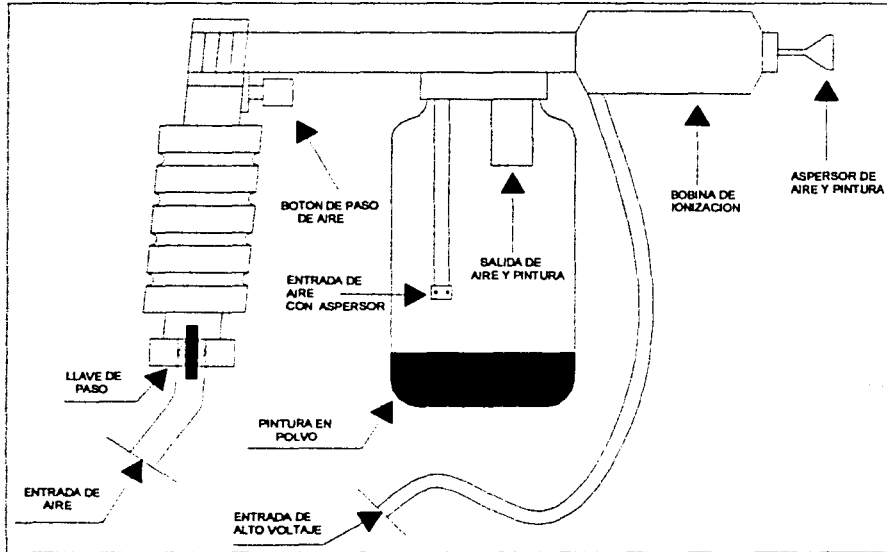


Figura 4.20. Pistola de aplicación de pintura electrostática.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO

5

COSTOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



5 ESTUDIO ECONÓMICO.

5.1 NOCIONES DE INGENIERÍA ECONÓMICA.

El objeto de colocar este capítulo de Ingeniería Económica es el de llamar la atención de los estudiantes de esta carrera, sobre la importancia de los estudios económicos, cuando se proyectan en ingeniería, maquinas, instalaciones y procesos, ya que las decisiones de tipo técnico tienen que pasar siempre, por el tamiz de las - consideraciones económicas, para la obtención de resultados que sean totalmente satisfactorios en la práctica.

Esto aparece claro cuando se analizan los diferentes aspectos que presenta el trabajo de llevar al consumidor un determinado producto o servicio.

Los pasos son los siguientes:

- 1) Estudio del problema para ver la mejor forma técnica de resolverlo.
- 2) Adaptación de métodos o sistemas existentes, para resolver el problema, o bien invención total o parcial, en caso de otros métodos o sistemas nuevos.
- 3) Estudio económico preliminar del producto o servicio, analizando su probable mercado y las características del costo de fabricación y venta.
- 4) Estudio financiero del proyecto, para ver la mejor forma de conseguir el dinero y crédito para llevarlo a cabo.



- 5) Organización de la empresa o de la sección de una empresa existente, para llevar adelante el proyecto.
- 6) Preparación de los diseños detallados, tomando como base los diseños iniciales, pero adaptándolos a las necesidades de su producción.
- 7) Diseño y construcción de la planta y equipo necesarios para la obtención del producto o servicio. Las ideas iniciales de los métodos de producción se traducen entonces al proceso industrial, seleccionando las máquinas equipos o herramientas necesarias, montándolos adecuadamente y haciendo las pruebas de puesta en marcha de todo el equipo existente.
- 8) Organización de la operación de la planta, para la obtención de materia prima, contratación del personal y establecimiento de programas de producción y mantenimiento.
- 9) Distribución y venta del Producto o servicio, para hacerlo llegar oportunamente al consumidor.

Hemos hablado todo el tiempo de productos o servicios con objeto de generalizar el problema al máximo, pues puede igualmente tratarse de fabricar un motor eléctrico, un juguete, una planta generadora de energía eléctrica, o bien la organización de un servicio de transporte o de una red telefónica.

Sin embargo, puede verse que el problema de ingeniería económica es el mismo, ya sea que se trate de una empresa de capital privado o de un organismo de control estatal, pues en todos los casos deben diseñarse los procesos, deben hacerse los estudios económicos, conseguir los financiamientos nacionales o extranjeros, poner en marcha la empresa, procurando que el resultado sea lo más adecuado a lo que se tenía planeado.



5.2 SELECCION DE MAQUINARIA.

Como se puede ver en el breve análisis anterior, la ingeniería económica tiene un campo de acción muy grande.

Desde el punto de vista Teórico existen dos posibilidades en la selección de la maquinaria de una fábrica.

- I).- Selección de máquinas, totalmente nuevas para una nueva línea de producción.
- II).- Sustitución de una o varias máquinas existentes por otras nuevas.

El caso I es el mismo que se ha analizado al principio de este capítulo y no se va a centrar por el momento en más detalles al respecto, ya que si se entiende correctamente el caso II) que es más amplio, el I) queda automáticamente entendido.

La sustitución de maquinaria en una fábrica puede llevarse a cabo periódicamente, de acuerdo con un programa definido o bien en el momento en que surge algún problema relacionado con la fabricación. El primer caso se refiere a los cambios de máquinas de acuerdo con su vida económica es decir, cuando llega al final de su vida útil estimada. Este método representa en general, una política económica sana, pero no es el normalmente adoptado.

La vida útil económica de una maquina se fija al comprarla siendo variable con los distintos tipos de máquinas, aparatos ó instalaciones, estando limitada legalmente por los reglamentos fiscales, ya que de la vida útil que se considera depende la depreciación económica anual de los equipos, la cual estudiaremos posteriormente y su repercusión en los impuestos que la empresa propietaria de la máquina necesita pagar anualmente.



Fuera del caso anterior, las razones principales que determinan la conveniencia de sustituir una máquina por otra más adecuada, son las siguientes:

1).- Problemas de Operación y Mantenimiento

a).- El consumo de energía o de combustible de la máquina es excesivo, comparándolo con el que tenía anteriormente.

b).- Los costos de mantenimiento y reparaciones de la máquina existente han aumentado notablemente en los últimos tiempos.

c).- Por tratarse de un modelo antiguo de máquina, se están teniendo dificultades últimamente para encontrar las partes de refacción, para sustituir a las que se desgastan.

d).- La máquina acaba de tener una falla importante, que determina la necesidad de un costoso trabajo de reparación, que pone en duda su utilidad económica posterior.

2).- Obsolescencia.

La obsolescencia de una máquina se produce por el desgaste de la misma, que ya se estudió en los párrafos anteriores, o por la aparición en el mercado de nuevas máquinas o procesos más eficientes, más rápidos o más versátiles, o que determinan mayor comodidad y seguridad en la operación, o una mayor garantía de funcionamiento.

Estas condiciones pueden hacer totalmente inadecuado el uso de la máquina existente, si se quiere tener una operación satisfactoria y económica. Algunos de los casos que pueden presentarse son los siguientes:



- a).- Se necesita un producto con menores tolerancias de acabado, que la máquina actual no está en condiciones de dar.
- b).- Se tienen excesivos desperdicios de materia prima, existiendo en el mercado de maquinaria equipos más modernos que causan un desperdicio menor.
- c).- La maquinaria existente requiere más personal del usado ya en ese momento en instalaciones similares, por lo que el producto no puede competir en el mercado, contra otras fábricas más modernas que requieren mucho menos personal. Este ha sido el caso reciente en México de muchas fábricas de la industria textil.

La producción de máquinas más modernas que pueden ser atendidas en grupo por un solo obrero ha dado lugar en muchos casos a la desocupación que es uno de los más graves problemas de nuestra época, como producto contradictorio del progreso tecnológico.

Dentro de lo posible, debe ser una preocupación permanente de los ingenieros que de una forma u otra tomen parte en la planificación industrial, de crear nuevas fuentes de trabajo en otras ramas de la industria, cuando sea necesario disminuir el personal en determinadas actividades industriales.

Del éxito que se tenga en este sentido dependerá en conjunto el desarrollo de la industria, que está determinada fundamentalmente por la existencia de un mercado con amplia capacidad de compra; ayudándose simultáneamente a mantener el nivel de ocupación, al sano desenvolvimiento de las fuerzas productivas sociales.



d).- No se consideran adecuados ya los accesorios y dispositivos de seguridad de la máquina, dentro de las técnicas modernas de Seguridad Industrial por lo que se estima conveniente cambiar la máquina actual por otra que los tenga.

e).- Han aparecido en el mercado máquinas de nuevo diseño que sirven para hacer no sólo los trabajos que ejecuta la máquina actual, sino también otros que la máquina existente no puede realizar.

3).- Problemas de Producción.

Están fundamentalmente determinados por cambios en la estructura de los sistemas de producción de la fábrica, cuando se hace un trabajo de planificación, para crear nuevas líneas de producción o para organizar las líneas existentes.

Algunos de los casos que pueden presentarse son los siguientes:

a).- Se desea poner a trabajar en línea varias máquinas y algunas de las máquinas actuales no permiten un trabajo de línea uniforme, por no ser adecuados sus tiempos de producción, a los tiempos de las otras máquinas.

b).- Se desea aumentar la producción y la máquina existente ya está trabajando al máximo.

c).- El espacio ocupado por la máquina actual es excesivo, pudiéndose aprovechar mejor dicho espacio utilizando otra u otras máquinas diferentes.

Es muy importante comprender que para tomar la decisión de un cambio de maquinaria, las necesidades técnicas no son el único factor determinante.



Las dos razones más importantes que existen para decidir el reemplazo de una máquina son las de aumentar la capacidad de productividad y reducir los costos. La decisión debe de hacerse tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- 1).- TECNICO
- 2).- ECONOMICO
- 3).- FINANCIERO
- 4). COMERCIAL
- 5).- SOCIAL
- 6).- INTANGIBLES

Las personas o grupo de personas en cuyas manos esté la decisión del cambio de maquinaria, deberán tener permanentemente en cuenta los puntos anteriores, para estar seguros de analizar todas las repercusiones que su decisión va a determinar en el futuro de la fábrica o de la industria, Deben tener la ecuanimidad suficiente para dar a cada parte del problema el peso adecuado, tomando en conjunto la solución que traiga un beneficio general mayor.

1).- TECNICO.

El aspecto técnico es el que acabamos de analizar en detalle en párrafos anteriores, refiriéndose fundamentalmente a las condiciones de producción de las máquinas y a la calidad del producto. Debe comprenderse, sin embargo, que aunque muchas veces el cambio de maquinaria puede estar totalmente justificado desde el punto de vista técnico, puede tomarse la decisión de no hacer dicho cambio, por no encontrarse adecuado desde los otros puntos de vista.



2).- ECONOMICO.

Abarca la determinación de todos los factores que afectan a la economía del proyecto, medidos en unidades monetarias. Este aspecto se estudiará con más detalle al analizar la economía de la fábrica y la selección económica de maquinaria.

3).- FINANCIERO.

Es el estudio que se realiza para ver la forma en que va a obtenerse el dinero o los créditos para la compra de la maquinaria.

Las Finanzas representan una especialidad que requiere para su conocimiento considerables estudios y experiencias, cuya extensión se sale totalmente del campo de acción de esta tesis, por lo que nos limitaremos a señalar algunos aspectos elementales, que servirán para aclarar lo que aquí se está estudiando.

Para simplificar nuestro estudio vamos a limitarnos al caso de la Sociedad Anónima, que es actualmente el más extendido en la organización industrial del país y sin olvidar que el momento actual en México, muchas de las empresas del Estado están organizadas bajo esta denominación.

Desde luego debe comprenderse que el financiamiento de los establecimientos públicos y organizaciones descentralizadas tienen características particulares diferentes a las de las empresas privadas, pero en todos los casos, en general, dicho financiamiento puede hacerse con medios internos o externos, nacionales o internacionales.



Debe entenderse claramente que el método de financiamiento que se siga para la compra de maquinaria, depende fundamentalmente del monto de la inversión que vaya a realizarse.

El financiamiento interno, o sea, con capital propio, puede hacerse utilizando el fondo de depreciación, reinvertiendo utilidades con un financiamiento por acciones, o combinando estos diferentes métodos.

Cuando se va a cambiar maquinaria existente lo más común es emplear la totalidad del fondo de depreciación correspondiente a esta máquina y completar la inversión necesaria para la nueva máquina, con otros financiamientos.

La reinsertión de utilidades es un método también muy utilizado, pero tiene el inconveniente de disminuir los dividendos y no es aconsejable en el caso de sociedades de capital privado, sino cuando los rendimientos son suficientemente grandes para asegurar un dividendo razonable a los accionistas y tener aún sobrantes dignos de acumularse para formar un fondo que sirva para posteriores financiamientos.

Cuando el número de accionistas no es muy considerable y la posibilidad de llegar a un acuerdo general es posible es de aconsejar el sacrificio de los dividendos o parte de ellos durante un largo período de tiempo, con objeto de crear los fondos de financiamiento de expansión, pues este procedimiento tiene la ventaja sobre el procedimiento de pedir capitales ajenos de que los gastos de financiamientos se disminuyen o quizás se anulan totalmente; además el valor de las acciones se



incrementa en proporción a los dividendos reinvertidos y la seguridad del financiamiento es absoluta.

Sin embargo, por este método no puede nunca alcanzarse un financiamiento muy considerable, ya que siempre estará limitada las posibilidades de acumulación de dividendos.

El financiamiento por medio de la obtención de capital fijo, haciendo una emisión de acciones tiene diferentes ángulos que afectan tanto a la empresa como al accionista, que hace las veces de financiero. Desde el punto de vista de la empresa, el financiamiento por acciones representa la adquisición de capital permanente y fijo, que puede usar según sus conveniencias y por todo el tiempo que la empresa tenga vida legal; sin, la obligación de reintegrarlo en un tiempo determinado ni de pagar intereses.

Sus productos íntegros pueden aprovecharse como dividendos, como reservas o ser reinvertidos en aumento del propio capital de la negociación.

Desde el punto de vista del accionista su acción significa una inversión de carácter permanente, con la posibilidad de transferirla total o parcialmente, cambiarla o modificarla a voluntad de manera fácil y oportuna. La propia acción puede darle cierta participación en la administración o vigilancia de la empresa y evidentemente a una parte proporcional en las ganancias de la misma, si las hubiera.

El financiamiento externo puede ser a corto o largo plazo según vaya a ser el empleo de los préstamos que se consigan.



El financiamiento con capital prestado es una invención relativamente moderna; antiguamente se consideraba a un negocio poco sólido cuando tenía que recurrir al capital prestado, como medio de financiamiento. Actualmente, por el contrario, se considera como una empresa pobremente administrada la que sólo trabaja con capital propio; y así como antes se decía que la mejor política financiera consistía en acumular grandes reservas, actualmente se considera como política más sabia, conseguir amplios créditos en condiciones remunerativas.

Evidentemente que tanto el capital como las reservas metálicas son y seguirán siendo siempre la base fundamental de financiamiento pero ese capital y estas reservas no se consideran tanto como medios de acción financiera directa aunque lo sean en ciertas ocasiones, sino más bien, como medios de sustentación de los créditos necesarios para el desarrollo de las empresas.

Las ventajas con capital prestado resultan principalmente de la diferencia que puede obtenerse entre el gasto que los créditos ocasionan y las utilidades que se producen con el funcionamiento de la nueva máquina que se compra. Además la adquisición de capital propio será siempre más cara y más difícil que la adquisición de capital prestado.

Como regla general respecto a la proporción entre el capital propio y el prestado puede asentarse que no debe apelarse al capital prestado sino cuando pueda tenerse absoluta certeza de que tanto el pago de los intereses como las amortizaciones del principal pueden ser debidamente atendidas a sus vencimientos.



Al hacerse el estudio de los gastos que va a determinar la nueva versión, debe tenerse en cuenta como un gasto, el interés del capital que se recibió en préstamo, para hacer la compra de la máquina.

Pudiera darse el caso de que las necesidades de cierta expansión o mejoramiento de la empresa fueran limitadas y temporales; en tal caso podría tal vez ser suficiente la simple emisión de notas o documentos privados de crédito, con vencimientos cortos calculados tan solo para llenar las necesidades temporales. Sin embargo, este procedimiento no es recomendable cuando se trata de la compra de maquinaria. Si la gerencia considera que la empresa adopte esta especie de financiamiento temporal, deberá tener el mayor cuidado de calcular las posibilidades de hacer frente al pago exacto de estos vencimientos, pues de otra manera, el crédito de la empresa sufriría considerablemente.

Cuando la expansión tiene que ser definitiva el único recurso aconsejable es la emisión de obligaciones a largo término, recurriendo por medio del crédito a la colocación en los mercados o con grupos bancarios o particulares de bonos de financiamiento.

La emisión de bonos suele ser más económica que la obtención de créditos temporales y aún que la emisión de nuevas acciones aumentando el capital de la empresa; tanto porque el interés de bonos es generalmente inferior al de acciones o de obligaciones bancarias. La experiencia ha enseñado que la diferencia entre el costo de levantar capital por medio de bonos y el de levantarlo por medio de acciones es de 1% a 3% menor, en el caso de los bonos.



El problema de la estabilidad en el control de la empresa se facilita también por medio de la emisión de bonos. En efecto, las emisiones de bonos no cambian el control de la negociación de las manos, que lo tienen al tiempo de la emisión de obligaciones; Mientras que nuevas emisiones de acciones envolverán siempre el problema de guardar el control o de transformarlo en términos que posiblemente no serían convenientes a los fundadores de la empresa o a los accionistas actualmente en control de la misma.

El financiamiento en el exterior del País que requieran los establecimientos públicos y otras organizaciones descentralizadas deberán obtener la opinión favorable de la Nacional Financiera.

De la misma forma, los créditos que gestionen las empresas privadas en el extranjero, que requieran la garantía del gobierno federal son gestionados a través de la Nacional Financiera, quien se encargará de todo lo relativo a negociación, contratación y manejo de créditos a mediano y largo plazo de instituciones extranjeras privadas, gubernamentales e intergubernamentales.

En la secuencia que se sigue para el estudio de un cambio de maquinaria, primero se realiza el estudio técnico y después el económico, que fijarán las condiciones de magnitud y tiempo del problema financiero.

4).- COMERCIAL.

La necesidad del cambio y adquisición de maquinaria puede venir directamente de necesidades comerciales, por el desarrollo de la competencia por cambios en las características del mercado, que pueden afectar sobre todo el



número de piezas que es necesario producir, a los plazos de entrega, a las tolerancias de acabado o al costo de producción y precio de venta.

Así mismo, al analizar desde un punto exclusivamente técnico, la conveniencia del cambio de maquinaria, debe hacerse conforme a un estudio de acuerdo con los encargados de la parte comercial, para que los nuevos medios de producción se ajusten también a las necesidades comerciales.

En muchos casos las necesidades comerciales pueden ser el factor determinante del cambio de maquinaria, teniendo que ajustarse las condiciones técnicas, económicas y financieras a las necesidades de la parte comercial.

5).- SOCIAL.

Como ya habíamos indicado anteriormente al hablar de la obsolescencia de la maquinaria, es indispensable estudiar las repercusiones sociales que va a tener un determinado cambio de máquinas, procurando siempre mantener el nivel de ocupación y si es posible aumentarlo. Además deben estudiarse las repercusiones de la decisión sobre el ambiente social en que se mueve la industria objeto del análisis, siendo la repercusión más directa la del precio del producto y la de su oportuna distribución. Es decir, que en algunos casos la necesidad de sacar al mercado un determinado producto, para cumplir una determinada función social de utilidad pública, puede ser determinante sobre los demás factores que se han estudiado.

En lo que se refiere directamente al personal de la fábrica deben estudiarse los efectos que los nuevos equipos van a traer para la moral de trabajo de los operadores, considerando como un factor positivo si producen la promoción de



algunos y como un factor negativo si obliga a la separación de otros, o al descenso de sus salarios.

Desde luego al analizar un problema concreto es obligatorio estudiar si para hacer trabajar el nuevo equipo no se van a violar regulaciones contractuales, que puedan hacer imposible el cambio mientras no se llega a un nuevo acuerdo con los representantes sindicales, acerca de horarios de trabajo, salarios y definiciones de labores.

6).- INTANGIBLES.

Al terminarse el análisis general de todos los aspectos citados anteriormente es conveniente meditar cuidadosamente, si no existe algún factor indirecto que no haya sido considerado y que a pesar de haberse satisfecho todas las demás condiciones que se consideran como fundamentales, pueden llevar a una falsa apreciación del problema.

Por ejemplo; la reacción de la competencia la posibilidad de aparición próxima de equipos todavía más modernos de los que ya están en el mercado, la perspectiva de cambios en la política económica nacional o internacional, etc.

La apreciación de los intangibles sólo es posible cuando se tiene una gran experiencia de trabajo practico en la rama de que se trate, siendo su justo control una buena medida de la habilidad y conocimientos de un dirigente industrial.



5.3 COSTO DEL PROYECTO.

A continuación aparece la lista de precios de cada uno de los componentes que se utilizaron en este proyecto además de los gastos que se realizaron para la terminación de este y darle una mayor presentación.

LISTA DE PRECIOS

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	COSTO
A	Foco amarillo a 3 volts	\$3.00
AC	Clavija polarizada con cable	\$15.00
AND	Exhibidor AND 491	\$100.00
B1	Botón rojo	\$20.00
B2	Botón amarillo	\$20.00
B3	Botón verde	\$20.00
C1	Capacitor electrolítico de 250 μ F	\$5.00
C2	Capacitor cerámico de 0.01 μ F	\$2.00
C3	Capacitor cerámico de 0.01 μ F	\$2.00
C4	Capacitor cerámico de 0.01 μ F	\$2.00
C5	Capacitor cerámico de 220 pF	\$2.00
C6	Capacitor cerámico de 22 pF a 500 volts	\$5.00
C7	Capacitor electrolítico de 2200 pF a 500 volts	\$7.00
C8	Capacitor cerámico de 390 pF a 2 Kv	\$15.00
C9	Capacitor cerámico de 8200 pF a 1.2 Kv	\$20.00
C10	Capacitor cerámico de 0.01 μ F a 500 volts	\$10.00
C11	Capacitor cerámico de 0.01 μ F a 500 volts	\$10.00
C12	Capacitor cerámico de 0.01 μ F a 500 volts	\$10.00
C13	Capacitor electrolítico de 330 μ F a 200 volts	\$30.00



C14	Capacitor electrolítico de 25 μ F a 160 volts	\$10.00
C15	Capacitor electrolítico de 4.7 μ F	\$5.00
C16	Capacitor cerámico de 0.01 μ F	\$2.00
C17	Capacitor cerámico de 220 pF	\$2.00
C18	Capacitor cerámico de 0.1 μ F	\$2.00
C19	Capacitor cerámico de 0.1 μ F	\$2.00
C20	Capacitor cerámico de 0.1 μ F	\$2.00
CI1	Regulador de voltaje a 5 volts C.C.	\$7.00
CI2	Circuito OR TTL 7432 con base	\$10.00
CI3	Circuito AND TTL 7408 con base	\$10.00
CI4	Circuito NOT TTL 7404 con base	\$10.00
CI5	Temporizador LM555 con base	\$10.00
CI6	Regulador de voltaje a 130 volts C.C.	\$35.00
CI7	Circuito NOT TTL 7404 con base	\$10.00
CI8	Circuito AND TTL 7411 con base	\$10.00
CI9	Circuito contador TTL 74161 con base	\$11.00
CI10	Circuito contador TTL 74161 con base	\$11.00
CI11	Circuito de memoria 2764 con base	\$33.00
CI12	Circuito de memoria 2764 con base	\$33.00
CI13	Temporizador LM555 con base	\$10.00
D1	Diodo TVR4L	\$7.00
D2	Diodo TVR4L	\$7.00
D3	Diodo TVR4L	\$7.00
D4	Diodo TVR4L	\$7.00
DZ40	Puente rectificador DZ40	\$10.00
F1	Fusible 3 A y porta - fusible	\$6.00
F2	Fusible 3 A y porta - fusible	\$6.00



F3	Fusible 2.5 A y porta - fusible	\$6.00
F4	Fusible 2.5 A y porta - fusible	\$6.00
HV	Multiplicador de alto voltaje	\$110.00
P1	Potenciómetro de precisión de 5 k Ω a ½ W	\$20.00
P2	Potenciómetro de precisión de 50 k Ω a ½ W	\$20.00
Placa	Placa para soldar perforada	\$150.00
Q1	Transistor NPN TIP 41	\$7.00
Q2	Transistor NPN 2SC3620LSH	\$15.00
Q3	Transistor NPN 2SD1427RLH	\$20.00
R	Foco rojo a 3 volts	\$3.00
R1	Resistencia de 2,2 k Ω a ½ W	\$0.50
R2	Resistencia de 1 k Ω a ½ W	\$0.50
R3	Resistencia de 330 Ω a ½ W	\$0.50
R4	Resistencia de 1.8 k Ω a ½ W	\$0.50
R5	Resistencia de 8.2 k Ω a 2 W	\$3.00
R6	Resistencia de 3.9 k Ω a 3 W	\$3.00
R7	Resistencia de 0.82 Ω a 5 W	\$3.00
R8	Resistencia de 22 Ω a ½ W	\$0.50
R9	Resistencia de 5.6 Ω a 3 W	\$3.00
R10	Resistencia de 180 Ω a 20 W	\$4.00
R11	Resistencia de 10 k Ω a ½ W	\$0.50
R12	Resistencia de 47 Ω a ½ W	\$0.50
R13	Resistencia de 220 k Ω a ½ W	\$0.50
R14	Resistencia de 33 Ω a ½ W	\$0.50
R15	Resistencia de 68 Ω a 25 W	\$5.00
R16	Resistencia de 68 Ω a 25 W	\$5.00



R17	Resistencia de 68 Ω a 25 W	\$5.00
R18	Resistencia de 68 Ω a 25 W	\$5.00
R19	Resistencia de 68 Ω a 25 W	\$5.00
R20	Resistencia de 68 Ω a 25 W	\$5.00
R21	Resistencia de 68 Ω a 25 W	\$5.00
R22	Resistencia de 68 Ω a 25 W	\$5.00
R23	Resistencia de 68 Ω a 25 W	\$5.00
R24	Resistencia de 68 Ω a 25 W	\$5.00
R25	Resistencia de 100 Ω a 25 W	\$5.00
R26	Resistencia de 15 k Ω a 1 W	\$2.00
R27	Resistencia de 10 k Ω a ½ W	\$0.50
R28	Resistencia de 1.8 k Ω a ½ W	\$0.50
R29	Resistencia de 330 k Ω a ½ W	\$0.50
R30	Resistencia de 1 k Ω a ½ W	\$0.50
R31	Resistencia de 330 k Ω a ½ W	\$0.50
R32	Resistencia de 1 k Ω a ½ W	\$0.50
R33	Resistencia de 330 k Ω a ½ W	\$0.50
R34	Resistencia de 1 k Ω a ½ W	\$0.50
R35	Resistencia de 540 Ω a ½ W	\$0.50
R36	Resistencia de 1 k Ω a ½ W	\$0.50
R37	Resistencia de 1 k Ω a ½ W	\$0.50
R38	Resistencia de 1 k Ω a ½ W	\$0.50
R39	Resistencia de 1 k Ω a ½ W	\$0.50
R40	Resistencia de 1 k Ω a ½ W	\$0.50
REL1	Relevador 35L-114P-PS	\$10.00
REL2	Relevador 35L-114P-PS	\$10.00



REL3	Relevador 35L-114P-PS	\$10.00
SEL1	Selector 1P – 11T	\$20.00
T1	Transformador 127v – 6v a 0.5a	\$30.00
T2	Transformador ETE19	\$60.00
T3	Transformador TLH15	\$90.00
T4	Flyback	\$150.00
V	Foco verde a 3 volts	\$3.00
	Pistola para aplicar la pintura en polvo	\$300.00
*	Otros gastos	\$250
	Total de gastos del proyecto	\$1947.50

- Otros gastos, este punto se refiere a los gastos realizados para la elaboración de la caja en donde se monto el proyecto además del costo de los conductores de diferente tipo y calibre, de conectores, terminales para soldar, algunas resinas para aislar, soldadura, pasta para soldar, etc.



5.4 COSTO DE LOS DISCOS.

Los discos que se van a pintar con esta máquina son fabricados en un taller pequeño de nombre FER – MAR, este taller se dedica a la fabricación de lámparas decorativas como la que se muestra a continuación.

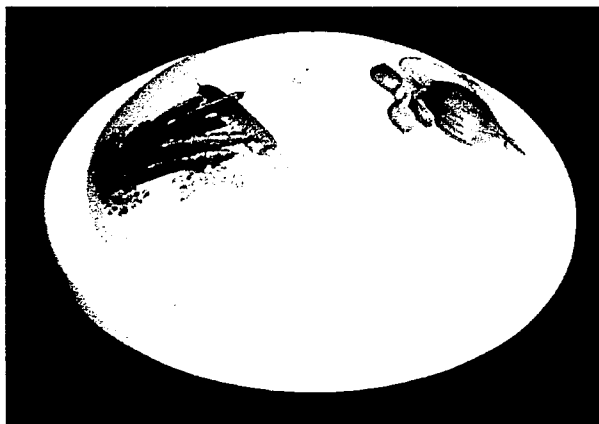


Figura 5.1 modelo L7.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para tener una idea general de la fabricación de estas lámparas se van a describir los pasos que se siguen para la elaboración de el modelo L7.

Para la fabricación de esta lámpara se siguen los siguientes pasos:

- 1) Se dibujan círculos de 33.2 cm. en la lamina con ayuda de un compás (la lámina que se trabaja es de calibre 24 y 26 con las siguientes dimensiones, 10 pies de largo por 4 pies de ancho y 10 pies de largo por 3 pies de ancho generalmente),



tomando una lámina de calibre 26 con dimensiones 10 pies de largo por 4 de ancho, se marcan aproximadamente 36 círculos.

- 2) Una vez marcados los círculos estos se recortan y después se redondean con unas tijeras para lámina.
- 3) Después se les da forma con ayuda de herramientas manuales a los círculos de lámina en un torno de embutido (también se utiliza jabón como lubricante entre la lámina y las herramientas).
- 4) Ya con la forma deseada se hacen las perforaciones para los demás componentes que dan forma a la lámpara.
- 5) Se lavan las bases con desengrasante y agua para eliminar la grasa y jabón que estas piezas puedan tener.
- 6) Después las bases se pintan.
- 7) Ya pintadas estas bases se ensamblan con las demás piezas para obtener una lámpara ya terminada, como la mostrada en la figura 5.1.



Estas lámparas son vendidas en el Distrito Federal y en el interior de la República Mexicana, siendo Puebla el estado mas concurrido para la venta de estas. El costo para la fabricación de este modelo de lámpara es el siguiente:

MATERIAL	PRECIO
Lámina	\$ 2.20
Pintura líquida	\$ 2.10
Solvente	\$ 1.00
Vidrio	\$ 12.00
Niple	\$ 0.84
Remate	\$ 1.30
Tornillos	\$ 0.26
Sockets	\$ 4.40
Ficha	\$ 0.50
Luz y gas	\$ 0.20
Mano de obra	\$ 8.00
Precio de fabricación	\$ 32.8
Precio de proveedor	\$ 64.00
Precio al público	\$ 128.00

El tiempo para pintar 50 bases es de aproximadamente 6 horas con pintura líquida, además se necesita un lugar amplio para poder realizar esta tarea ya que como se utilizan solventes estos pueden producir daños a la salud.

5.5 VENTAJAS DE LA MÁQUINA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA

Ahora bien con la máquina de pintura electrostática solo se necesita 1 hora para pintar 50 bases del modelo L7, además de no necesitar un lugar tan amplio ya



que no se utilizan solventes y se pueden colgar una tras de otra para reducir espacio.

Otra ventaja de utilizar la pintura en polvo es de que esta es más barata, por ejemplo para pintar 50 bases de esta misma medida se utiliza un kilogramo de pintura que cuesta 50 pesos, ahorrando lo que se gasta en el solvente y la diferencia de precio entre la pintura líquida y en polvo.

En este modelo en especial el ahorro es de \$2.10 por pieza y como se producen en serie el ahorro es considerable, además el tiempo también es parte fundamental ya que se puede producir más y a un bajo costo.

Otra ventaja es de que no se requiere a un operador experto para el manejo de esta máquina ya que se pensó en que fuera de fácil manejo y no causara accidentes o riesgo alguno para el operador o para el lugar de trabajo.

Ahora bien con la pintura en polvo se ahorra dinero, tiempo, espacio, etc., y lo más importante la calidad en el terminado es excelente ya que se evitan escurrimientos de pintura y se obtiene una dureza capaz de soportar temperaturas extremas, además la pieza se maneja con facilidad sin temor a que esta se raye o que se desprenda la pintura, por otra parte la pintura que no se adhiere a la pieza se puede recuperar para poder utilizarla de nueva cuenta evitando de esta manera el desperdicio de pintura como sucede con la líquida.

Para tener una idea mas clara de las propiedades de la pintura en polvo se consulto con un distribuidor de este tipo de pintura para obtener mayor información acerca del tema, esta persona trabaja con pintura de la empresa DUPONT POWDER COATINGS MÉXICO, y nos comentaba que la única desventaja de este



tipo de pintura es el precio de las maquinas de aplicación que oscilan entre \$50 000.00 y \$100 000.00 en marcas con renombre, pero que en el mercado también hay máquinas mas baratas que cuestan entre \$20 000.000 y \$50 000.00, por otro lado, nos menciona las propiedades de esta pintura y que a continuación se presentan en una hoja técnica de la empresa DUPONT.

DuPont Powder Coatings México	DuPont Powder Coatings México, S.A. de C.V. Carr. Miguel Alemán Km. 11 2 Interior Apodaca N.L. C.P. 66600 A.P. 106 Teléfono 8 144 5500 Fax 6 144 5534
--------------------------------------	--

HOJA TECNICA

PRODUCTO:	BLANCO
CLAVE:	411-02
TIPO:	EPOXI-POLIESTER
FECHA:	04/XII/2001
CLIENTE:	FER-MAR

<u>PROPIEDADES DEL POLVO</u>		<u>METODOS DE PRUEBA</u>	
ESTABILIDAD AL ALMACENAJE:	Mínimo 12 meses a 25 °C		
GRANULOMETRIA:	34 micrones	DIFR.LASER	PT-011
PESO ESPECIFICO:	1.69 gr./cc	MUTIPICNOMETRO	PT-402
RENDIMIENTO:	23.31m ² /kg @1.0mils.		
<u>APLICACIÓN</u>			
CURADO:	15 MIN/180 °C Temperatura de metal		PT-011
ESPESOR	2.0 – 2.5 mils	ASTM:D-1186	PT-402
	Espesor recomendado		



PELICULA APLICADA			
ACABADO:	LISO	VISUAL vs STD.	PT-001
BRILLO (60°):	>93%	ASTM:D-523	PT-003
RESISTENCIA AL IMPACTO:		ASTM:-2794-93	PT-101
DIRECTO:	140-160 Lb-in		
REVERSO:	140-160 Lb-in		
ADHERENCIA (CROSS-HATCH):	100% (5B)	ASTM:D-3395	PT-103
DUREZA:	2H-3H	ASTM:3363-92 A	PT-105
FLEXIBILIDAD:	1/8"	ASTM:D-522-93 A	PT-102
DIFERENCIA DE COLOR	DE < 0.5	ASTM:D-2244	PT-002
		ASTM:E 308-05	

TODAS LAS PRUEBAS FUERON HECHAS EN LAMINA NEGRA CAL.22
A UN ESPESOR DE 2.0 – 2.5 MILS.

CLAVE PT- ### MANUAL DE METODOS DE PRUEBA DE PRODUCTO
TERMINADO II/11 HPCM

En esta hoja técnica hace referencia únicamente al color blanco, y sin duda en los otros colores que esta empresa maneja habrá cambios en sus propiedades, por ejemplo el color café amarrillado presenta una dureza mayor o el color negro charol presenta una menor resistencia a rayones o a un mal manejo de la base.

Por ello es importante consultar con un distribuidor para saber las características que presenta cada color, y también saber como se debe de trabajar para obtener un mejor acabado en las piezas que se quieran pintar.



Como se explicó en el capítulo 1 la tecnología ocupa un lugar importante dentro de nuestra vida diaria gracias a que con ella podemos realizar muchas actividades desde iluminar una habitación por la noche con un foco hasta realizar tareas complejas con ayuda de una computadora.

En la industria son más notorios los avances de la tecnología ya que la competitividad entre estas se fomenta el desarrollo de nuevas máquinas y procesos más eficientes. Y es por ello que a nosotros como profesionistas nos corresponde contribuir con este desarrollo.

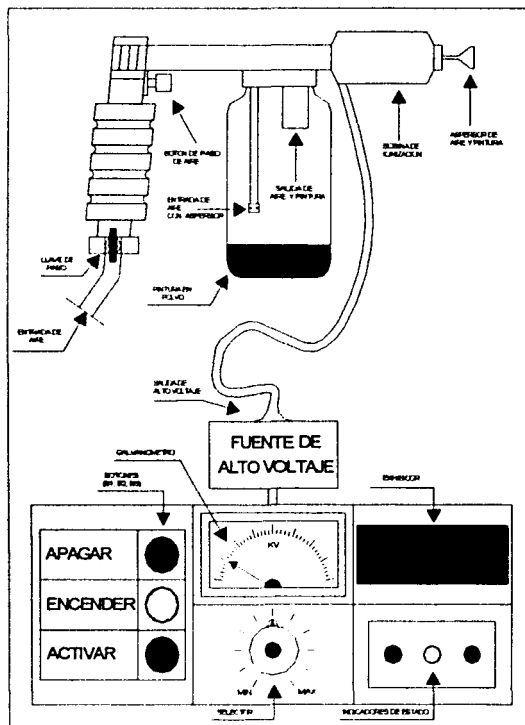
Siguiendo los lineamientos anteriores es por lo que nos enfocamos a resolver el problema presentado en la empresa FER – MAR y que a manera de resumen era el siguiente, reducir los costos de producción, acelerar el proceso de pintado, y tener una mayor calidad en las lámparas de decoración que esta empresa fábrica.

La solución que nosotros como estudiantes de la carrera en ING. MECÁNICA - ELÉCTRICA planteamos fue la siguiente, construir una máquina de pintura electrostática ya que en el proceso de pintado era donde se presentaban más problemas y debido a esto el proceso completo de fabricación era lento y el acabado de las lámparas no era el más satisfactorio para esta empresa ni para sus clientes.

Para la fabricación de esta maquina se consultaron varios talleres que se dedican a pintar con este tipo de pintura en polvo, a distribuidores de pintura, manuales, libros y a varios profesores de ENEP Aragón, una vez que se obtuvo la información se comenzó con la construcción y durante varios meses se hicieron pruebas hasta obtener un prototipo que solucionará los problemas de esta empresa y que al mismo tiempo



beneficiara a otros talleres que presentan problemas en sus procesos de pintado y que no cuentan con los recursos para adquirir un equipo de pintura electrostática.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

MÁQUINA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA.

Una vez que se obtuvo el prototipo se procedió a mejorarlo para que este fuera de un fácil manejo para el operario y que redujera la posibilidad de sufrir algún accidente, ya que se obtuvo un circuito terminado, se sometió a pruebas de uso, para esto se estuvo pintando con este equipo y el material que se pintó desde el mes de Marzo hasta ahora suma aproximadamente 6 000 bases de diferentes tamaños (la mas



pequeña es de 5 cm. y la más grande de 36.8 cm de diámetro) sin que la máquina presente problemas o que las bases presentes defectos.

Con la máquina mostrada en la figura anterior y que se describió paso a paso cada una de sus etapas y secciones en el capítulo 4, fue que se solucionó el problema de la empresa FER – MAR, esta maquina es muy barata como se pudo constatar en el capítulo 5 y representa muchos beneficios entre ellos que es más rápido el proceso de pintado, reduce los costos de fabricación ya que la pintura en polvo es más barata y de una mayor calidad que la que se venía usando (pintura líquida), otra ventaja es que no se necesitan lugares tan amplios para su aplicación y esta pintura a diferencia de la líquida se puede recuperar para poder aplicarse otra vez.



ELECTRÓNICA: TEORÍA DE CIRCUITOS
ROBERT. BOYLESTAD, LOUIS NASHESKY
PRENTICE HALL, 1997

PRACTICAS DE T.V. Y T.V. REPARACIÓN EN BLANCO Y NEGRO Y COLOR
PAUL B. ZBAR, PETER W. ORNE
PUBLICACIONES MARCOMBO S.A., 1985

SISTEMAS DIGITALES
RONALD J. TOCCI
PRENTICE HALL, 1987

TELEVISIÓN PRACTICA
BERNARD GROB
MARCOMBO, SEGUNDA EDICIÓN, 1982

DIRECCIONES DE INTERNET

<http://www.civila.com/ciencia/electronicos/articulos/flyback.htm>

<http://mx7.xoom.com/XMCM/electronicos/proyectos>

TESIS

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO PARA FUNDICIÓN DE
METALES NO FERROSOS COMO APOYO DIDÁCTICO
MOISÉS JUÁREZ UGALDE, MARIO ANTONIO PACHECO LÓPEZ
IPN, 1997

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO CON LÁMPARA DE
RAYOS INFRARROJOS PARA FRAGUADO ADHESIVO
OSWALDO HERNÁNDEZ CARRIL
IPN, 1997