

18  
2ej



# UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA

Incorporada a la U. N. A. M.

## ESTUDIO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE UN DETECTOR DE DOLARES ESTADOUNIDENSES FALSOS COMO UNA NECESIDAD DE LAS TRANSACCIONES ECONOMICAS INTERNACIONALES

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A :**  
**GUILLERMO LOPEZ JIMENEZ**

Director de Tesis: Ing. Felipe Avila Granados

MEXICO, D. F.

**FALLA DE ORIGEN**

1989



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.

# INDICE GENERAL

	Página
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1.- ANTECEDENTES DE LA FALSIFICACION. LA FALSIFICACION.	5 6
1.1 GENERALIDADES.	6
1.2 LA FALSIFICACION EN EL MUNDO.	9
1.3 LA FALSIFICACION EN LA REPUBLICA MEXICANA.	18
1.3.1 Zona Norte Fronteriza.	20
1.3.2 Zona Sur Fronteriza.	21
1.3.3 Zona Turística.	22
1.3.4 Zona de Grandes Urbes.	23
1.3.5 Zona Pacífico.	24
CAPITULO 2.- EL BILLETE DOLAR GENUINO. CONOCIMIENTO DEL BILLETE NORTEAMERICANO.	32 33
2.1 GENERALIDADES HISTORICAS.	33
2.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MANUFACTURA DEL DO LAR NORTEAMERICANO.	38
2.2.1 Papel.	38
2.2.2 Tintas.	39
2.2.3 Impresión.	39
2.2.3.1 Sistemas de Impresión.	39
A) Grabado en Acero, Intaglio o Hue- co Grabado.	39
B) Tipografía.	40
2.2.3.2 Dibujos.	41
2.3 CARACTERISTICAS DE UN BILLETE NORTEAMERICANO.	48
2.4 TIPOS DE BILLETES EN CIRCULACION.	50
2.4.1 Los Billetes de la Reserva Federal	51

2.4.2	Los Billetes de Banco de los Estados Unidos.	51
2.4.3	Los Billetes Certificados de Plata.	51
<b>CAPITULO 3.- LAS TECNICAS DE FALSIFICACION Y LOS METODOS DE IDENTIFICACION.</b>		<b>56</b>
3.1	ALTERACIONES EN LOS BILLETES.	57
	A) No Fraudulentas.	57
	B) Fraudulentas.	57
3.2	CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MANUFACTURA DEL BILLETE FALSO.	59
3.2.1	Papel.	59
3.2.2	Tintas.	60
3.2.3	Impresión.	61
	A) Falsificación por Procedimientos Fotomecánicos.	61
	B) Dibujos a Mano.	63
	C) Reproducción con Máquinas Copiadoras.	63
	D) Transferencias.	64
3.3	METODOS DE IDENTIFICACION ENTRE BILLETES FALSOS Y AUTENTICOS.	64
3.3.1	Método de Comparación Directa.	64
	3.3.1.1 Examen Comparativo.	67
3.3.2	Método de la Luz Ultravioleta.	68
3.3.3	Métodos Electrónicos.	69
3.3.4	Corolario.	70
<b>CAPITULO 4.- DISPOSITIVOS FUNDAMENTALES DE LOS DETECTORES.</b>		<b>71</b>
	ELEMENTOS DE LOS DETECTORES ELECTRONICOS.	72
4.1	DETECTORES ELECTRONICOS DE DOLARES FALSOS.	72
4.2	CABEZAS MAGNETICAS.	75
	4.2.1 Fundamentos.	75
	4.2.2 Descripción Física de una Cabeza Magnética.	80
	4.2.3 Clases de Cabezas Magnéticas.	83
	4.2.4 Materiales de Construcción en una Cabeza Magnética	87

4.2.5	Funcionamiento de la Cabeza Magnética.	89
4.3	LEY DE FARADAY.	90
4.4	AMPLIFICADORES.	93
4.4.1	Principales Especificaciones en la Operación de un Amplificador.	95
4.4.2	Amplificadores Diferenciales.	96
4.4.3	Amplificadores Operacionales.	99
4.4.3.1	Características de los Amplificadores Operacionales.	100
4.4.4	Realimentación.	102
CAPITULO 5.- DISEÑO DEL DETECTOR DE TINTA GENUINA EN UN BILLETE DOLAR.		104
5.1	DISEÑO DEL DETECTOR ELECTRONICO DE TINTA GENUINA.	105
5.1.1	Algoritmo.	105
5.2	CRITERIOS Y DESARROLLO DEL SISTEMA DETECTOR.	105
5.2.1	Presencia Magnética.	105
5.2.2	Elección de la Cabeza Magnética.	106
5.2.3	Etapas de Amplificación.	109
5.2.3.1	Seguidor de Voltaje.	112
5.2.3.2	Amplificador No Inversor.	113
5.2.4	Etapas de la Indicación de la Veracidad.	125
5.2.4.1	Sensibilidad del Circuito Detector.	126
5.3	ACCESORIOS DEL CIRCUITO DETECTOR.	129
5.4	CRITERIO EN LA ELECCION DE DISPOSITIVOS.	130
5.4.1	Amplificadores.	130
5.4.2	Voltaje de Alimentación.	132
5.4.2.1	Fuente de Alimentación Asimétrica	132
CAPITULO 6.- DISEÑO DEL DETECTOR DE IMPRESION GENUINA EN UN BILLETE DOLAR.		141
6.1	DISEÑO DE UN DETECTOR DE IMPRESION GENUINA.	142
6.1.1	Algoritmo.	142
6.2	CRITERIOS Y DESARROLLO DEL SISTEMA DETECTOR.	142
6.3	ORIGEN DE LA CORRIENTE ALTERNA (C.A.) EN EL SISTEMA.	147

6.3.1 I.- El Billete en Estado Estático.	148
6.3.2 II.- El Billete en Estado Dinámico.	150
6.3.2.1 Modelo Físico.	153
6.3.2.2 Disposición de Elementos y Dispositivos en el Sistema.	153
6.3.2.3 Sistema Lógico Digital.	156
6.3.2.4 Sistema de Potencia.	159
CAPITULO 7.- DISEÑO DEL DETECTOR DE TINTA E IMPRESION GENUINA EN UN BILLETE DOLAR.	162
7.1 DISEÑO DE UN DETECTOR DE TINTA E IMPRESION GENUINA.	163
7.1.1 Algoritmo.	163
7.2 CRITERIOS Y DESARROLLO DEL SISTEMA DETECTOR.	163
7.3 CIRCUITO MAGNETICO.	165
7.4 CONSIDERACION DE LA CABEZA MAGNETICA COMO CIRCUITO MAGNETICO.	168
7.5 SISTEMA DE UNIDADES.	171
7.6 CALCULOS NUMERICOS DE LA CABEZA MAGNETICA AL CIRCULAR UN FLUJO.	173
7.6.1 Primer Método: Reluctancia en Serie.	173
7.6.2 Segundo Método: Propuesta y Error.	175
7.7 ANALISIS CUALITATIVO DEL BILLETE.	179
7.7.1 Mayor Espesor.	182
7.7.2 Menor Espesor.	183
7.8 COMPORTAMIENTO DE LAS INDUCTANCIAS EN EL CIRCUITO ELECTRICO Y MAGNETICO.	184
7.9 PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO FISICO.	186
7.9.1 Puente de Maxwell.	187
7.9.2 Galvanómetro.	188
7.9.3 Diseño Físico.	190
CAPITULO 8.- INVESTIGACION DE MERCADO PARA UN DETECTOR. ANALISIS DEL ESTUDIO DEL MERCADO.	194
8.1 PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.	195
8.2 EL SECTOR TURISTICO.	197
8.2.1 Centros Turísticos.	200

8.3	EL SECTOR DE LA TRANSPORTACION AEREA.	218
8.4	EL SECTOR DE LA ZONA FRONTERIZA E IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES EN LA ZONA NORTE DEL PAIS.	221
CAPITULO 9.- EL PROCESO PRODUCTIVO DE UN DETECTOR DE -		
	TINTA E IMPRESION GENUINA.	223
	IMPLANTACION DEL PROCESO PRODUCTIVO.	224
9.1	DISEÑO DE LA LINEA DE PRODUCCION.	224
9.1.1	Lista de Componentes para la Impresión del - Circuito.	226
9.1.2	Lista de Componentes Eléctricos-Electrónicos del Detector.	227
9.1.3	Lista de Componentes Eléctricos-Electrónicos de la Fuente de Alimentación.	228
9.1.4	Lista de Componentes Mecánicos para el Ensam- ble del Circuito Base con el Chasis.	229
9.1.5	Lista del Proceso Químico para la Impresión del Circuito.	231
9.1.6	Lista del Subensamble Eléctrico y/o Electrón- ico.	233
9.1.7	Lista del Subensamble Mecánico.	236
9.1.8	Modelo Físico del Detector.	237
9.2	EL DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES.	238
9.2.1	Lista de Utencilios y Herramientas para la - elaboración del Sistema.	240
9.3	EL MERCADO: LA DETERMINACION DE LA DEMANDA Y LA ES- TRUCTURA DE LOS COSTOS.	247
9.3.1	La Determinación de la Demanda.	247
9.3.1.1	El Volúmen de la Mano de Obra en Re- lación a la Demanda Existente.	249
9.4	LA ESTRUCTURA DE LOS COSTOS.	253
9.4.1	Análisis del Punto de Equilibrio.	253
9.4.1.1	Cálculo del Costo Fijo Total.	255
9.4.1.2	Cálculo de los Costos Variables Tot <u>a</u> les.	255
9.4.1.2.1	Mano de Obra.	256
9.4.1.2.2	Materia Prima.	256
9.4.1.3	Cálculo de las Utilidades.	259

**CONCLUSIONES.**

**260**

**BIBLIOGRAFIA.**

**263**

## INDICE DE GRAFICAS, DIAGRAMAS Y TABLAS.

Página

### CAPITULO 1.

1.3.B.1 GRAFICA: Falsificación en 1986.	26
1.3.B.2 GRAFICA: Falsificación en 1987.	29

### CAPITULO 2.

2.1.B TABLA: Identificación del Banco Federal en un Billete Dólar.	37
2.2.2.0 GRAFICA: Localización de Tinta Magnética en el Billete Dólar.	43
2.2.3.1.B.1 GRAFICA: -Grabado en Acero. -Tipografía.	44 45
2.2.3.1.B.2 GRAFICA: -Sistema de Impresión de Intaglio en el Billete. -Sistema de Impresión Tipográfica en el Billete.	46 47
2.3.B GRAFICA: Características Importantes del Papel - Moneda: -Anverso del Billete. -Reverso del Billete.	54 55

### CAPITULO 5.

5.2.2.B GRAFICA: Pérdidas en el Entrehierro contra Frecuencia.	139
5.2.B DIAGRAMA: Circuito Detector de Tinta Genuina.	140

### CAPITULO 6.

6.2.B GRAFICA: Flujo Radiado para la Determinación del Espesor	144
6.3.2.B DIAGRAMA: Diseño del Detector para el Billete en Estado Dinámico.	161

### CAPITULO 7.

7.5.B.1 GRAFICA: Curvas de Magnetización.	192
7.5.B.2 GRAFICA: Curvas de Magnetización Logarítmicas.	193

## CAPITULO 8.

8.2.B.1 TABLA: Participación de México en la Captación del Turismo Mundial.	202
8.2.B.2 TABLA: Balanza de Turismo.	203
8.2.B.3 GRAFICA: Total del Turismo Receptivo en México.	204
8.2.B.4 GRAFICA: Turismo Receptivo por Origen en México.	205
8.2.B.5 GRAFICA: Turismo Receptivo en México. Gasto Total.	206
8.2.B.6 GRAFICA: Gasto Medio Diario del Turismo Extranjero en México.	207
8.2.B.7 TABLA: Turismo Receptivo. Gasto por Origen.	208
8.2.1.B.1 TABLA: - Tarifas Ponderadas y Oferta de Cuartos en Centros Turísticos Seleccionados. - Distribución de la Oferta de Alojamiento por Niveles de Precios en México.	209
8.2.1.B.2 TABLA: Oferta Hotelera y Visitantes Extranjeros Hospedados en Ellos.	210
8.2.1.B.3 TABLA: Tarifas Medias al Público de Hoteles en Plazas Seleccionadas.	214
8.2.1.B.4 TABLA: - Oferta de Establecimientos de Alimentos y Bebidas. - Oferta de Establecimientos de Agencias de Viajes.	215
8.3.B.1 TABLA: Entrada de Turistas a México por medio de Transporte Aéreo.	219
8.3.B.2 TABLA: Tarifas de Principales Rutas Aéreas de México a Estados Unidos en Viaje Redondo.	220
8.4.B TABLA: - Balanza de Turismo y Transacciones Fronterizas. - Balanza de Transacciones Fronterizas. - Balanza Comercial y Turística	222 222 222

## CAPITULO 9.

9.2.B DIAGRAMA: Diagrama de Flujo de Operaciones.	241
---	-----

**I N T R O D U C C I O N .**

Pocas han sido las ocasiones en que nos hemos puesto a pensar con seriedad, lo que llegaría a pasar si en la economía internacional existiese con demasiada frecuencia el in deseable fenómeno de la falsificación del dinero. Y lo que - podríamos ver con claridad si lo reflexionamos, es que socavaría la estructura misma de la economía mundial, pues no se contaría con un patrón internacional de comercio confiable, como es la moneda norteamericana, llamada dólar.

Es por esta razón, que se ve la necesidad de contar con un sistema electrónico que verifique la divisa; que sea capaz de dar a la sociedad una verdadera confianza al estar realizando las operaciones mercantiles con las divisas inter nacionales, y desde luego con la más importante del mundo fi nanciero, que es desde luego, el dólar estadounidense.

Así, el objetivo propio de la presente tesis, es el de cubrir las necesidades de un cierto sector de nuestra sociedad nacional; siendo principalmente aquella que se encuen tra relacionada con la ya enorme y creciente industria turís tica, la cual está conformada principalmente por centros hote leros, restauranteros, centros nocturnos, discotecas, co mercialios dedicados a ofertar artículos elaborados por artesa nos de nuestra patria, joyerías, etc... Y en general todo ti po de negocio encargado de atender al turismo internacional; ya que se tiene de hecho ciudades elaboradas con el fin de ac recentar a la industria turística internacional, tal es el caso de la ciudad de Cancún, y las recientes playas de Hua-- tulco, así como en general se a promocionado mucho al turis-

mo internacional las ciudades del Pacífico principalmente.

Otro sector de nuestra sociedad que obtendría benefi cios es la que se encuentra localizada en la frontera tanto sur como norte de nuestro país; principalmente esta última, ya que ésta cuenta con abundantes transacciones comerciales con el vecino país del norte, cuya divisa monetaria es el dó lar estadounidense, como es obvio. Pues como se sabe, sus - mercados se complementan entre vecinas ciudades fronterizas del país (ciudades de México con las respectivas de Estados Unidos de Norteamérica), y así lograr una eficiente mercado- tecnia.

Y por último, el otro sector de nuestra sociedad que se vería beneficiado con la creación de un sistema electróni co detector de dólares estadounidenses falsos, es el dedica- do a manipular ésta divisa, como son las casas de cambio, y la Banca Nacionalizada. Quizá sea este último sector quien - se vea más beneficiado, ya que manejan una gran cantidad de divisas, y en especial al dólar, y pues practicamente éste es su negocio.

Cabría mencionar entonces, la necesidad de tener una confiabilidad en el momento de hacer transacciones con la di visa monetaria en la cual se respalda nuestra moneda. Crear un diseño a nivel nacional, para el mercado nacional; ya que éste no existe, y los que se encuentran en el país son traí- dos del exterior con el fin de cubrir sus necesidades de co- mercialización, cosa que desde luego no conviene a nuestro - país, ya que esto representaría una fuga de capital nacional,

en busca de algo no existente en nuestra industria.

Es por esto que se pretende hacer un estudio de mercado a nivel nacional, en los principales centros en donde se capta esta divisa en los puntos anteriormente descritos, ésto con el fin de constatar la utilidad de dicho sistema electrónico; además también se hará un estudio de un proceso productivo para ver el costo que se generaría al producirse el diseño para analizar su posible comercialización en el mercado nacional, y si esto sería redituable. Tomando en cuenta desde luego, el resultado del diseño, el tratar de hacer lo más eficiente, práctico, de calidad y económico en su adquisición del sistema detector.

Quizá la única limitación que se tenga es que para detectar dólares falsos la divisa debe ser billete; ya que las monedas conmemorativas que emiten los bancos norteamericanos, apoyados en la reserva federal de su país, y demás monedas deisionarias no son posibles de analizar; ya que el principio teórico, como se explicará en el desarrollo de la tesis, está fundamentado en el magnetismo.

**C A P I T U L O 1**

**ANTECEDENTES DE LA FALSIFICACION**

## LA FALSIFICACION.

### 1.1 GENERALIDADES.

Se entiende por falsificación, la imitación ilegal - de una pieza legítima. La reproducción de una pieza, independientemente que persiga fines lucrativos o carezca de ellos, es considerada ilegal, cuando ésta no se encuentra debidamente autorizada.

La falsificación de dinero es tan antigua como el dinero mismo. El antecedente más antiguo del que se tiene conocimiento, con relación a la falsificación, es el de Policrates, en el año 523 A.C., gobernante de la Isla de Samos, - quien acuñó monedas de plomo a las que dio un baño de oro, - con el objeto de que diera la apariencia de oro legítimo. Otro de los más famosos falsificadores de la historia, fue - el gran Emperador Romano Nerón, quien con la finalidad de aumentar su fortuna personal, alteró las monedas romanas que - circulaban en esa época, aumentando la aleación de cobre en las monedas de plata. Poco tiempo después, esta alteración - de las monedas fue descubierta y se incriminó al Emperador - por dicha alteración. Ante la inquietud del pueblo, Nerón manifestó que dicha aleación de metal era para lograr una mayor duración de las monedas.

Otro caso de falsificación se suscitó en el siglo VI A.C., - las leyes del Rey Solón disponían la pena de muerte para los falsificadores, y es probable que la falsificación se practi case ya desde mucho tiempo antes.

No resulta sorprendente, entonces, que en lo que hoy es los Estados Unidos comenzase temprano esta vieja arte ilegal, con la falsificación del "wampum" (cuentas de concha - que los indios piel-roja usaban como dinero) por los colonos.

La falsificación ha continuado y sin duda continuará mientras se impriman billetes y se acuñen monedas. Por lo tanto, se debe estar permanentemente en alerta en contra de esta actividad ilícita, porque si no se le combatiese, socavaría la estructura misma de la economía mundial.

Es así que en los Estados Unidos, existió un falsificador muy celebrado, Emmanuel Ninger, un inmigrante pintor - de una firma Alemana, conocido como Jim, "el hombre de la pluma". Pasó billetes falsos a la circulación por un tiempo de catorce años, desde 1882 hasta 1896, año en que fué descubierto. El creó sus billetes de 50 y 100 dólares con tinta - de pluma, y con un pincel de pelo de camello, y pasó a circulación casi cinco billetes por mes en la ciudad de Nueva York. Fué descubierto al poner un billete sobre un mostrador mojado de un bar, y el cantinero notó la tinta en sus dedos.

Como un caso através de la historia, se tiene a lo que se le consideraba la más grande y perfecta falsificación de billetes de todos los tiempos: -Esta se realizó durante - la II Guerra Mundial-. Alemania, que se encontraba en guerra con Inglaterra, consideró que para derrotar a ésta nación no era suficiente la lucha bélica que se libraba en esa época, sino que optó por efectuar también una guerra económica.

Esto lo hizo mediante un ataque directo a la economía de su oponente a través de su sistema monetario. Así se inició en Alemania la falsificación de la Libra Esterlina (£), haciendo temblar la estabilidad del sistema financiero Inglés, debido a la gran cantidad de moneda falsa circulante, que carecía de un respaldo económico. La rápida intervención del gobierno Inglés, puso fin a esa situación, ya que de inmediato se efectuó un cambio en el dibujo de su moneda. Así la falsificación de papel moneda fue utilizada como estrategia militar.

Pero en la actualidad, la tarea de falsificar billetes y en especial de dólares norteamericanos está muy en boga en comparación con otros tiempos y con otras monedas; es por esto que en los Estados Unidos se creó el Servicio Secreto de Investigación, con el fin de poner un alto a tanta falsificación existente de su billete divisionario; en ese entonces estaba de Presidente del país el Señor Abraham Lincoln, en 1865, y se estimaba que la tercera parte de la moneda en circulación no era hecha por el Gobierno, pero más sin embargo sí era hecha por falsificadores Estadounidenses.

Con el crecimiento económico y comercial de este país pronto se llegó a convertir en una de las primeras potencias a nivel mundial, y así pues, pronto los falsificadores internacionales se dieron a la tarea de estudiar y falsificar a la mayor perfección esta moneda, pues ésta ya había invadido el mercado mundial.

## 1.2 LA FALSIFICACION EN EL MUNDO.

Al mismo tiempo en que se superan y evolucionan las técnicas empleadas en la elaboración del billete, mejoran - igualmente las empleadas por los falsificadores que por su - perfección difícilmente se evidencian, como en el caso de - una imprenta descubierta de Francia en el año 1950, la cual había fabricado buenas imitaciones de diversos billetes norteamericanos, y después de 18 años, los billetes de 20 y 100 dólares seguían circulando en 6 países.

En la actualidad, la falsificación es un crimen complejo; ésta toma planeación avanzada: Una inversión de capital significativo, y Un equipo organizado para distribuir el producto. El problema de la falsificación está creciendo rápidamente. En Japón, por ejemplo, los bancos se niegan a - aceptar billetes de 100 dólares, tan solo en casos especiales; esta situación llegó a agudizarse en el mes de julio de 1984, porque era conocido que en algún lugar de China ó del Sureste Asiático, existía una impresora de Intaglio que esta ba fabricando unos billetes "perfectos" de falsificación. El Servicio Secreto de los Estados Unidos supo de ésta impre sora, pero no pudo buacarla porque se trataba de un país fue ra de sus límites de alcance; tan solo se limitó a investi-- gar cuidadosamente cualquier información de compañías fabri-- cantes de equipo de impresión sofisticada, para revisar acon tinuación el cómo se estaban usando estos equipos.

Es así como el problema de la falsificación de los dólares a ido aumentando poco a poco en diversas naciones. Desde que la moneda de los Estados Unidos circula por todo el mundo, muchos cajeros de bancos internacionales y mercaderes de casi todas las clases, han sido sorprendidos con la falsificación. Y en donde incluso, Directivos de alto rango del Banco de Alemania del Oeste se han comunicado a la Dirección de la Agencia de Grabado e Impresión, en los Estados Unidos, para denunciar problemas de fuerte falsificación. Este problema, se cree, que es debido en parte a que si alguna persona no maneja una moneda extranjera cada día, es relativamente fácil para un falsificador tomar ventaja sobre esto, y timarlo con mayores probabilidades de éxito.

Más sin embargo, existen países Sudamericanos que utilizan al dólar estadounidense como medida predilecta y común de pago, como una moneda paralela en su economía interna; tal es el caso de Argentina y Panamá, en donde la localización de la falsificación se puede suscitar por tal fenómeno. En cambio, en los Estados Unidos, raramente se llega a ver moneda extranjera y es muy probable que se opusieran a aceptarla, por el miedo de que ésta sea falsa, aún cuando ésta sea legítima; la excepción es hecha en la frontera norte con el Canadá, donde el dólar canadiense es aceptado sin mayor reparo.

Pero la falsificación hecha del dólar norteamericano va en aumento en todo el mundo; atrayendo a individuos de di

diferentes nacionalidades: - En el año de 1987 se logró deco  
misar varios millones de dólares falsos -

- 6.4 millones de dólares en billetes, en Alemania.

- 4.4 millones de dólares en billetes, en Bélgica.

- 3.1 millones de dólares en billetes, en Inglaterra.

y de acuerdo con informes italianos, aún en Rusia se falsifi  
ca divisa norteamericana.

Se calcula que el monto total de billetes que se ge  
nera, como divisa falsificada anualmente, asciende a 90 mi--  
llones de dólares alrededor del mundo. Como se puede ver, la  
falsificación de dólares es un gran negocio y complejo. Para  
combatirla, el Servicio Secreto a la fecha ha logrado contro  
lar éste mal, en forma sustanciosa dentro de su país; pues -  
se tiene que en 1987 tan solo se logró descubrir 46 millones  
de dólares falsos dentro de los Estados Unidos, solamente -  
cerca de 6 millones estaban circulando; el resto estaba aún  
recién impreso. El hecho de que éste dinero falso en circula  
ción sea tan bajo, demuestra en parte la eficiencia del Ser  
vicio Secreto. Pero esto también dice mucho acerca de la ca  
lidad ridícula de la falsificación en los Estados Unidos, -  
(además de que un norteamericano conoce a la perfección su -  
moneda, puesto que convive con ella a diario, y no es tan fá  
cil de ser timado), 99% de las falsificaciones no pasan des  
percibida por más de dos ó tres manos. La mayoría de los fal  
sificadores norteamericanos tienen una mentalidad de princi  
piante, tratando de convertir una máquina copiadora en una -  
fortuna. Y aún cuando el producto es de buena calidad, la -

distribución es tan pobre que casi siempre cada pista conduce al falsificador culpable.

Por lo general, en los Estados Unidos, la mayoría de los billetes falsificados son de la denominación de 20 dólares, ésto constatado por los Agentes del Servicio Secreto, - quienes en el año de 1986 lograron capturar tan solo en los Estados Unidos, 63,959,780 de dólares en billetes (antes de que entraran en circulación muchos de ellos), de los cuales la mayoría era de denominaciones de 20 y 50 dólares. Se estima en la actualidad que tan solo en la Unión Americana, se tiene un monto de billetes falsos de 8 millones de dólares - en circulación; además de que en cada año se introducen al mercado estadounidense 7 millones de billetes falsos aproximadamente, y del cual se estima que tan solo 1 millón de billetes son lo suficientemente de buena calidad para engañar e introducirse por un tiempo en el mercado antes de ser detectados; y se puede pensar que a pesar del esfuerzo del Servicio Secreto por el control, se tiene una suma considerable de billetes sin respaldo económico.

Así pues, es válido hacer la relación anual del Servicio Secreto para percatarse si la falsificación de dólares tiene rasgos de extinción ó de crecimiento:

- En el año 1982 se captó un total de billetes por 20 millones de dólares aproximadamente.

- En el año de 1983 con 115 operaciones se logró recaudar un 34% más que en el año 1982. (26,800,000 dólares).

- Para 1984-85, 43% del dinero falso norteamericano

fue encontrado en el extranjero. Más tarde en 1986 fue de -  
522.

- Y por último se tiene que en el año 1988, en el -  
mes de Septiembre, se llegó a localizar en el Estado de Cali  
fornia, en la ciudad de Los Angeles, un almacén de falsifica  
ción, el cual se piensa que es el golpe más grande dado a es  
te ilícito negocio en la historia de la Nación Americana: -  
Más de 20,000,000 de billetes falsos en denominación de 100  
dólares (el record actual de falsificación incautado es de -,  
22,048,000 de dólares en esta nación). A todo esto, la cali  
dad del billete era de regular, siendo lo más deplorable la  
mala calidad de papel utilizado en la falsificación, pues es  
te se sentía liso al tacto, y brillante era en su superficie,  
a comparación de un genuino que tiene alto contenido de algo  
dón. La técnica de impresión empleada por el falsificador -  
fue la de offset (con placas de grabado fotográfico). En -  
este caso en particular, la forma de proceder de los falsifi  
cadores, era que en un almacén se tenía la máquina offset, y  
a éstos le concurrían clientes para comprar cada billete de  
100 dólares por un precio de 50 centavos de dólar; para lue  
go ser invertidos en gastos diversos, en comercios, etc... y  
así poco a poco se iban introduciendo los billetes a la cir  
culación con muy buenas ganancias para los defraudadores.

Asimismo, en el mes de Octubre, se han presentado ca  
sos aislados de billetes falsificados, en lo que se conoce -  
como el Valle del Río Grande al Sur del Estado de Texas; es  
trictamente en los municipios de Puerto Isabel con varios bi

lletes de 100 dólares, y en Brownsville con varios billetes de 20 y 100 dólares; en ambos casos la imitación es muy pobre en cuanto al original; y fueron introducidos al mercado por medio de comercios, negocios, y detectados por el Banco.

De tal suerte, se puede ver que la falsificación de dólares, tan solo en los Estados Unidos, va en aumento. Pero más sin embargo, también es claro que más y más falsificaciones de dólares norteamericanos, es hecho en otros países. Se piensa que los mayores productores de dólares burdos en todo el mundo, son los países de Colombia e Italia:

- En el caso de Colombia, se sospecha que existe una fuerte unión entre la falsificación y el tráfico de drogas.

- En Italia, en la ciudad de Milán, se produce hasta un cuarto de los dólares norteamericanos falsos en el mundo; en esta ciudad, la falsificación es una industria en crecimiento, en donde se invierte un capital considerable en imprentas, cámaras especiales, y en trabajos netos de distribución. La operación es aplicada principalmente en billetes con denominaciones altas en un 90% de los casos, es decir, en los billetes de 50 y 100 dólares.

Se calcula que en Italia existen cientos de falsificadores operando en otras ciudades Italianas. Como buenos mercaderes, los Milaneses sirven a varios niveles de mercado ilícito:

+ El mercado de masa, hecho en papel virgen, va principalmente al Este Medio, donde alguno que otro billete falsificado termina en juegos de azar, en fi-

nanzas de contrabando, ó en el terrorismo. El Servicio de Inteligencia Italiana, piensa que existen - cientos de millones de dólares falsos en las reservas de los Bancos Libaneses y del Golfo Pérsico.

+ Pero la mayor parte de los billetes falsificados - en Milán van directamente a los Estados Unidos de - Norteamérica, ó en su defecto, a las drogas. La actividad de la actividad falsificadora Italiana está relacionada con las drogas: Como un caso representativo de lo anterior, se puede citar el caso contemporáneo de la Policía Italiana; en donde se investigó una - operación de la "Mafia Siciliana" (que son organizaciones que se dedican a traficar con actividades ilicitas en la ciudad de Sicilia). Esta vendió 3 millones de billetes falsos a un comprador Boliviano, por 1 millón de drogas. El Boliviano inmediatamente intercambió el dinero falsificado por dinero verdadero a Bancos Latinos amistosos; algunos de los cuales él controlaba. Se puede decir entonces, que 1,000,000 - en droga cocaína, equivale a 3,000,000 en efectivo, lo que quiere decir, que por cada dólar falso se pagó 33 centavos de dólar (un billete de mala calidad hecho en papel común, es vendido tan solo en 10 centavos de dólar).

Los billetes más recientemente hechos por - los Italianos, de la mejor calidad, están en el estado de California, en los Estados Unidos. Algunos de

ellos han pasado por las máquinas clasificadoras de alta velocidad del Sistema de Reserva Federal, y por malos detectores de billetes; solamente para ser admitidos como verdaderos por Bancos Comerciales. Algunos han sido rechazados por las máquinas clasificadoras, pero puestos en circulación de nuevo por expertos humanos, en caso de que así lo sea; pues los examinan detenidamente a cada billete, y determinan entonces que la máquina se ha equivocado.

Se puede observar, por lo tanto, que en Italia se fabrican billetes con mucha calidad, y se dice entonces que éstos cuentan con expendibilidad; que es el término otorgado a la pieza que puede inducir fácilmente en error a un número indeterminado de aceptantes.

Así pues, se tiene que ciertas monedas internacionales presentan altos índices de expendibilidad, y no tan solo el dólar, por lo que han decidido actuar sus gobiernos para evitar una inestabilidad en su sistema económico, por tal fenómeno. Así que la falsificación a gran escala de billetes - de denominación de 20 y 50 libras esterlinas (£), en Inglaterra, está planteando el introducir un nuevo diseño realizado sobre el billete; así como el colocar hilos de seguridad cubiertos de metal, así que éste brillaría cuando el billete se encontrara en una superficie plana.

Asimismo, Canadá y Alemania planean el rediseñar su

papel moneda. En Sidney, Australia, de hecho es difícil que lleguen a aceptar un billete de 100 dólares, aunque éste sea legítimo; Además, de que en su moneda nacional, han planeado introducir billetes de material plástico, en lugar del papel; ésto como medida de seguridad.

Todas estas naciones, incluyendo los Estados Unidos de Norteamérica, están cooperando en un Programa de Disuación de Falsificación Avanzada. Asimismo, la Sociedad de Naciones tiene un convenio firmado desde el 20 de abril de 1929; dicho acuerdo internacional, establece las bases para una acción conjunta en contra de la falsificación de moneda. Este acuerdo tuvo amplia repercusión en las legislaciones de los estados firmantes, que adaptaron su sistema penal a los principios contenidos en el mismo. Es muy importante el artículo 5<sup>a</sup>, cuyo texto dice: "No deberá establecerse, desde el punto de vista de las sanciones, distinción entre los hechos previstos en el artículo 3<sup>o</sup> (falsificación, alteración y expendición de moneda), según se trate de una moneda nacional o de una moneda extranjera".

### 1.3 LA FALSIFICACION EN LA REPUBLICA MEXICANA.

Así como en el resto de los países, en México también se presenta el fenómeno de la falsificación monetaria, siendo en la divisa del dólar, en la que más se presenta. Esto obedece, a que el dólar es considerado como una de las monedas de mayor demanda internacional; además de que ofrece paridad estable frente al resto de las monedas en el mercado internacional.

En la República Mexicana, se puede llegar a encontrar de todas las denominaciones del dólar falsificadas; ya sea reproducidas aquí, ó como en su gran mayoría, introducidas del exterior. Las denominaciones que con mayor frecuencia se localizan, son las de más alto valor comercial (100 y 50 dólares), y así en forma descendente en su denominación y en su localización (20, 10, etc... dólares); como es:

- 1<sup>o</sup>) Los billetes de 100 dólares. {Que son los más falsificados.
- 2<sup>o</sup>) Los billetes de 50 dólares. {Que casi son falsificados en la misma
- 3<sup>o</sup>) Los billetes de 20 dólares. {proporción.
- 4<sup>o</sup>) Los billetes de 10 dólares. {Que casi son falsificados en la misma
- 5<sup>o</sup>) Los billetes de 5 y 1 dólares. {proporción, siendo ésta muy pobre.

Como se puede observar, las más altas denominaciones

son las más falsificadas, y esto tiene su razón de ser, en cierta forma; ya que a los practicantes de esta actividad ilícita, les toma el mismo trabajo el imprimir un billete de alta denominación, que una de baja; y desde luego que les reporta mucha mayor ganancia un billete de alta denominación - al introducirlo a la circulación monetaria.

Un ejemplo claro de lo anterior es el detectado en - el mes de Agosto de 1988, en el Estado de Nuevo León, en los Municipios de Cadereyta y Villa de Juárez; en donde un solo individuo logró cambiar 17 billetes falsos de 100 dólares ca da uno, por dinero genuino, logrando con esto una excelente ganancia de 1,700 dólares aproximadamente. La operación de - fraude fue lograda en tan solo una semana, al solicitar el - individuo defraudador a diversos propietarios de varias aso- ciaciones comerciales de la entidad, el que le cambiaran los billetes; aceptaron, pero al acudir los propietarios a los - bancos, descubrieron que eran falsos.

Y el engañar en nuestro país a los comerciantes con dólares falsos, hasta cierto punto es "fácil", ya que la - gran mayoría de ellos no están familiarizados con la textura al tacto del papel, ni tampoco saben en qué apoyarse para - acreditar la veracidad del billete dólar, desconociendo lo - anterior, desde luego, por ser una moneda extranjera; así - que no es alarmante el caso presentado en el presente trata- do.

Para poder vislumbrar un panorama claro de la reali-

dad en México en referencia a la falsificación de dólares, - son presentadas unas estadísticas anuales, en las gráficas - 1.3.B.1 y 1.3.B.2; en donde se detalla la información por En tidades Federativas, denominaciones, volúmen de piezas detec tadas como falsas, tanto por estados como por denominaciones e importe total que generan los billetes falsos en dólares.

Es importante asimismo, hacer mención que en reali-- dad son cinco los puntos localizados en la República Mexicana con mayores índices de detección de dólares falsos; que - por diversas razones se contrastan las cinco zonas con el - resto del país, creando así un enfoque y cuidado especial en éstas. A saber, las cinco zonas son las siguientes:

1.3.1 Zona Norte Fronteriza: Todos los estados de la Repúbli ca que colindan hacia el norte con los Estados Uni-- dos de Norteamérica, se encuentran en altas probabili-- dades de localizar dólares falsos; ésto debido a - que todas las ciudades fronterizas manejan un caudal económico bastante amplio en moneda norteamericana, para satisfacer sus fines comerciales con la vecina ciudad estadounidense correspondiente.

De esta forma, se tiene un gran sector comercial del país, que interactúa a diario con el dólar norteamericano, y que puede ser objeto de un fraude por la - alta circulación de dicha divisa monetaria, sin ser percatado en el momento.

1.3.2 Zona Sur Fronteriza: Los Estados localizados al sur del país, son los más asediados en cuestión de billetes falsos en comparación con el norte del país; esto debido a que en los países vecinos del sur, no se preocupan de tal manera por la falsificación de dólares como lo hace el gobierno de los Estados Unidos, que inclusive tiene un departamento creado para tal fin, reconocido como el Servicio Secreto.

Más sin embargo, circula en los países del Sur mayor cantidad de moneda falsa por otras dos razones importantes:

+ La primera de ellas, es por la cercanía existente con el país Colombia, señalado como el país más productor de narcóticos, a nivel Latinoamericano; seguido por Bolivia, Perú, Ecuador, etc... Así como la cercanía con países que tienen problemas políticos, de guerrillas como Guatemala, y de problemas de guerra civil interna como es Nicaragua. Estos países son blancos fáciles para los introductores de falsificación, porque conservan una política inestable, que se haga cargo del problema de la falsificación; además de que primero deben de resolver sus problemas prioritarios, como es el de decidir la tendencia gobernante de la nación, las grandes deudas internas y externas, alimentación, etc...

+ La segunda razón, y más importante aún, es la falta de cultura en los estados sureños, en buena pro--

porción de los habitantes indígenas, pues es aquí en donde se puede encontrar el mayor número de billetes falsos, de diferentes divisas, y no tan solo del dólar norteamericano; siendo los principales, desde luego, el dólar, y el peso colombiano, en sus más altas denominaciones. Cabe hacer mención que las monedas centroamericanas son de difícil identificación, pues de una denominación a otra, varían en tamaño y en tinte de las piezas; y de tal forma, se dificulta el reconocimiento de forma fácil para la mayoría de la población.

1.3.3 Zona Turística: Se tiene registrado, que en los grandes polos turísticos, se congregan gran cantidad de personas vacacionistas extranjeros, y que por lo general traen consigo divisa norteamericana, para satisfacer sus necesidades, sin importar la nacionalidad o el país del cual provengan. Esto es consecuencia, de que el dólar es considerado como la divisa de mayor aceptación, a nivel mundial; por la influencia económica que posee este país americano, y porque varios países apoyan su moneda nacional en los dólares, y en ocasiones, en dólares y en oro, como es el caso de México.

Es así, que se tiene un amplio sector económico que maneja parte de su comercio en dólares; localizándose el sector turístico principalmente en -

las costas, como son los Estados de Guerrero, Quintana Roo, Jalisco, Sinaloa, La Península de Baja California, etc...; y otro tanto del sector turístico localizado en zonas urbanas de historia y arquitectura colonial, como son los Estados de Puebla, México, Yucatán, Zacatecas, Guanajuato, etc..., distinguiéndose así los estados localizados en la mesa central - del país, principalmente.

De esta forma se tiene un buen punto para los falsificadores de moneda para "comercializar".

- 1.3.4 Zona de Grandes Urbes: Uno de los puntos predilectos - para los falsificadores, para introducir su producto, son las grandes ciudades. Esta razón de ser tiene su fundamento en que en las grandes urbes, (sin variación a la regla) cuentan con un gran movimiento de - moneda por el gran mercado que se suscita en ella, - además de demanda en dinero. Por otro lado, los grandes centros urbanos contemporáneos, por lo general - son muy antiguos en México, y acuden los turistas a ellos para conocer su historia, tal es el caso de - las ciudades de México y Guadalajara.

Una razón no menos importante, es que en la actualidad, un grueso de la población de las urbes, invierte sus ahorros en dólares en cuanto se enteran de alguna especulación ó rumor, en relación a que el peso mexicano se devalúe, o de inestabilidad política, -

etc.; y para protegerse los inversionistas, retiran sus ahorros bancarios y los cambian a dólares; generándose así una gran demanda del billete norteamericano, oportunidad aprovechada por los falsificadores. La razón de cambiar a dólares, es la de que se considera esta moneda como estable y fuerte en relación - al peso mexicano.

**1.3.5 Zona Pacífico:** La última zona detectada por la circulación de dólares falsos, es la que se encuentra en el Pacífico Oeste-Noroeste; pues ésta se tiene clasificada como uno de los centros de operación, del productivo negocio del narcotráfico de estupefacientes, a nivel nacional; es decir, que los Estados localizados en esta franja, como son Guadalajara, Sinaloa y Nayarit (por mencionarse solo los principales), se dedican a producir y dirigir el tráfico de drogas - producidas en Centroamérica o en el país; dirigida - hacia los Estados Unidos de Norteamérica. Se fomenta con este fenómeno, la falsificación de billete por - los grandes volúmenes de negociaciones que ejercitan, que incluso en ocasiones se han llegado a encontrar campesinos ilusionados en agencias comerciales dispuestos a adquirir un artículo costoso, pagándolo - con el producto del trabajo de la cosecha de enervantes; y que al hacer la operación de compra-venta - caen en cuenta de que el dinero que portan es falso.

ya que por lo general este negocio ilícito de estupefacientes se maneja preferentemente en dólares norteamericanos.

Como conclusión de las cinco zonas aquí citadas, se puede observar que el problema de la falsificación de dólares aqueja prácticamente a todo el país; en algunos puntos - con mayor intensidad. Así, la probabilidad de encontrarse con una falsificación en circulación en algún estado del país existe; siendo por cualquiera de las cinco razones anteriores, o por cualquier otra.

FALSIFICACION EN 1986.

NOMBRE DEL ESTADO.	DENOMINACION						TOTALES	
	1	5	10	20	50	100	PIEZAS	IMPORTE
SIN NOMBRE					1		1	50
AGUASCALIENTES				2	1	8	11	890
BAJA CALIFORNIA NORTE					1	2	3	250
BAJA CALIFORNIA SUR						1	1	100
COAHUILA						3	3	300
COLIMA				1			1	20
CHIAPAS				1	6	32	39	3,520
CHIHUAHUA				1			1	20
DISTRITO FEDERAL	1	1	11	55	276	1,364	1,708	151,416
DURANGO						2	2	200
ESTADO DE MEXICO				5	11	28	44	3,450
GUANAJUATO				4	3	24	31	2,630

GRAFICA 1.3.B.1

NOMBRE DEL ESTADO.	DENOMINACION						T O T A L E S	
	1	5	10	20	50	100	PIEZAS	IMPORTE
GUERRERO			4	8	8	46	66	5,200
HIDALGO					1	3	4	350
JALISCO			15	39	21	135	210	15,480
MICHOACAN	1			7	2	17	27	1,945
MORELOS				2	1	11	14	1,190
NAYARIT				4	2	88	94	8,980
OAXACA				3	1	4	8	510
PUEBLA				6	3	36	45	3,870
QUERETARO						3	3	300
QUINTANA ROO				16	4	26	46	3,120
SAN LUIS POTOSI					6	13	19	1,600
SINALOA				40	3	23	66	3,250
TAMAULIPAS						2	2	200
TLAXCALA				1		1	2	120

GRAFICA 1.3.8.1

NOMBRE DEL ESTADO.	DENOMINACION						TOTALES	
	1	5	10	20	50	100	PIEZAS	IMPORTE
VERACRUZ				1	2	8	11	920
YUCATAN			1	3	4	11	19	1,370
ZACATECAS				4		13	17	1,380
<b>T O T A L E S</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>31</b>	<b>203</b>	<b>357</b>	<b>1,904</b>	<b>2,498</b>	<b>212,631</b>

GRAFICA 1.3.8.1

FALSIFICACION EN 1987.

NOMBRE DEL ESTADO.	DENOMINACION						TOTALES	
	1	5	10	20	50	100	PIEZAS	IMPORTE
AGUASCALIENTES				6	2	10	18	1,220
BAJA CALIFORNIA NORTE						1	1	100
CAMPECHE				1			1	20
COAHUILA						3	3	300
COLIMA						2	2	200
CHIAPAS				4	6	23	33	2,680
CHIHUAHUA					1	1	2	150
DISTRITO FEDERAL		5	20	195	249	895	1,364	106,075
DURANGO				2		2	4	240
ESTADO DE MEXICO			1	4	9	31	45	3,640
GUANAJUATO	2			7	6	9	24	1,342
GUERRERO			1	6	13	21	41	2,880

GRAFICA 1.3.B.2

NOMBRE DEL ESTADO.	DENOMINACION						TOTALES	
	1	5	10	20	50	100	PIEZAS	IMPORTE
HIDALGO					1	2	3	250
JALISCO		1	4	59	41	137	242	16,975
MICHOACAN				16	3	22	41	2,670
MORELOS				1		2	3	220
HAYARIT				2	1	5	8	590
NUEVO LEON					1	4	5	450
OAXACA						18	18	1,800
PUEBLA			1	6	3	9	19	1,180
QUERETARO				3	3	3	9	510
QUINTANA ROO				12	12	39	63	4,740
SAN LUIS POTOSI				3	3	6	12	810
SINALOA				7	3	29	39	3,190
TABASCO						1	1	100
TLAXCALA				1		1	2	120

GRAFICA 1.3.B.2

NOMBRE DEL ESTADO.	DENOMINACION						TOTALES	
	1	5	10	20	50	100	PIEZAS	IMPORTE
VERACRUZ				1	1	5	7	570
YUCATAN			2	8	4	28	42	3,180
ZACATECAS				5	1	10	16	1,150
<b>T O T A L E S</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>29</b>	<b>349</b>	<b>363</b>	<b>1,319</b>	<b>2,068</b>	<b>157,352</b>

GRAFICA 1.3.B.2

**C A P I T U L O 2**

**EL BILLETE DOLAR GENUINO**

## CONOCIMIENTO DEL BILLETE NORTEAMERICANO.

( DOLAR U.S. )

## 2.1 GENERALIDADES HISTORICAS.

Desde épocas muy remotas los avances en la estructura económica de los pueblos, obligaron a éstos a desarrollar un sistema cambiario que principió con el simple trueque que estaba íntimamente ligado con la mercancía negociada, hasta llegar a la acuñación de monedas en metal precioso que aparecieron en Asia Menor durante el siglo VII antes de Cristo. Desde esta época y hasta la actualidad, la acuñación de monedas es algo natural en todos los países.

Los billetes se comenzaron a usar debido a las limitaciones físicas que involucraban las grandes transacciones de dinero, y en la actualidad el billete tiene en todo el mundo más circulación que las monedas acuñadas.

El primer dinero Europeo en forma de papel fue emitido en la fortaleza española de Alhama en el año de 1483; a partir de esta fecha el uso del billete se empezó a extender poco a poco por toda Europa, pasando por los países bajos, Suecia en 1656, Inglaterra en 1690 y extendiéndose posteriormente a América durante el año de 1694, a las trece colonias que originalmente formaron Los Estados Unidos de Norteamérica.

En estas trece colonias el problema de dinero fue muy agudo por la creciente población y el comercio tan gran-

de que existía. La corona británica controlaba los precios - de los artículos de importación y exportación, y no autorizaba la emisión de billetes, por lo que las transacciones comerciales tenían que hacerse con "shillings" británicos, piezas de ocho reales españoles, coronas portuguesas, o bien - con tabaco, anzuelos, etc...

Durante los tiempos de guerras civiles o para financiar expediciones, se hizo necesario el uso del papel moneda, por lo que los gobiernos de las colonias decidieron imprimir el suyo propio, el cual, además de tener muchos defectos de impresión, era muy fácilmente falsificable, y aunque algunos de estos billetes contenían la leyenda de " Muerte al Falsificador ", pronto se llenaron las colonias de piezas falsas.

Como no se tenía un gobierno central, estos billetes eran únicamente aceptados en las colonias de origen y en sus cercanías; todavía a pesar de estas restricciones para su uso, una misma colonia emitía cientos de billetes diferentes como es el caso de Pennsylvania, la cual durante el periodo de - 1723 a 1780 emitió 250 tipos diferentes.

Los primeros intentos para regularizar la emisión del papel moneda fueron hechos por el Congreso Continental, el cual autorizó en 1775 la emisión de billetes " Continentales ", los que empezaron a circular en agosto de 1776, poco tiempo después de la firma de la declaración de la Independencia, pero debido a la poca estabilidad económica existente, su circulación se detuvo en 1781, por lo que el uso de papel moneda - quedó limitado a las instituciones privadas, formándose un -

gran número de bancos, los cuales emitieron billetes propios.

En 1791 fue creado el Banco de los Estados Unidos como un nuevo intento de regularizar la emisión y circulación en todo el país.

Durante la guerra civil fue necesario que el congreso autorizara otro tipo de billetes denominados de "Demanda", con el objeto de cubrir los gastos que la guerra originaba. Fueron estos billetes la primera moneda de uso corriente que utilizó el gobierno de los Estados Unidos.

Ahora bien, el nombre del dólar tiene un curioso origen. En el valle de San Joaquín, en la región Europea de Bohemia, comenzaron a acuñarse durante el siglo XVI unas monedas de plata que recibieron el nombre de "Joachimsthaler". Reduciendo simplemente a "thaler" (que significa "del valle"), el término tuvo feliz acogida en varios países europeos y fue llevado a América. En 1792, cuando el gobierno de los Estados Unidos resolvió acuñar su propia moneda, la bautizó con el nombre de dólar (dollar), deformación del antiguo thaler bohemio (ó doblón); El banco de Maryland fue el primero que emitió tal moneda. En el anverso aparecía el busto del presidente con las trece estrellas (Virginia, Massachusetts, Maryland, Rhode Island, Nueva York, Nueva Jersey, Connecticut, New Hampshire, Maine, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Pennsylvania, y Georgia), y en el reverso un águila, representación de los estados confederados, entre dos ramos de roble, además de la leyenda "United States of -

America". El primitivo dólar norteamericano, copiado de la - pieza española de ocho reales, era de plata y pesaba unos 26 gramos; hasta 1935, año en que se dejó de ser acuñado, se ha**ían** emitido novecientos millones de unidades. El gobierno - de los Estados Unidos acuñó también, durante el siglo pasado, dólares de oro que pesaban poco más de un gramo y medio y te**nían** el mismo valor que los de plata. Todas estas monedas - han dejado de ser emitidas y los dólares actuales son de pa**pel**.

Después de todos estos intentos para remediar la si**tuación** en la emisión y circulación de papel moneda, el con**greso** de la unión autorizó en 1913, por medio del acta de la Reserva Federal, la creación de doce distritos de la Reserva Federal, en cada uno de los cuales existe un Banco de la Reserva Federal, con facultades para la emisión de billetes.

Cada uno de estos Bancos Federales tiene un número y letra de distrito que los identifican, como se muestra en la tabla 2.1.8

El número y letra de distrito aparecen en todos los billetes de la Reserva Federal.

Banco de la Reserva Federal.	Letra de Distrito.	Número de Distrito.
Boston.	A	1
New York.	B	2
Philadelphia.	C	3
Cleveland.	D	4
Richmond.	E	5
Atlanta.	F	6
Chicago.	G	7
St. Louis.	H	8
Minneapolis.	I	9
Kansas City.	J	10
Dallas.	K	11
San Francisco.	L	12

IDENTIFICACION DEL BANCO FEDERAL  
EN UN BILLETE DOLAR.

TABLA 2.1.8

## 2.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MANUFACTURA DEL DOLAR NORTEAMERICANO.

### 2.2.1 PAPEL.

En la actualidad, todo el papel moneda del gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica es fabricado para uso exclusivo en la emisión de sus billetes y éste es empleado - indistintamente en los billetes de las denominaciones de un dólar, hasta en los de 10,000 dólares, aún cuando las especies de más alto valor tienden a desaparecer debido a su escasa circulación. Al Departamento del Tesoro de los Estados Unidos, le cuesta 2.6 centavos de dólar las formas de papel para imprimir los billetes. La fabricación de papel es de patente exclusiva y su constitución es a base de algodón, lino y otros elementos que le dan características de alta resistencia, color y durabilidad. Es así, que para prevenir la falsificación en el papel, el Departamento de Grabado e Impresión hace un control minucioso de varias pruebas, entre las cuales están las de resistencia al dobléz, a la tensión, al rasgado, al largo de ruptura, etc... Antes el efectivo era hecho 100% de lino.

Durante la elaboración del papel, se le agregan multitud de fibrillas de colores azul y rojo, las cuales en un tiempo fueron de seda y en la actualidad son de rayón, que es el equivalente a la seda natural, pero ésta es sintética. Estas fibrillas aparecen visiblemente al observador, repartidas en toda la superficie sin ningún orden, tanto en el an-

anverso como en el reverso del billete.

### 2.2.2 TINTAS.

Las tintas negra y verde, fundamentales en los billetes dólares, corresponden a una patente especial usada exclusivamente para la fabricación de las especies monetarias de los Estados Unidos. Son de alta resistencia a la decoloración y al uso cotidiano, y apropiadas para el procedimiento de impresión por grabado en acero; y tiene la mayoría de la tinta negra, base magnética, como elemento de seguridad o control. Gráfica 2.2.2.B

### 2.2.3 IMPRESION.

Los sistemas de impresión utilizados en los billetes dólares norteamericanos son los de grabado en acero (intaglio ó hueco grabado) y la de tipografía.

Tanto en el anverso como en el reverso, en tipografía únicamente se presentan los sellos del Departamento del Tesoro, el Banco Emisor, los Números de Folio y los cuatro números que identifican el distrito; el resto del billete está impreso en intaglio.

#### 2.2.3.1 Sistemas de Impresión.

A) Grabado en Acero, Intaglio ó Hueco Grabado.: El sistema de impresión de hueco grabado, intaglio ó grabado en acero, se basa en el principio de hacer una talla sobre una superficie de acero dulce, para formar así cavidades o huecos de diferentes profundidades y tamaños; ésto en una super

ficie plana, que es comunmente denominada como plancha de im presión.

Continuando con el procedimiento de manufactura, la tinta se aplica a la plancha de impresión, y una cuchilla la raspa, dejando solamente la depositada en los huecos ya mencionados, los cuales con posterioridad la transfieren sobre el papel a imprimir, produciendo un realce detectable al tag to. Esto se obtiene al depositar una cantidad de tinta bajo una presión de  $422 \frac{\text{kg.}}{\text{cm.}^2}$ , en el momento de la impresión y de acuerdo a las variantes en la profundidad de las ranuras, de la plancha de acero, se formarán diversas tonalidades. Es por esto, que el retrato, y en general todo el billete genuíno, es claro, fino y definido: La expresión de los ojos es -remarcadamente viva (como si se tratase de una tercera dimen sión); así como el fondo del retrato es compuesto de cientos de cuadros (también llamada malla) claros y delgados, hechos por líneas horizontales y verticales. Los curvos ó líneas de guilloche son siempre claras y definidas, pues son ejecuta-- das con una máquina de regla-paralela, capaz de lograr una - exactitud microscópica.

Todos estos detalles de impresión en Intaglio, han - sido la principal línea de defensa contra la falsificación. En la actualidad, los equipos verifican automaticamente es-- tas operaciones.

B) Tipografía.: El sistema de impresión tipográfica es inverso al hueco grabado, es decir, los tipos por impr-- mir están en relieve, por lo que al ser aplicada la tinta, -

únicamente estas zonas la reciben y la transfieren al papel, realizando la impresión mediante presión o contacto ( al - igual que en una máquina de escribir ). Esta impresión provoca un leve hundimiento y un mayor acumulamiento de tinta al borde de lo impreso.

Ambos sistemas de impresión son puestos en evidencia en su principio en las gráficas 2.2.3.1.B.1; además de en - dónde se presenta cada impresión en el billete dólar, en la gráfica 2.2.3.1.B.2

#### 2.2.3.2 Dibujos.

Los dibujos que componen los billetes dólares norteamericanos, pueden dividirse en tres grupos básicos:

- El motivo que en el anverso está constituido por - el retrato de algunos de los diferentes personajes que han - tenido los Estados Unidos. En el reverso por algún edificio del gobierno o viñeta; cada pequeño detalle de la viñeta debe ser distinguido claramente.

- Adornos, formados por el cruzamiento de trazos finos rectilíneos, lo que comunmente se conoce como líneas de guilloche o curvos, cuyas figuras geométricas forman el marco del billete o rodean algunas de las inscripciones.

- Inscripciones, leyendas, números, firmas y sellos. El Sello de la Tesorería tiene alrededor del borde, puntos - de diente de sierra definidos y espaciados; así como el número de serie en cada billete, comprende ocho números precedi-

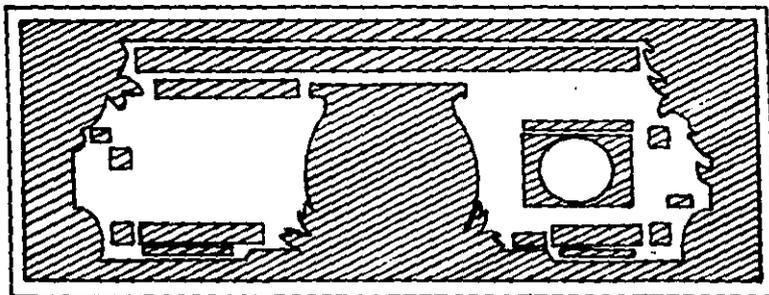
dos y seguidos por una letra del alfabeto, las cuales deben de estar espaciadas y alineadas propiamente.

LOCALIZACION DE TINTA MAGNETICA  
EN EL BILLETE DOLAR.\*

La tinta magnética siempre se manifiesta en un color obscuro; mientras que la tinta no magnética se manifiesta en un color verde (en el caso de que el billete sea del tipo de la Reserva Federal) a excepción hecha del Sello del Banco - Emisor, que en este sentido es de color negro y no magnética.

El reverso del billete está impreso en su totalidad con tinta en color verde, por ende, se trata de tinta no magnética.

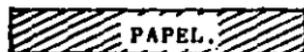
Anverso.



\* Area Sombreada.

GRAFICA 2.2.2.B

GRABADO EN ACERO.



HUECOS DEL GRABADO.



TINTA DEPOSITADA EN  
LOS HUECOS.



TINTA.

HUECO DEL GRABADO.



CORTES TRANSVERSALES.

GRAFICA 2.2.3.1.8.1

TIPOGRAFIA.

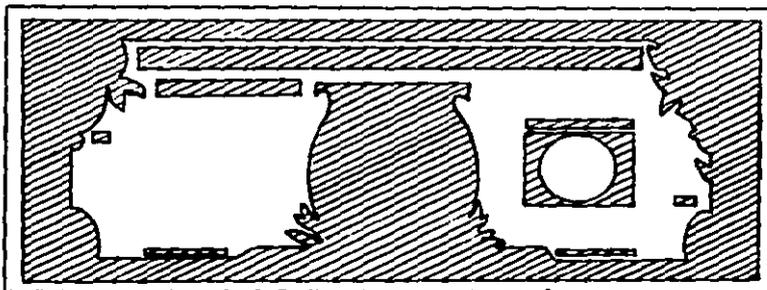


CORTES TRANSVERSALES.

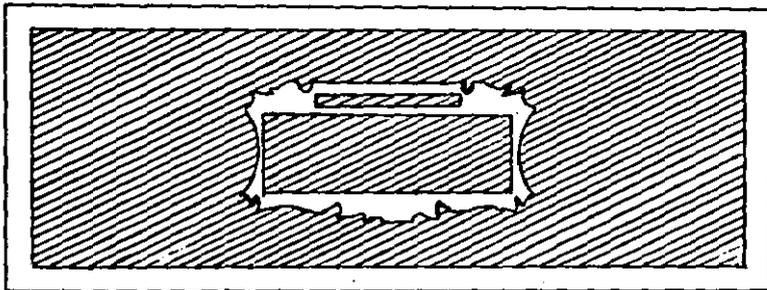
GRAFICA 2.2.3.1.B.1

## SISTEMA DE IMPRESION DE INTAGLIO EN EL BILLETE.\*

Anverso.



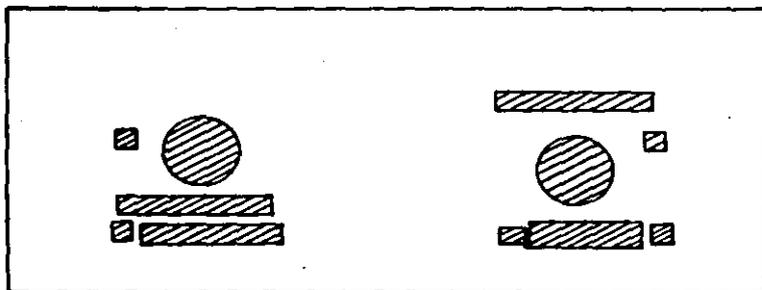
Reverso.



\* Area Sombreada.

## SISTEMA DE IMPRESION TIPOGRAFICA EN EL BILLETE.\*

Anverso.



\* Area Sombreada.

GRAFICA 2.2.3.1.8.2

### 2.3 CARACTERISTICAS DE UN BILLETE NORTEAMERICANO.

Los billetes dólares norteamericanos contienen las siguientes características en cada una de sus denominaciones.

- En la zona central superior del anverso, la descripción del tipo de billete de que se trate.

- En el lado derecho, el Sello del Departamento del Tesoro con la leyenda correspondiente. El Sello posee una balanza que significa igualdad y justicia, una banda con trece estrellas que representa las trece colonias originales, y una llave que es un antiguo símbolo de las oficinas de estado.

- En el lado izquierdo, el Sello del Banco Emisor con la letra que lo identifica, y la leyenda del distrito a que pertenece.

- El Número de Distrito anotado en los cuatro extremos interiores del billete.

- El Número de Folio, de lado derecho, arriba del Sello del Tesoro, y en el lado izquierdo debajo del Sello del Banco Emisor. El número de folio principia siempre con una letra, que es la correspondiente al Banco Emisor, seguida de

ocho dígitos y termina con otra letra cualquiera, que nos indica el número de veces que se ha repetido el número de folio. En algunos casos en lugar de la última letra, tiene un asterisco o estrella, lo que indica que se trata de un billete de sustitución porque el original se dañó durante su proceso de fabricación.

- En el centro del billete se presenta un Retrato de un Personaje de relieve nacional, característico para cada denominación.

1 Dólar.....	George Washington.
2 Dólares.....	Thomas Jefferson.
5 Dólares.....	Abraham Lincoln.
10 Dólares.....	Alexander Hamilton.
20 Dólares.....	Andrew Jackson.
50 Dólares.....	Ulysses S. Grant.
100 Dólares.....	Benjamin Franklin.
500 Dólares.....	William McKinley.
1,000 Dólares.....	Grover Cleveland.
5,000 Dólares.....	James Madison.
10,000 Dólares.....	Salmon P. Chase.

El papel moneda de los Estados Unidos, ha sido estandarizado, de manera que la denominación de un billete sea identificado por el retrato ovalado que presenta en el centro de éste.

- En la parte baja del retrato, al lado derecho, se

encuentra la Serie, la cual consiste en el año en que fue autorizada la emisión de ese billete. Algunas veces va acompañada la serie de una letra, la cual, en caso de aparecer, indica únicamente que hubo cambio de firmas durante la vigencia de la emisión.

- Al reverso, el billete contiene en el centro, el motivo principal, que identifica su denominación. Excepto en el billete de dos dólares, del cual hay emisiones con diferentes motivos principales en el reverso:

- 1.-) El monticello, y
- 2.-) La firma de la declaración de independencia. Esta se incluyó en el billete conmemorativo al bicentenario.

- En la parte inferior de la leyenda "The United States of America", aparece la leyenda "In God We Trust" en billetes impresos a partir de 1957, para el billete de un dólar. En el resto de las denominaciones aparece la misma leyenda a partir de 1963.

En la gráfica 2.3.B se presenta un billete dólar para localizar la posición que guarda cada una de las características enumeradas.

#### 2.4 TIPOS DE BILLETES EN CIRCULACION.

Los billetes dólares norteamericanos que se pueden encontrar en circulación actualmente, son los de la Reserva Federal, los Billetes de Banco de los Estados Unidos y los - Certificados de Plata, cuyas características son:

2.4.1 Los Billetes de la Reserva Federal tienen el Sello del Departamento del Tesoro y los Números de Folio en color verde, y sus denominaciones corresponden a 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500\*, 1000\*, 5000\* y 10000\* dólares.

2.4.2 Los Billetes de Banco de los Estados Unidos tienen el Sello del Departamento del Tesoro, y los Números de Folio en color rojo; y carecen del Sello correspondiente del Banco Emisor; sus denominaciones corresponden a 2\*, 5\* y 100 dólares norteamericanos.

2.4.3 Los Billetes Certificados de Plata tienen el Sello del Departamento del Tesoro y los números de Folio en color azul; carecen del Sello correspondiente al Banco Emisor y - sus denominaciones corresponden a 1\*, 5\* y 10\* dólares norteamericanos.

Sin embargo, todos los tipos tienden a desaparecer - permaneciendo únicamente los billetes del tipo de la Reserva Federal. De estos billetes, actualmente solo se imprimen las denominaciones de 1, 5, 10, 20, 50 y 100 dólares de la Reserva Federal, (Sellos y Números de Folio en color verde) y el billete de 100 dólares con el Sello en color rojo, así como los Números de Folio en los Billetes de Banco de los Estados

\* Las denominaciones marcadas no se imprimen actualmente, pero en ocasiones pueden encontrarse en circulación.

Unidos.

No obstante, ocasionalmente se pueden llegar a encontrar billetes con el Sello y Números de Folio en color oro, que corresponden a los Certificados de Oro.

También pueden encontrarse en circulación billetes con Sello y Números de Folio en color café, que corresponden a los denominados " Moneda Nacional de Circulación" y a los "Billetes de Banco de la Reserva Federal".

Dentro de los billetes de la Reserva Federal, se tiene tres periodos de emisiones que tienen importancia por las diferencias en su impresión.

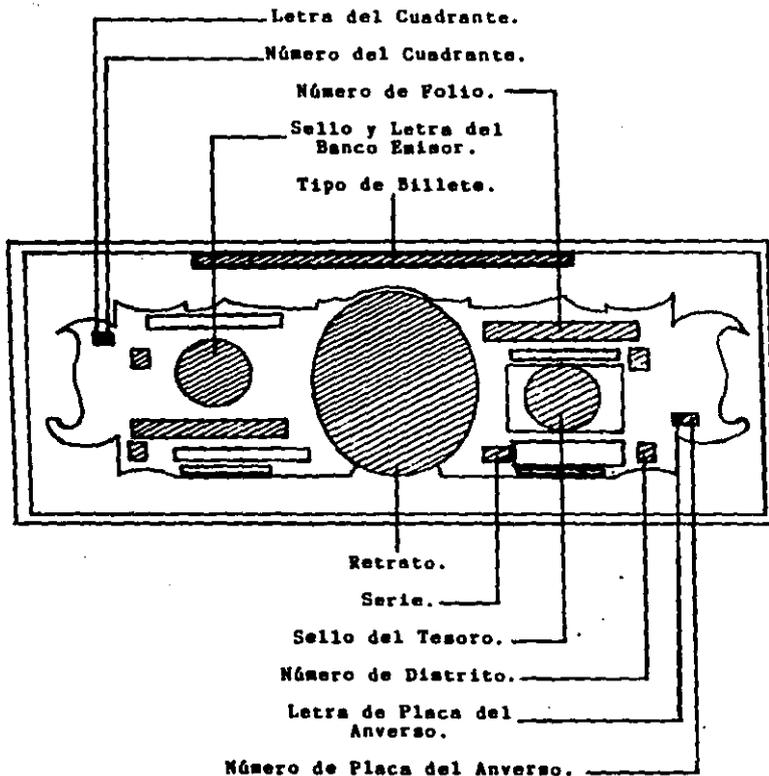
- 1.- Series del año de 1934: El billete completo impreso en grabado en acero, con excepción del sello de la tesorería y número de folio, los cuales están en tipografía. Los sellos son más grandes que los actuales y el del Banco Emisor carece de dientes o estrías en la periferia; a partir de las series de 1935, los sellos conservan el tamaño de los actuales. El tamaño de la denominación escrita en la parte inferior del anverso del billete es menor y tiene la leyenda "Will pay to the bearer on demand"; además, es más grande la palabra de la denominación sobre el sello de la tesorería.
- 2.- Las Series de 1935 hasta las de 1963A: Estas series están impresas en grabado en acero, excepción hecha de los dos sellos, números de folio, firmas, series y -

números representativos del banco emisor, que están impresos en tipografía.

3.- Series de 1963 a la fecha: Estos billetes están impresos en grabado en acero, excepto los sellos, números de folio y números representativos del banco emisor, - los cuales están en tipografía.

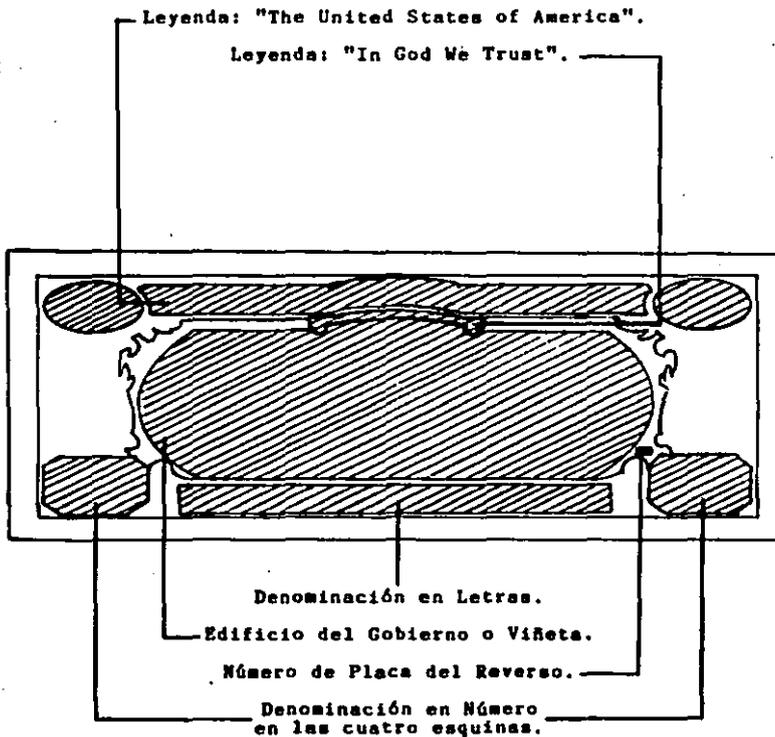
A partir de esta fecha se puede leer en el reverso - del billete la leyenda "In God We Trust".

CARACTERISTICAS IMPORTANTES DEL PAPEL MONEDA.  
(ANVERSO DEL BILLETE)



GRAFICA 2.3.B

**CARACTERISTICAS IMPORTANTES DEL PAPEL MONEDA.  
(REVERSO DEL BILLETE)**



**GRAFICA 2.3.8**

**C A P I T U L O 3**

**LAS TECNICAS DE FALSIFICACION  
Y LOS METODOS DE IDENTIFICACION**

### 3.1 ALTERACIONES EN LOS BILLETES.

Los cambios que sufren los billetes legítimos en su esencia misma, o en su forma, se les denomina alteraciones; ésto como consecuencia de su circulación. Pueden existir dos tipos de alteraciones como resultado:

**A) No Fraudulentas:** Son aquellas deformaciones que sufre el billete, debido, entre otras cosas, a:

- 1.- Maltrato o destrucción por el uso. Los dólares - pasan a través de lavadoras, la gente va a nadar con un par de dólares en sus trajes de baño, los mecánicos toman el billete con las manos grasosas (ensucidadas), la gente los usa como papel de lija fina, y en general, por el desgaste suscitado al circular el billete, de cartera en cartera.
- 2.- Roturas.
- 3.- Quemaduras.
- 4.- Dibujos, sellos, ó escritura en la superficie - del billete.
- 5.- Manchas que por descuido o por accidente cubren parte de la superficie del billete o su totalidad.
- 6.- Decoloración por acción climatológica o por efecto de diversas substancias químicas.

**B) Fraudulentas:** Son aquellas modificaciones que se llevan a cabo por medios físicos ó mecánicos, con el objeto de cambiar la denominación del billete.

En relación con las alteraciones fraudulentas destacan las -

siguientes entre otras:

1.- Timo de la guitarra. Por lo general este tipo de alteración, se realiza con objeto de efectuar una es tafa, por medio de injertos en los números de folio, para de esta manera tener varios billetes con el mis mo número de folio.

2.- Ataque químico. También se pueden efectuar las - alteraciones por medios químicos en transferencias, en cuyo caso el billete original queda decolorado. Puede también decolorarse totalmente un billete au-- téntico, de baja denominación, para obtener el papel genuino e imprimir en él un billete de alta denomina- ción (en este caso se combina la alteración, con la falsificación).

### 3.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MANUFACTURA DEL BILLETE FALSO.

Es conveniente conocer las técnicas empleadas de las que se sirven los falsificadores, pues así se puede saber en qué puntos es que fallan generalmente, y de esta forma poder atacar el problema con mayor certeza, diseñando un sistema - eficaz de detección.

#### 3.2.1 PAPEL.

Los falsificadores, en general recurren a materiales y equipos comerciales, utilizando papel común y corriente. - Este no tiene las características y consistencia del papel - moneda auténtico; generalmente el papel común y corriente es tá compuesto por materias encolantes (goma), materiales de - relleno, fibras vegetales, caolín, talco, asbertina y yeso. Es así que los papeles comerciales carecen de las fibrillas de seguridad azules y rojas que identifican al papel auténtico. Algunos falsificadores tratan de imitar éstas dibujándolas ó imprimiéndolas con tinta roja y azul sobre la superficie del papel, pero un examen cuidadoso descubre fácilmente el engaño.

Es ilegal en los Estados Unidos el hacer papel similar a aquel usado por el Departamento de Impresión y Grabado y por lo tanto, es obvio que éste no revelará la fórmula del papel ni tampoco el manufacturero del papel. Y como es muy - difícil el obtener un papel muy similar al original, algunos

falsificadores más "profesionales" optan por decolorar billetes originales de 1 dólar, para luego obtener tan solo el papel original e imprimirlo con denominación falsa de mayor adquisición, como son los de 20, 50 y 100 dólares. Valiéndose de esto último, algunos falsificadores logran convertir billetes de 1 dólar, en 100 dólares, cambiando tan solo el número de denominación, y se tiene así billetes de 100 dólares con el retrato de George Washington (que es propio en los billetes de 1 dólar), en vez del retrato de Benjamín Franklin de los originales.

En ocasiones, el papel es comercial, y no pueden quitar los sellos de agua los falsificadores, ó como es comercial, nunca se llega a tener la misma coloración que el original que no es blanco, como el comercial. En otros tantos papeles comerciales para fines fraudulentos, se intenta igualar el color del papel del billete auténtico por medio de tintes, a lo que al cabo del tiempo y del uso se decoloran evidenciando así su falsedad.

### 3.2.2 TINTAS.

Se utiliza comunmente tinta comercial, usada para procesos de offset y tipografía; la tinta offset se empapa a el papel, mientras que la impresión en los billetes genuinos está elevada gracias a el sistema de impresión de intaglio. Asimismo se han logrado encontrar en ocasiones billetes falsos con características de tinta ferromagnética.

### 3.2.3 IMPRESION.

Para detectar las falsificaciones, es necesario conocer los medios físicos que utilizan los falsificadores para la imitación del papel moneda. Los casos más comunes que se presentan en la falsificación de papel moneda, son los siguientes:

#### A) Falsificación por procedimientos fotomecánicos.-

Este tipo de falsificación son las que ofrecen el mayor riesgo, debido a los resultados que se obtienen. Las técnicas de impresión más empleadas, son el offset y la tipografía, aunque también se ha empleado la impresión en intaglio, y en algunos casos, combinaciones de dos o tres procedimientos.

La mayor falsificación de papel moneda es impreso desde placas de cobre ó zinc que han sido atacados con ácidos, y no grabados como los originales. Consecuentemente, los billetes falsificados están defectuosos en muchas características, desde que es imposible el controlar la acción del ácido corrosivo sobre las planchas en el mismo grado en que un grabador competente controla su herramienta de grabado.

Es así, que la técnica de impresión más comunmente empleada por los falsificadores es la de offset, que es una técnica que además los obliga a tomar una serie de negativos fotográficos: Un billete es fotografiado, un color a la vez, a través de filtros teñidos; la imagen en cada negativo es quemada con una lámpara de alta intensidad a una placa impresora sensible a la luz, teñida y transferida a rodillos cubiertos de plástico que lo imprimen sobre el papel -una vez más, un

color a la vez. Un dólar es verde y negro, y de esta manera mucho más simple de reproducir que una fotografía de una revista, la cual puede contener varios tintes. En el sistema - offset se utiliza un equipo de impresión absolutamente plano, lo cual es detectable, presentando deficiencias de impresión y de colorido. La diferencia entre un billete genuino y uno falsificado impreso tipográficamente es la misma que aquella entre una tarjeta de crédito bancaria grabada y una tarjeta impresa tan solo en la superficie.

En una falsificación, el retrato está usualmente empañado y rayado, y los ojos raramente tienen la claridad, profundidad y brillo que los genuinos, así como las facciones confusas; el pelo y las cejas generalmente aparecen en desorden, sin - distinción de tonos claros y oscuros. También el fondo del retrato en el billete falsificado, presenta la malla ó rejilla con cientos de cuadros quebrados o llenos de tinta negra, o a la inversa, con grandes zonas blancas por interrupción ó carencia de líneas.

Asimismo, los curvos o líneas de guilloche en el billete falsificado están muchas de ellas incompletas, borrosas o muy - gruesas. El sello del departamento del tesoro presenta alrededor del borde, los puntos de diente de sierra en forma redondeada o quebrada. En los números de folio en la mayoría - de las falsificaciones, algunos de los números están impresos imperfectamente y fuera de línea; y en ocasiones no coincide la letra inicial de los números, con la letra que presenta al centro el sello del banco emisor del billete, lo -

que indica que se trate de una falsificación, ya que en un billete genuino, deben de tratarse de la misma letra.

En la mayoría de las falsificaciones, la viñeta que presenta el billete al reverso, contiene defectos notables en el sombreado y en otras características de claridad; como son las líneas confusas, como si se tratase de una fotografía ligeramente fuera de foco, carentes de nitidez que corresponde a una impresión auténtica.

B) Dibujos a Mano.- Este tipo de falsificaciones son muy raras y se presentan generalmente en lugares donde el índice de analfabetismo es más elevado. Algunos falsificadores que usan este sistema, se auxilian de pentógrafos, retocando después el dibujo con tintas adecuadas para darle un color parecido al de los billetes auténticos. Esta forma de falsificación no se considera peligrosa, debido a que es fácilmente detectable y su volúmen de producción es mínimo.

C) Reproducción con máquinas copadoras.- Estas han proliferado, debido al perfeccionamiento a que han llegado algunas de estas máquinas y al uso cada vez más extenso que se hacen de ellas, sin embargo, a pesar de que algunas de las copias se colorean por diferentes medios, no presentan éstos graves problemas para su identificación. Se ha observado en general, que al tratar de alcanzar una buena fotocopia de un billete, el retrato pueda alcanzar bastante claridad, pero la malla pierde finura, pues se satura de tinta; por lo tanto es difícil el hacer una buena falsificación a partir de una fotocopiadora.

D) Transferencias.- Estas consisten en obtener de un billete auténtico tratado por medio de sustancias químicas, una copia transferida de dicho billete sobre un papel comercial cualquiera, recortando al tamaño del propio billete. Los resultados que se han obtenido son bastante defectuosos, aparentando decoloración en la impresión del grabado.

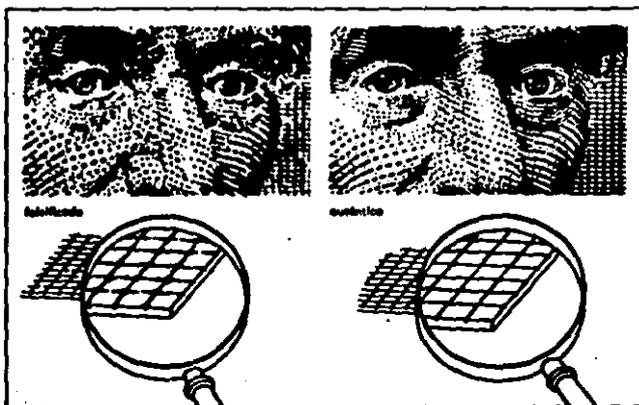
### 3.3 METODOS DE IDENTIFICACION ENTRE BILLETES FALSOS Y AUTENTICOS.

#### 3.3.1 METODO DE COMPARACION DIRECTA.

Cuando se tiene un billete que por alguna razón presenta sospechas sobre su autenticidad, el medio más simple y efectivo para su identificación, es el de comparación directa; para llevar a cabo esta comparación, es necesario auxiliarse de una lupa con un aumento mínimo de un diámetro y medio. El billete dudoso habrá de compararse con uno auténtico, procurando que ambos correspondan a una misma denominación, y de ser posible, de la misma fecha de serie, además, con las mismas características de uso aparente.

Entre los puntos principales para determinar si la pieza es auténtica o falsa, es necesario observar: la calidad de impresión, la semejanza en cuanto a la tonalidad de los colores, la calidad del retrato y la continuidad de las líneas del mismo. Es aconsejable observar detalladamente en el retrato, la "viveza" de los ojos, dando una proyección diferente al plano, dada tan solo en los billetes genuinos. También

es válido el revisar la malla de fondo que tiene el retrato, cuidando de que éstas sean definidas.



En la ilustración se compara el detalle aumentado de un billete de banco de los Estados Unidos falsificado (a la izquierda) con el detalle de un billete de banco auténtico (a la derecha).

Otras de las características a comparar son los curvos ó líneas de guilloché, el cual es, el trabajo neto de líneas delgadas, blancas y finas alrededor del borde, con características de entintado; en relación a ésto, el Departamento de Grabado e Impresión periódicamente recibe llamadas de personas que han "descubierto" señales secretas y códigos; la más famosa es la "araña" de Jan. que aparece en el borde

inferior en la parte reversa del billete: -El cuerpo redondo y sus cuatro patas como de cangrejo-. Pero en realidad esta observación no dá ninguna prueba de la veracidad del billete; ya que tan solo son detalles del dibujo que aparecen indistintamente en los billetes, y que los portadores le encuentran formas ó parecidos, según su imaginación. En general, - casi todo el billete está hecho a base de líneas muy finas, claras y definidas.

Entre los puntos característicos a comparar, también está el color del sello de la tesorería, el número de serie, la viñeta o retrato en la parte reversa del billete; así como la calidad del papel, las fibrillas azul y rojas de seguridad, o bien, si se han tratado de simular éstas.

Para la identificación de billetes cuestionados, se debe recordar que el billete auténtico se caracteriza porque está hecho por impresión de intaglio y con papel y tinta especial, que lo hacen tener una mayor protección para su uso y contra las falsificaciones y alteraciones. El mayor problema que se le presenta al falsificador, es el estilo exclusivo que emplean los grabadores a través del método de placas de acero, y todo lo contenido en el billete, como retratos, inscripciones, rúbrica, dibujos, etc., que están hechos por artistas expertos.

Todo este tratado, podrá ser sustentado de razones - por el compendio visto anteriormente con el nombre de "Características Generales de la Manufactura del Billete Falso".

Más sin embargo, para que quede una idea lo suficientemente clara, para saber qué problemas atacar al intentar - realizar un detector de dólares falsos electrónico, se da un Examen Comparativo entre un billete auténtico y uno falso.

### 3.3.1.1 Examen Comparativo.

- Impresión:** - Auténtico: Están grabados en intaglio los perfils y el retrato de ambos lados del billete.
- Falso: Están hechos por offset (se distingue - principalmente en el retrato, pues se corre la tinta, y es plana al papel el sistema de impresión).
- Letra:** - Auténtico: Debe coincidir la letra que imprime el banco que emite el billete, con el que inicia la numeración.
- Falso: No coincide en ocasiones.
- Sello:** - Auténtico: El sello de la Reserva Federal es totalmente simétrico y de extremidades agudas y - definidas.
- Falso: En ocasiones (muchas) es borroso y asimétrico.
- Papel:** - Auténtico: Está hecho a base de fibras vegetales que no reaccionan con la luz ultravioleta (no presenta "fluorescencia" ó reflejo de luz). Además tiene pequeñas fibrillas de rayón (seda sintética) en color azul y rojo.
- Falso: En ocasiones el papel es comercial, y no pueden quitar los sellos de agua, ó como es co-

mercial, reacciona a la luz ultravioleta, pues éste es blanco. Las fibrillas de color azul o rojo son impresas y por lo tanto (ya no son fibrillas, sino tinta.

- Tinta:
- Auténtico: Debe ser ferromagnética.
  - Falso: En ocasiones no lo es, pero en fechas recientes se ha logrado detectar billetes falsos con características magnéticas.

Asimismo, se tiene la idea equivocada de que si se frota un billete auténtico con un papel blanco, éste debe de dejarlo manchado, y así indicar que éste es auténtico. Pero en la realidad esto no puede ser real, ya que al frotar un billete, auténtico ó genuino, con un papel blanco, se manchará éste último de tinta, al igual, sea éste falso ó verdadero.

### 3.3.2 METODO DE LA LUZ ULTRAVIOLETA.

Este método es basado en la calidad del papel original. Existe en la actualidad, la creencia de que si se pasa un billete por un haz de luz ultravioleta éste dirá si es falso o no por medio de la "fluorescencia" ó por el reflejo de la luz ultravioleta que presenta al color blanco. Si presenta el billete fluorescencia al contacto con el haz de luz ultravioleta, indicará esto que es falso, ya que el billete genuino no es de color blanco; color al cual reacciona la fluorescencia. Pero este método de detección no se con

sidera muy veraz, ya que se han encontrado gran volúmen de - piezas falsas, que tienen un tinte parecido al original, y - que en realidad con el tiempo y el desgaste que se le da al billete acaba por erradicarse el color, y en veces no se sabe si es verdadero ó falso, ya que en algunos puntos no presenta fluorescencia y en otros sí. En este caso es mejor seguir el dicho: -Si el billete se ve mal, es malo-.

En otros casos, se han encontrado un volúmen considerable de piezas falsas que son elaborados con tintes de suficiente calidad, y que nunca se llega a despintar, o a recordar un color blanco. Si no que son reconocidos como falsos a través de métodos diferentes de comparación directa y en - puntos claves.

También ha habido casos, en que billetes comprobados como genuinos, presentan reacción a la luz ultravioleta con el fenómeno de la fluorescencia.

Además este método de la luz ultravioleta no es muy recomendable para un cajero, ya que exposiciones extensas en el tiempo, de luz ultravioleta, producen alteraciones en los tejidos del cuerpo.

### 3.3.3 METODOS ELECTRONICOS.

Los sistemas electrónicos deben de estar diseñados, aprovechando las propiedades y características del dólar genuino para comprobar su veracidad. Es así, que conociendo la elaboración y propiedades del billete norteamericano se cuenta entonces con mayores probabilidades de contar con un sistema

tema más certero en su diagnóstico.

Para explicar a detalle, sobre los sistemas electrónicos detectores de dólares y el principio teórico en el cual se basan, así como sus limitantes y características, se procederá entonces a explicar en los capítulos posteriores todo ello.

#### 3.3.4 COROLARIO.

El único método detector de dólares falsos 100% vezraz, es el Método de Comparación Directa hecha por un verdadero experto y conocedor de la materia.

**C A P I T U L O 4**

**DISPOSITIVOS FUNDAMENTALES DE LOS DETECTORES**

## ELEMENTOS DE LOS DETECTORES ELECTRONICOS.

### 4.1 DETECTORES ELECTRONICOS DE DOLARES FALSOS.

Una vez comprendidos los capitulos y articulos en los que se exponen en forma detallada y precisa, tanto la manufactura del dólar legítimo, como la del dólar falso; (asimismo las técnicas empleadas en la elaboración de este último, y la comparación entre ambos) se procederá por consecuencia a intentar el desarrollar un diseño de un detector de dólares falsos. Para ello, se estudian cada una de las características del dólar genuino, así como la del falso, pues es preciso que se tengan claras las deficiencias que posea este último a comparación del auténtico, ya que así se intenta el lograr un diseño de un sistema, tal que localize una falla física, y así de esta forma, proceder a delatar la pieza por medio de señales eléctricas-electrónicas.

Das características dignas de tomarse en consideración para hacer el desarrollo del sistema, es el de constatar el sistema de impresión, y el de la tinta. Ambas características se encuentran localizadas en gran parte de la superficie del billete, además de que son difíciles de falsificar en su gran mayoría; es por esta razón que se puede pensar en el desarrollar un buen y confiable detector de dólares falsos.

Por otra parte, se considera que no se es muy confiable el intentar verificar por medio de un sistema electrónico, las letras y sellos del billete, puesto que éstas son re

lativamente fácil de falsificar y localistas, además de que es mucho más sencillo y veraz el tratar de verificar éstas - por otros medios y métodos que no sean electrónicos; a comparación de las dos características anteriores. Asimismo, la característica de papel no es suficiente como para el tratar de desarrollar un sistema electrónico de detección, ya que - en la actualidad ya existe un sistema de Luz Ultravioleta, - encargado para tal fin (aunque no del todo veraz y confiable) que contribuye de cierta forma a evitar la circulación de dólares falsos.

En conclusión, una vez dadas las razones, se procederá entonces a desarrollar dos sistemas electrónicos que detecten dólares falsos:

- Uno, basado en la comprobación de la autenticidad de la tinta; y el otro sistema dado en el siguiente punto.

- Basado en la comprobación del sistema de impresión en intaglio.

Y como primero se hará el diseño y desarrollo del sistema detector de tinta genuina, se cree conveniente el que para su mayor y mejor comprensión del mismo, el que se comprenda bien el funcionamiento de la cabeza magnética, así como el principio de la Ley de Faraday y el de los amplificadores; ya que el sistema detector estará basado en la característica de la tinta genuina que posee propiedades ferromagnéticas. Es por esto, que a continuación se da una explicación importante de cada uno de estos puntos, en el presente capítulo. Aunque más sin embargo, estos tres puntos también

serán de gran utilidad para el desarrollo del otro detector de dólares falsos (basado en la verificación del sistema de impresión); así que vale la pena su explicación y comprensión.

## 4.2 CABEZAS MAGNETICAS.

La descripción en detalle del conjunto de fenómenos electromagnéticos que acontecen en el funcionamiento de una cabeza magnética, requiere una exposición previa de los principios de la teoría electromagnética.

### 4.2.1 FUNDAMENTOS.

Los fundamentos del magnetismo describen el estudio del fenómeno denominado magnetización por inducción, según - el cual todas las sustancias, en mayor o menor grado, adquieren un estado especial de imanación cuando se encuentran en presencia de un flujo magnético.

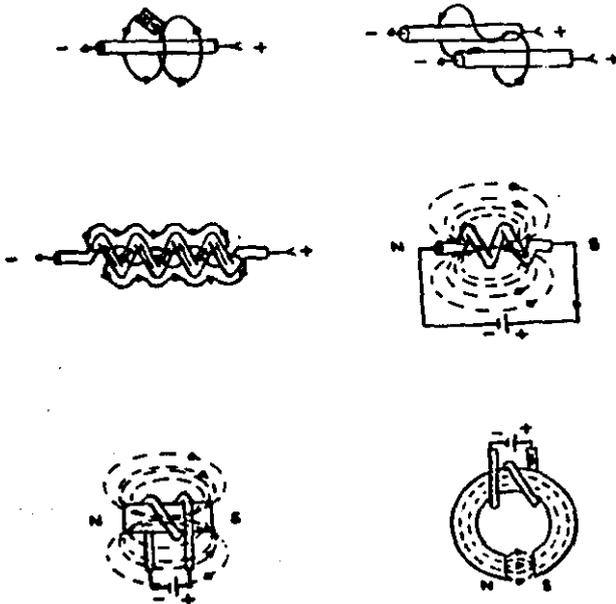
En razón a su facilidad para imanarse, las sustancias se clasifican en tres grandes grupos:

- Ferromagnéticos: Son capaces de imanarse.
- Paramagnéticos: Son susceptibles a una débil imanación.
- Diamagnéticos: No admiten ninguna imanación.

El hierro, el cobalto, el níquel y las aleaciones de estas sustancias pertenecen al primer grupo.

El flujo que produce la imanación puede tener su origen en un imán permanente, en cualquier sustancia anteriormente imanada o incluso puede estar originado por un corriente eléctrica según el principio de que una corriente eléctrica crea un flujo magnético en las proximidades del conductor por el que circula.

Es decir, cuando una carga fluye por un conductor, existe un campo magnético asociado con esta corriente en el espacio - que rodea al conductor (como se muestra en la siguiente gráfica, en donde se muestra un flujo eléctrico a través de un alambre hasta llegar a una cabeza magnética, y las líneas de flujo magnético que éstas crean).



Cuando la carga eléctrica cesa de fluir, el campo magnético decrece hasta desaparecer. Este fenómeno demuestra que la -

fuerza de los campos magnéticos es un flujo de carga o corriente. En los imanes permanentes, el movimiento "organizado" de los electrones alrededor de sus átomos constituye esta fuente de corriente.

El grado de imanación de una sustancia depende de la intensidad de campo magnético (H) al que haya sido expuesta. En ausencia de éste es imposible la imanación; si existe pero es débil, el grado de imanación será pequeño, si es fuerte aumenta la magnetización de la sustancia hasta llegar a un punto en que por mucho que aumente el valor del agente magnetizante, ésta no alcanza ya mayores grados de imanación. Este fenómeno se produce porque cualquier elemento tiene una capacidad máxima de imanación que no se puede sobrepasar. Cuando se llega a este límite se dice que la sustancia está saturada.

Si se observa con atención un imán, se ve que el fenómeno magnético no se manifiesta de manera uniforme en toda su masa, sino que se hace patente principalmente en dos zonas denominadas polo norte y sur. Alrededor de este imán se crea un estado particular del espacio circundante que recibe el nombre de campo magnético y se representa imaginariamente por líneas de fuerza.

Uno de los efectos secundarios del magnetismo es el de la atracción magnética, si bien una sustancia magnetizada no tiene porque atraer a otra siempre que las líneas de fuerza del campo magnético circulen exclusivamente por el interior de dicha sustancia.

Al colocar una finísima capa de material ferromagnético, sobre una superficie plana, las partículas magnéticas, que pueden considerarse como una multitud de pequeños imanes, se presentan generalmente en forma de agujas, y con el fin de aprovechar mejor sus propiedades se alinean físicamente. Todas las sustancias ferromagnéticas, se iman bajo el efecto de un campo magnético con arreglo a un proceso cuya representación esquemática corresponde a la figura 1, denominado como "Ciclo de Histéresis":

La curva muestra la forma en que se magnetiza cualquier sustancia. El tramo 0 - 1 corresponde a la magnetización propia de la sustancia antes de ser expuesta a los efectos del campo magnetizante. Si se parte del punto 0 (sustancia sin magnetizar), el elemento adquiere mayor grado de imitación según aumente el valor del campo magnético (intensidad del campo magnético (H)) aplicado hasta alcanzar el punto de saturación a partir del cual, aunque aumente el valor del campo aplicado, permanece constante la magnetización de la sustancia (densidad del flujo magnético) y la curva se mantiene paralela al eje de las abscisas. Si posteriormente y paulatinamente se hace decrecer el valor del campo aplicado H, la curva recorre el tramo comprendido entre los puntos 1 y 2. En el punto 2 se observa que, con un valor nulo del campo magnético aplicado, la sustancia se mantiene imanada; esto implica que cualquier sustancia sometida a un campo magnético no sólo se imana mientras existe éste sino que, una vez desaparecido, mantiene un cierto grado de magnetización, de-

nominalo magnetismo remanente.

Para que disminuya el valor alcanzado en el punto 2, es preciso crear un campo de polaridad opuesta a la anterior e ir aumentando su intensidad (porción 2 - 3 de la curva). En el punto 3 la sustancia se vuelve magnéticamente neutra (desaparece la imanación); el valor del campo magnético en este punto se denomina fuerza coercitiva\*. A partir del punto 3 de la curva, los aumentos de la intensidad del campo magnético inverso producen un efecto de imanación negativa hasta que - en el punto 4 se llega a un estado de saturación.

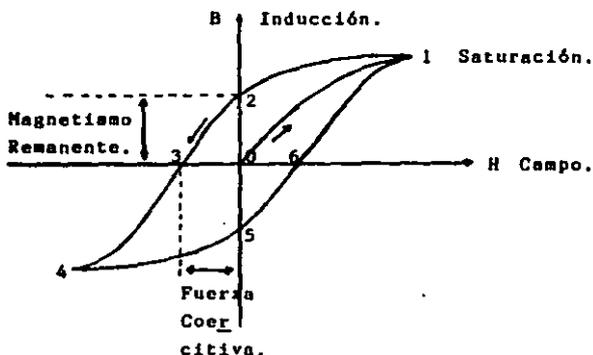


Fig. 1.- Ciclo de Histéresis.

\* Coercitividad.- Es la resistencia que presenta un material a ser desmagnetizado. Después de ser magnetizado un material, la fuerza requerida para desmagnetizar a éste, es llamado - fuerza coercitiva. La coercitividad de ciertos materiales es concerniente en particular a la grabación magnética.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Desde el punto 4 hasta el punto 1, el proceso es similar al descrito al recorrer la curva en el sentido 1 - 4.

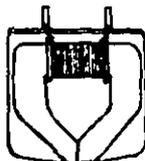
La gráfica anterior se conoce en términos físicos como ciclo de histéresis.

#### 4.2.2 DESCRIPCION FISICA DE UNA CABEZA MAGNETICA.

En la figura 2, se muestra la distribución interior de los elementos que componen una cabeza magnética. Pueden - observarse las bobinas y las piezas polares como parte fundamental de una cabeza magnética.



Vista en sección isométrica.



Vista en sección lateral.

Fig. 2.- Vista interior de una cabeza magnética.

Una cabeza magnética está construida con un alambre devanado alrededor de un núcleo de hierro (fierro), el cual tiene las propiedades de ser de alta permeabilidad\* y de baja remanencia\*. El núcleo de hierro, tiene siempre la forma de un lazo cerrado, dentro de un circuito magnético, el cual ofrece así, un fácil camino para el campo magnético, creado por el devanado (bobina). Las bobinas están construidas con alambre del número 50 aproximadamente, éste está devanado como unas 600 a 700 veces para formar una bobina que es colocada en un núcleo de ferrita\* ó de varias plaquitas de material férrico, para formar un núcleo. (Se utiliza este tipo de material en el núcleo, para minimizar al máximo las corrientes parásitas o corrientes de Foucault). Asimismo, las bobinas se devanan alrededor de núcleos de material férrico para incrementar el valor de la inductancia.

Las piezas polares, ó núcleo de la bobina, terminan en la superficie de la cabeza, sobre la que pasa la cinta -

\* Permeabilidad.- Es la facilidad con la cual un material puede ser magnetizado. Aquel material que es de acero dulce se dice que es fácilmente magnetizable, y entonces se puede decir que es altamente permeable. Un ejemplo de un material con baja permeabilidad, es aquel que no es fácilmente magnetizable, como es la aleación níquel-acero.

\* Remanencia o Retentividad.- Es la tendencia que posee un cuerpo magnetizado a retener el magnetismo, después de que a sido magnetizado. Un magneto de alta remanencia, es aquel llamado níquel-acero, el cual es llamado magneto permanente. Un magneto de baja remanencia, es aquel conocido como hierro dulce, éste es llamado magneto temporal.

\* Ferrita.- Son materiales de una alta permeabilidad hechos de óxidos metálicos (hierro, zinc, manganeso y níquel). Tienen una resistividad muy alta por ser óxidos.

magnética a una determinada velocidad, y están separados, lo que es el entrehierro, por un espacio de tamaño muy reducido relleno de material no magnético que separa ambos polos; las dimensiones de dicho entrehierro se expresan en micras y su valor definitivo depende del tipo de aplicación de la cabeza y la inversión (tiempo y dinero) que el fabricante haya destinado a su producción. En la antigüedad se utilizaban cabezas magnéticas de grandes dimensiones, es así que el entrehierro que tenían era grande (muy abierto), por lo que necesitaban de una alta velocidad para formar un campo eléctrico a partir de uno magnético, y es por esto que se necesitaban grandes cantidades de cinta magnética para grabar o reproducir. La ventaja que se tenía con este tipo de cabeza era que se tenía una alta inmunidad al ruido ya que la señal que salía de la cabeza para ser proporcionada a la circuitería era de un voltaje alto (una señal alta y con bajo valor de ruido). En la actualidad se utilizan cabezas más reducidas, además - de que su entrehierro es más angosto, ésto con el fin de obtener una señal a una velocidad más reducida de la cinta, y de esta forma economizar en la longitud de la cinta magnética; la desventaja que se tiene es que a la salida de la cabeza magnética (en las terminales de la bobina) se tiene una - señal pequeña en su voltaje, a la cual hay que amplificarla con el fin de procesarla hacia la circuitería (para que sea útil), entonces ésto ocasiona que se tenga una señal pequeña en voltaje a la cual le afecta más el ruido, y al amplificar ésta se amplifica por lo tanto con todo y ruido.

Una cabeza magnética tiene el embobinado, así como - la ferrita (ó láminas) como núcleo, recubiertas de resina - epóxica junto con la carcasa para formar así la pastilla mag - nética.

Una cabeza magnética hecha a base de ferrita es muy confiable, están hechas en un molde y así evitan las láminas que hay que formar para estructurar el elemento, lo que sí - es imperativo, es que éstas deben ser pulidas muy finamente, con lijas de diamante, con el fin de obtener la superficie - por completo lisa, de un color plateado característico; si - bien, la ferrita es un material resistente a la compresión, es muy frágil a los golpes, con lo que se debe de tratar con sumo cuidado y precaución para mantener una presición reque - rida. Por lo tanto, es mucho muy difícil hacer una cabeza - magnética si no se posee equipos adecuados para tal fin, és - to por tanta precisión que se requiere.

Como conclusión se puede decir que lo más importante en la superficie de la cabeza magnética, es hacer un buen - contacto con la cinta magnética; debe ser enteramente pura y lisa con el fin de que la cabeza llegue a detectar la presen - cia magnética y con un mínimo de ruido posible. El principio de las cabezas magnéticas, es por ende electromagnético.

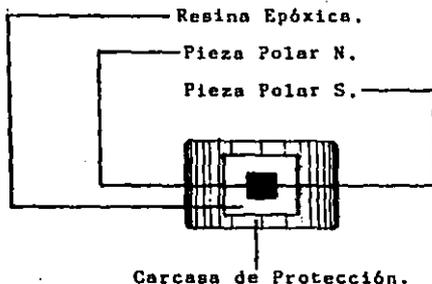
#### 4.2.3 CLASES DE CABEZAS MAGNETICAS (PASTILLAS MAGNETICAS).

Existen dos tipos de uso de cabezas magnéticas, las de audio, y las de vídeo. En todas ellas el principio de su construcción y funcionamiento es el mismo.

Las principales cabezas magnéticas que se encuentran en el mercado son las siguientes:

**Audio:**

- 1) Un solo canal (Monoaural), de una sola vía:

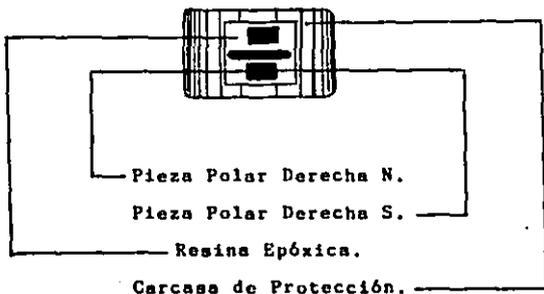


- 2) Un solo canal (Monoaural), de dos vías:



- 3) Dos canales (Estéreo), de una sola vía:





4) Dos canales (Estéreo), de dos vías:

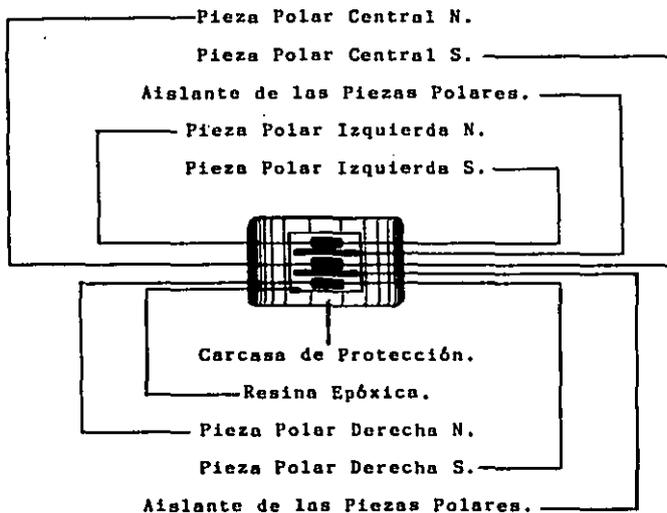


La más usada actualmente es la número 4, y en segundo lugar la número 2.

Video:

Dentro de esta clasificación, existen cabezas magnéticas desde 3 hasta de 24 canales, en donde todos ellos son de tan solo una vía, no importando el formato en el cual se utilice. Generalmente las cabezas comerciales son de 8 canales, una vía.

- Tres canales, (una vía):



Generalmente la tierra va también conectada a la car casa de protección de la pastilla, ésto con el fin de que no se introduzca tanto ruido del exterior. En general, las pas-tillas magnéticas tan solo deben de sobresalir la superficie que hará contacto con la cinta, ya que de lo contrario se - tendrán mayores problemas de ruido, es por esto que se cuida tanto esta particularidad en audio. Por otra parte, a cada - canal le corresponde un par de polos (N y S), separados en- tre sí para que las señales de los diferentes canales no se mezclen; y aunque en realidad sí se llegan a mezclar, ésto - no es en exceso, y pues ésto casi ni se llega a notar en reg lidad. Los separadores que hay entre los canales, son hechos

de aislante magnético.

#### 4.2.4 MATERIALES DE CONSTRUCCION EN UNA CABEZA MAGNETICA.

En relación al tipo de material usado para la fabricación de cabezas magnéticas, se tienen cuatro tipo de materiales principalmente:

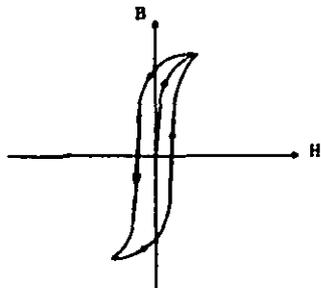
- Ferrita.
- Permalloy.
- Sendust (Senalloy).
- Láminas de hierro (aleaciones).

De los cuatro materiales, el que ofrece un índice de mayor dureza y resistencia al desgaste, es la ferrita con una dureza de 650 en la escala de Vickers, frente a 500 del Sendust, 200 del Permalloy endurecido y 120 del Permalloy metal. Sin embargo, en términos magnéticos la ferrita es más sensible a la saturación con corrientes elevadas de polarización que el Permalloy y Sendust y su linealidad con bajos niveles de señal (condición de trabajo de la cabeza de reproducción) es también menor. La mayor linealidad magnética se consigue utilizando Permalloy (gracias a su reducida coercitividad y elevada permeabilidad). El Sendust proporciona las mayores densidades de flujo (necesarias para el funcionamiento con cintas de metal puro) un nivel de desgaste similar al de la ferrita y una linealidad muy próxima a la del Permalloy.

En general, una cabeza magnética es mejor en cuanto tenga más alta permeabilidad, y baja coercitividad. Su ciclo

de histéresis debe de ser de un lazo pequeño; como el de todo material magnéticamente "suave", que son los de alto contenido de hierro (Fe), comunmente conocidos como aleaciones de hierro dulce, por su alto contenido de este último.

Por lo tanto el ciclo de histéresis de una cabeza magnética debe de ser el siguiente (el de un material magnéticamente suave):



Dicho ciclo encierra un área pequeña, pues se tiene una relación  $B/H$  (permeabilidad) alta, para proporcionar un trayecto de baja reluctancia; asimismo, el material tiene un valor bajo de coercitividad para reducir de esta forma la posibilidad de que la cabeza se quede magnetizada en una sola dirección fija. Un área de lazo de histéresis pequeño también indica baja pérdida (en el núcleo), la cual es deseable en una cabeza magnética.

#### 4.2.5 FUNCIONAMIENTO DE LA CABEZA MAGNETICA.

- Grabación: La señal de corriente eléctrica origina en el devanado de la cabeza magnética un flujo magnético, - que se desvía en el entrehierro hacia el material magnético sobre la cinta. La cinta magnética es simplemente un pedazo de plástico con pequeñas partículas de material magnético de positadas sobre él. Cuando la cinta se mueve a través del en trehierro de la cabeza de grabación, el material de la cinta magnética está sujeto a un patrón de flujo proporcional a la señal de corriente en el devanado de la cabeza. A medida que deja el entrehierro, cada pequeño partícula retiene el estado de magnetización que le impuso el flujo protuberante. Por consiguiente, la grabación actual toma lugar en el extremo - anterior del entrehierro de la cabeza de grabación, es de--- cir, en el punto donde sale la cinta magnética.

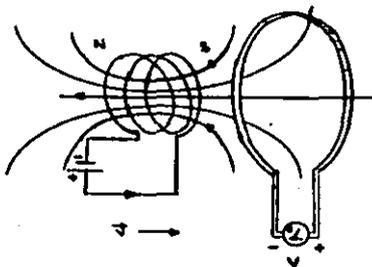
- Reproducción: El patrón magnético sobre la cinta - se reproduce moviendo la cinta a través de una cabeza reproductora. Esta cabeza es similar en construcción a la de grabación (en efecto puede ser la misma cabeza). El óxido magnético en la cinta móvil puentea el pequeño entrehierro no magnético en la cabeza y las líneas de flujo magnético se derivan hacia el núcleo. El voltaje inducido en el devanado de - la cabeza es proporcional a la rapidez de cambio de flujo y la señal reproducida es por consiguiente la derivada de la - señal registrada y no la señal misma.

## 4.3 LEY DE FARADAY.

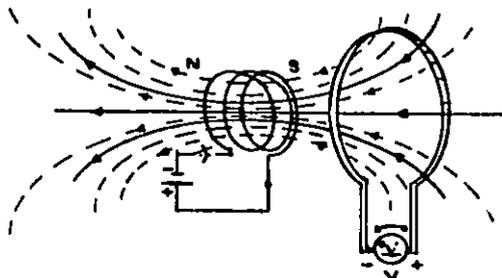
El hecho experimental consistente en que una corriente eléctrica produce un campo magnético, suscitó inquietudes y motivó en algunos físicos y científicos de esa época, entre ellos el químico y físico inglés Michael Faraday (1791--1867), el razonamiento recíproco, es decir, el pensar que un campo magnético podría producir corrientes eléctricas. Durante varios años Faraday tuvo en mente este razonamiento y en 1831, descubre y publica la Ley de la Inducción Electromagnética, que sintéticamente consiste en el hecho de que a partir de campos magnéticos variables respecto al tiempo, se pueden producir campos eléctricos y en consecuencia corrientes eléctricas.

Existen dos formas de inducir voltaje a partir de uno magnético:

- 1.<sup>o</sup>) Fuerza Electromotriz Inducida que se presenta en una espira al moverse un magneto ó circuito energizado respecto a dicha espira. Es necesario que se presente un movimiento relativo entre ambas piezas.



2º) Fuerza Electromotriz Inducida que se presenta en una espira sólo al variar la corriente en un circuito vecino, en el que se abre y cierra el interruptor, para crear variaciones de flujo en el campo magnético.



La causa común en ambos casos que origina el voltaje inducido, entre la espira y el circuito energizado, es: "la variación del flujo cortado o enlazado por la espira con respecto al tiempo".

Cuando una corriente se inicia en una bobina, (en un circuito eléctrico), el campo magnético creado por la corriente corta la bobina misma e induce un voltaje que aparece a través de sus terminales. (A medida que el campo magnético de cada vuelta de la bobina se incrementa, se produce su esparcimiento en los alrededores. En este proceso de esparcimiento, sus líneas de flujo cortan ó enlazan las otras vueltas de la bobina). Esto indica que una bobina se convierte en una fuente de voltaje durante el tiempo que una co---

corriente o un campo magnético dentro de ella cambia. (Una vez que la corriente alcanza un valor estable, no habrá más voltaje a través de la bobina). Matemáticamente, el efecto del voltaje es:

$$V = N \frac{d\phi}{dt}$$

donde  $\phi$  es el flujo magnético del campo, y

$N$  es el número de vueltas de la bobina.

Esta ecuación es conocida como la Ley de Faraday, que es la base de operación en los motores, generadores y de las inducciones.

## 4.4 AMPLIFICADORES.

La función primaria de un amplificador es la de incrementar o amplificar las señales que se introducen a la entrada de éste. Aun cuando los amplificadores también se utilizan en algunos casos para aislar una parte de un sistema eléctrico de otro. Por tanto, los amplificadores son circuitos diseñados para recibir una señal y producir una réplica de esta señal pero multiplicada por un factor  $K$ . El valor de la señal de salida del amplificador ( $a_{\text{salida}}$ ) se puede expresar como:

$$a_{\text{salida}} = K \cdot a_{\text{entrada}}$$

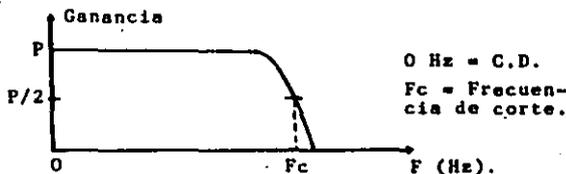
de esta relación se ve que  $K$  (que es conocida como la ganancia del amplificador) es igual a la razón entre  $a_{\text{salida}}$  y  $a_{\text{entrada}}$ .  $K$  es una función del dispositivo amplificador, el nivel de polarización y la configuración del circuito. Si  $K > 1$ , es evidente que el amplificador incrementa el valor de la señal de entrada. El símbolo circuital para un amplificador es .

Si  $a_{\text{entrada}}$  y  $a_{\text{salida}}$  se expresan en términos de los valores de voltaje de las señales de entrada y salida respectivamente, la relación entre sus magnitudes dará la ganancia de voltaje del amplificador. Por otra parte, si  $a_{\text{entrada}}$  y  $a_{\text{salida}}$  se expresan en términos de la potencia contenida en las señales de entrada y salida, su relación da la ganancia de potencia del amplificador. Estos dos valores de ganancia

a menudo son muy diferentes.

La respuesta en frecuencia sobre el cual un amplificador se diseña para que amplifique las señales de entrada - con una ganancia constante se conoce como el ancho de banda del amplificador. Esta cantidad se define formalmente como - el intervalo entre aquellas frecuencias donde la ganancia de potencia del amplificador ha caído hasta la mitad de su valor a las frecuencias medias.

Una amplia distinción entre los amplificadores se basa en su capacidad de respuesta a bajas frecuencias. Si un - amplificador es capaz de producir una señal de salida constante de C.D. en respuesta a una señal de entrada de C.D., - se le clasifica como un amplificador de cd. El ancho de banda de los amplificadores de C.D. se extiende desde C.D. hasta la frecuencia a la cual la ganancia de voltaje del amplificador cae hasta  $1/\sqrt{2}$  (0.7071) de su valor en C.D.. Todos - los otros tipos de amplificadores se conocen como amplificadores de C.A.



Características de frecuencia en un amplificador de C.D.

Los amplificadores de C.D. y C.A. tienen sus ventajas respec

tivas. Los de C.A. tienden a ser menos costosos que los amplificadores de C.D., particularmente cuando se requiere una alta ganancia. Entonces, si no se necesita amplificación de C.D., los amplificadores de C.A. son la mejor alternativa. Se requieren amplificadores de C.D. cuando se deben amplificar señales de muy baja frecuencia o de C.D..

Todos los amplificadores electrónicos están hechos a base de dispositivos activos en diferentes arreglos circuitales; como principal elemento el transistor. Obviamente que los circuitos integrados que funcionan como amplificadores, tienen encapsulados micro-arreglos circuitales con transistores.

#### 4.4.1 PRINCIPALES ESPECIFICACIONES EN LA OPERACION DE UN AMPLIFICADOR.

+ Linealidad.- La salida de un amplificador ideal es directamente proporcional a su entrada, esto es, el trazo de su salida contra la entrada es una línea recta. (Esto significa que en un amplificador lineal ideal la señal de salida es una réplica amplificada de la señal de entrada -excepto - por fase.) La extensión por la cual un amplificador actual - se acerca a este ideal se especifica como la linealidad del amplificador. Un amplificador real, nunca será lineal, pero tenderá a ello.

+ Distorsión.- Es la no linealidad en un amplificador, observada a la salida de éste; producido tan solo por - el dispositivo electrónico, así que no confundirlo con ruido

+ Salida del Amplificador.- Describe el voltaje, corriente o potencia máxima de salida del amplificador.

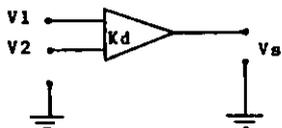
+ Impedancia de Entrada/Salida.- Un amplificador debe tener una impedancia de entrada alta para evitar efectos de carga en la fuente de señal (o, si es el caso, en el paso previo de amplificación). Cuando la salida del amplificador se va a conectar a otro amplificador, la impedancia de salida del primero debe ser baja (para una transferencia eficiente de potencia). Si la salida se va a conectar a un dispositivo registrador o indicador, la impedancia de salida se debe acoplar a la impedancia de entrada del dispositivo registrador (para una transferencia máxima de potencia).

+ Ruido.- Son señales indeseadas, las cuales se generan externamente al circuito, y entran al amplificador desde afuera; generalmente el ruido son señales electromagnéticas que se encuentran dispersas, y que afectan a los circuitos electrónicos.

#### 4.4.2 AMPLIFICADORES DIFERENCIALES.

Hay un tipo especial de amplificador, llamado el amplificador diferencial, que se diseña para amplificar la diferencia entre los valores de voltajes de dos señales de entrada ( $V_1$  y  $V_2$ ). En tales amplificadores, cada una de las dos señales se aplica a uno de los terminales de entrada del amplificador, tal como se muestra:

En donde  $V_s$  es el voltaje de salida del amplificador.



$$V_s = K_d \cdot (V_1 - V_2)$$

Esto significa que el término  $a_{\text{entrada}}$  de la ecuación de la amplificación:

$$a_{\text{entrada}} = K \cdot a_{\text{salida}}$$

se convierte en:

$$a_{\text{entrada}} = (V_1 - V_2)$$

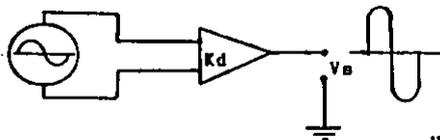
A partir de esta relación, se obtiene para el amplificador diferencial que:

$$a_{\text{salida}} = V_{\text{salida}} = K_d \cdot (V_1 - V_2)$$

En esta ecuación,  $K_d$  es la ganancia diferencial del amplificador.

El amplificador diferencial se puede utilizar también, para amplificar la diferencia entre los voltajes de dos puntos no aterrizados en un circuito; esto es:

- Se amplifica una señal balanceada (señal equiparable) o una señal flotante (que quiere decir que no está referida a tierra).



$$V_s = K_d \cdot (V_1 - V_2)$$

Puesto que un amplificador diferencial ideal se diseña para que amplifique únicamente la diferencia entre los voltajes aplicados a sus entradas, entonces dos señales de igual magnitud referidos a tierra darán un voltaje de salida nulo. Como resultado, el componente de una señal que es común a ambas señales aplicadas a la entrada de un amplificador diferencial no será amplificado. Esta componente se llama la componente de modo común ( $V_c$ ).

Un método para especificar qué tanto un amplificador diferencial actual se aproxima a las características de su contraparte ideal, es mediante la cantidad llamada "relación de rechazo del modo común" (CMRR). Esta cantidad CMRR, se define como la razón de la ganancia diferencial ( $K_d$ ) y la ganancia de modo común ( $K_c$ ) (indeseable ante todo) del amplificador:

$$CMRR = \frac{K_d}{K_c}$$

Un amplificador diferencial ideal tendría un CMRR infinito.

Como una aplicación se tiene que si el CMRR de un amplificador es alto, el amplificador es capaz de rechazar al ruido, que aparece simultáneamente y en fase en la entrada del amplificador; ya que afortunadamente el ruido siempre viene con relación a tierra, y se anulan entre sí, de esta forma si se aplica una señal deseable, se amplifica y el circuito funciona a la perfección:

$$V_1 = V_{\text{señal}} + V_{\text{ruido}} = V_B + V_{\text{ruido}}$$

$$V_2 = V_{\text{ruido}}$$

Por lo tanto:

$$V_{\text{salida}} = K_d \cdot (V_1 - V_2) = K_d \cdot (V_B + V_{\text{ruido}} - V_{\text{ruido}})$$

$$V_{\text{salida}} = K_d \cdot (V_{\text{señal}})$$

La característica de un CMRR alto, en un amplificador diferencial, lo hace a éste extremadamente valioso para poder observar señales de bajos niveles en la presencia de ruido al azar. Las señales eléctricas producidas en los sistemas que tienen características de señales pequeñas, a menudo se detectan con una considerable cantidad de ruido. Como resultado, los amplificadores diferenciales encuentran un amplio uso en los sistemas de medición utilizados para amplificar las señales pequeñas o tenues.

#### 4.4.3 AMPLIFICADORES OPERACIONALES.

Los amplificadores operacionales son básicamente amplificadores de C.D. de alta ganancia; aunque en la actualidad se utilizan y se diseñan para que tengan más funcionalidad como amplificador de señal de C.A.. Algunos amplificadores operacionales están diseñados para que sean amplificadores diferenciales (aún cuando estos tipos algunas veces se usan con una terminal de entrada aterrizada). La principal diferencia entre los amplificadores operacionales y los amplificadores ordinarios, es que los operacionales se diseñan para que se puedan usar con redes de realimentación externa. Esto es, una porción de la señal de salida del amplificador operacional es alimentado de nuevo a la entrada a través de

varios caminos de realimentación, dependiendo de la función específica del amplificador operacional. Por esta razón el amplificador operacional puede realizar tan extraordinario número de funciones diferentes.

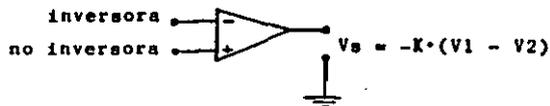
El término amplificador operacional se originó porque los amplificadores realimentados de C.D. de alta ganancia se usaron inicialmente para desarrollar operaciones de suma, resta e integración en los computadores análogos. Este nombre se le asignó a pesar del vasto número de aplicaciones que tienen en las mediciones y los controles, fuera de la computación análoga.

El amplificador operacional se construye en unidades completas a partir de circuitos integrados tanto como de componentes discretos. En cualquier caso, el diseñador puede incorporar amplificadores completos dentro de su sistema. Debido a la facilidad para incorporar tales bloques dentro de los sistemas de instrumentación, el diseño y construcción de nuevos sistemas de medición se ha convertido en una tarea mucho más simple.

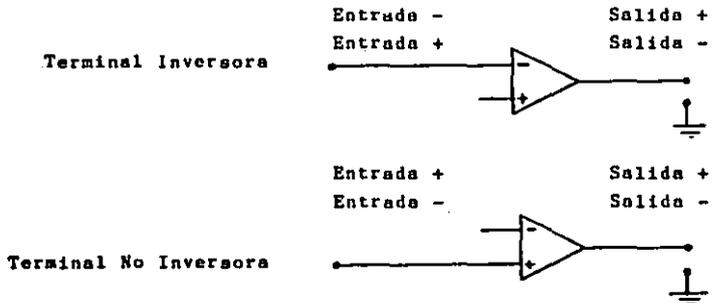
#### 4.4.3.1 CARACTERISTICAS DE LOS AMPLIFICADORES OPERACIONALES.

El amplificador operacional tiene dos terminales de entrada de señal:

- La terminal inversora, y la no inversora:



lo cual indica que en una terminal inversora se invierte la señal en polaridad y su correspondiente, ésto es:



Las características ideales del amplificador operacional son:

- \* Ganancia (K) = Infinita ( $\infty$ ).
- \* Impedancia de Entrada ( $Z_{entrada}$ ) = Infinita ( $\infty$ ).
- \* Impedancia de Salida ( $Z_{salida}$ ) = Cero (0).
- \* Señal de Salida,  $V_s = 0$ , ( $V_{salida} = 0$ ) cuando  $V_2 = V_1$  (Infinito CMRR).
- \* Ancho de Banda = Infinito ( $\infty$ ).

Los amplificadores operacionales, claro está, no pueden reunir estas especificaciones ideales. Pero si están diseñados para que se aproximen a estos requerimientos lo más cerca posible.

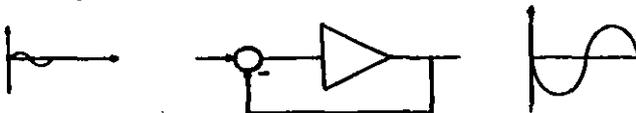
El amplificador operacional es invaluable como un amplificador para propósitos generales principalmente por su -

alta ganancia. Esta característica hace posible emplear conexiones externas de realimentación de tal forma que toda la ganancia o las características de la señal de salida del amplificador dependan de los elementos en el camino de realimentación. Los componentes eléctricos pasivos que se usan para construir los elementos de los caminos de realimentación tienen exactitudes conocidas y valores estables. Por consiguiente, la característica total de salida del amplificador operacional se puede controlar exactamente, independientemente de las propiedades del elemento amplificador mismo.

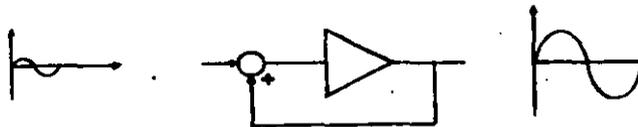
#### 4.4.4 REALIMENTACION.-

Existen dos tipos de realimentación:

- Negativa: Si la señal de salida del circuito es opuesta en polaridad a la señal de entrada.



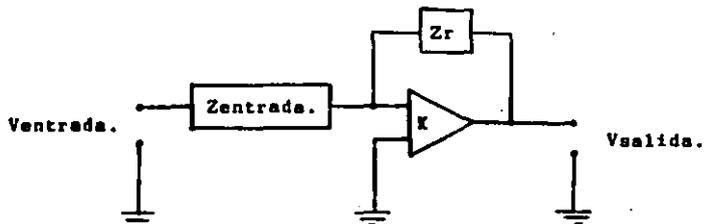
- Positiva: Si la señal de salida del circuito es de la misma polaridad a la de entrada.



Los efectos de cada una de las realimentaciones son las siguientes:

Características	Realimentación.	
	Positiva (+)	Negativa (-)
Ganancia (K).	Aumenta	Disminuye
Distorsión.	Aumenta	Disminuye
Ancho de Banda.	Empeora (se reduce)	Mejora (se ensancha)
La Señal de Ruido.	Aumenta	Disminuye

Una vez que una línea de realimentación se conecta al amplificador operacional básico, se dice que opera en un modo de bucla cerrada. La representación general de un amplificador operacional con realimentación se muestra a continuación:



En este diagrama, las impedancias ( $Z_r$  y  $Z_{entrada}$ ) pueden ser una combinación de elementos resistivos o reactivos, y  $K$  representa la ganancia de bucla abierta del amplificador (sin realimentación).

**C A P I T U L O 5**

**DISEÑO DEL DETECTOR DE TINTA GENUINA  
EN UN BILLETE DOLAR.**

## 5.1 DISEÑO DEL DETECTOR ELECTRONICO DE TINTA GENUINA.

Como es de conocimiento previo, el billete genuino - posee dos tonalidades de tinta: verde y negro; las cuales - tienen características especiales, no muy similares a las co- merciales. La tinta que posee mayores características espe- ciales es la negra; porque además de su consistencia química, durabilidad, etc., tiene agregada además la particularidad - de ser ferromagnética (más no toda és, pero sí la gran mayo- ría de esta tinta). Esta propiedad es precisamente válida pa- ra ser aprovechada por la electrónica en beneficio de la lo- calización de piezas dudosas o falsas.

### 5.1.1 ALGORITMO.

El propósito del diseño se puede resumir en los si- guientes pasos ordenados:

- 1.-) Detectar la presencia ferromagnética de la tin- ta del billete por medios electromagnéticos.
- 2.-) Amplificar la señal de detección.
- 3.-) Mostrar al usuario por medio de artificios elec- trónicos la veracidad del billete.

## 5.2 CRITERIOS Y DESARROLLO DEL SISTEMA DETECTOR.

### 5.2.1 Presencia Magnética.

Para obtener la señal de detección de la presencia - ferromagnética en la tinta del billete, el sistema diseñado se basa en una cabeza magnética (empleada por lo común en -

sistemas de audio y video). Esta cabeza magnética es frotada contra el billete en la presencia de la tinta negra, en especial en donde se encuentra ésta impresa en intaglio; pues aquí es en donde radica la característica férrica. Al hacerlo anterior, el devanado de la cabeza magnética empieza a registrar una señal de voltaje, muy pequeña por cierto, por lo que es necesario amplificarla para poder registrarla en un instrumento de medición, y de esta forma percatarse de la presencia del material ferromagnético del billete. Más sin embargo, el fenómeno electromagnético ya es consumado, al frotar y variar de posición la cabeza magnética en el billete (o viceversa), y producir así una variable con respecto al tiempo; provocando de esta forma un campo magnético (en el cual varía el flujo magnético ( $\Phi$ ) con respecto al tiempo ( $t$ ),:  $d\Phi/dt$ ) que el cual a su vez crea un campo eléctrico; teniendo así ya una señal eléctrica, capaz de ser manejada por dispositivos electrónicos.

### 5.2.2 Elección de la Cabeza Magnética.

Es así que el perfil tomado para la elección de la cabeza magnética, es el siguiente:

Conviene una cabeza con una distancia de entrehierro grande, pues entre más grande sea éste, mayor será el valor de señal de voltaje proporcionada por ésta, con un ruido mucho más inferior, a comparación con aquella cabeza de pequeño entrehierro. El inconveniente de ésta, es que se necesita mayor rapidez de frotamiento (mayor variación en el diferencial de  $\Phi$  con respecto del tiempo), para llegar a crear un -

campo magnético capaz de llegar a excitar la cabeza, lo cual no es muy práctico; además de que las cabezas con grandes entrahierros ya no son muy fáciles de encontrar, pues en la antigüedad se utilizaban para el audio y video, pero dejaron - de fabricarse porque con éstas se requerían de grandes volúmenes de cinta magnética para la grabación i/o reproducción. Las cabezas antiguas se conocen como cabezas de "un solo canal (monaural), de una sola vía"; pues solo de este tipo - existían. Así que una cabeza de tales características no es muy viable para el diseño del detector, pues ésta además de que es difícil de conseguir, es costosa en comparación con las comerciales que existen en la actualidad. Otro inconveniente que pudiera prever de la misma, es que entre más - grande sea la distancia de entrahierro de la cabeza, menor - respuesta de frecuencia poseera, tal y como se muestra en la gráfica 5.2.2.8. Pero esto no es crítico en el diseño del detector, ya que se estará variando la velocidad de rotación de la cabeza con respecto al billete en una forma normal, alcanzando apenas una frecuencia relativamente pequeña, de apenas unos cuantos hertz.

Por tal razón, la cabeza más viable y conveniente de ocupar es una de las que ya existen en el mercado; en este - caso una cabeza de tipo "de un solo canal (monaural), de - dos vías", la razón se expone a continuación:

- De todas las cabezas existentes en el mercado, la más barata es la monaural de dos vías; ya que entre más canales posea la cabeza, es más costosa, tanto en economía co-

mo en fabricación (estéreo, audio, etc., y así también ven -  
teniendo cada vez un entrehierro más pequeño, entre más cana-  
les se posean). Una opción lógica sería el elegir una cabeza  
con dos o más canales, es decir, como una estéreo que posee  
dos entrehierros con sus respectivas bobinas, la cual cada -  
una por separado funcionaría como una fuente de señal en lo  
que a voltaje se refiere, y de esta forma se estaría aumen-  
tando el voltaje, sin aumentar el ruido críticamente; pero -  
esto obviamente repercute en su costo. Por lo tanto lo que -  
se hace preferible el emplear otras técnicas para disminuir  
el ruido en una cabeza monoaural.

Continuando con el desarrollo del diseño, se tiene -  
que en caso de que la cabeza magnética no registre la presen-  
cia de la característica férrica en un billete, por más que  
se frote éste; indicará esto entonces que el billete es fal-  
so. Por consecuencia, no se generará jamás un campo eléctri-  
co en la cabeza, ya que no se producirá ningún campo magnéti-  
co que lo origine. Para que se produzca un campo magnético,  
es necesario un medio férrico que esté variando con respecto  
al tiempo en el entrehierro de la cabeza; por lo que sino se  
encuentra un medio con características férricas variando en  
el entrehierro, no se producirá por consecuencia un campo -  
magnético (por más que se frote). Es por esto, que es válido  
al apoyarse en tal propiedad y ley electromagnética, para -  
crear el desarrollo de un sistema detector de dólares falsos.

### 5.2.3 Etnpa de Amplificación.

Hasta este punto, se tiene la señal eléctrica, muy tenue por cierto (0.4mV. aproximadamente) a la salida de la cabeza, por lo que es necesario amplificarla para poder registrarla. Pues uno de las principales razones por las cuales los métodos eléctricos tienen un amplio uso en la instrumentación científica es que señales eléctricas muy débiles se pueden amplificar hasta el punto donde pueden activar directamente dispositivos indicadores o registradores para su medición. El amplificador electrónico es el componente de los sistemas electrónicos que suministra la potencia necesaria a las señales para hacer factible tales mediciones. Para tal fin, se eligen varios amplificadores operacionales para el sistema detector, ésto por su versatilidad y facilidad en su manejo; las razones de diseño son las siguientes:

Lo más viable en primera instancia, es elegir un amplificador en modo diferencial, para tratar de eliminar la mayor cantidad de ruido posible (CMRR), y de esta forma amplificar tan solo la señal proveniente de la cabeza magnética que es muy pequeña, y que viene acompañada de ruido en gran proporción. Esta puede ser una solución bastante buena para amplificar la señal de la cabeza magnética, y olvidarse de esta forma de problemas de ruido (o de amplificaciones de señales indeseables). El único inconveniente, es que se requiere de bastante precisión en las resistencias de balance de entrada, así como de las de retroalimentación; pues se debe tener en la entrada dos voltajes equipotenciales, de la -

misma polaridad ( $V_1 = V_2$ ) para que a la salida del amplificador se tengan cero volts (o bastante aproximado a ello); y - en su defecto calibrarlo con un potenciómetro para que cumpla tal condición.

Salvo por esto, todo funciona bastante bien; pero en el caso del diseño del detector, se optó por aterrizar la - carcasa de protección de la cabeza magnética, para que de esta forma el ruido (proveniente del exterior, como todo el - ruido) se vaya directamente a tierra y no afecte a la señal que se genera en la cabeza magnética, y se amplifique tan solo la señal de ésta por medio de un circuito integrado amplificador operacional. Además, se coloca un capacitor ( $C_1$ ) bastante pequeño ( $0.01\mu F.$ ) en paralelo con la cabeza magnética para filtrar ruidos de alta frecuencia, por otra parte, también ayuda el capacitor a estabilizar la señal producida en la cabeza (pues si se coloca un capacitor de mayor valor, se va a tierra gran parte de la señal producida en la cabeza, - pues ésta señal es de C.A. y por tanto, encontraría menor impedancia por el capacitor).

De esta forma, la señal es introducida al amplificador operacional que es operado en su configuración de circuito amplificador no inversor, el cual no invierte la señal (o defasa la señal  $180^\circ$ ), lo cual no provoca posible oscilación en la señal tan pequeña; además de que el circuito posee una retroalimentación negativa y cumple con la característica de decrementar el ruido que pudiese llegar a introducirse; y - aunque aminora también el valor de ganancia en una retroali-

mentación negativa, se auxilia el circuito en una serie de amplificadores para reparar el valor de la ganancia. Asimismo se tiene presente en el diseño del sistema, que éste debe de ser confiable en sus decisiones, tanto para billetes de uso frecuente, como para los de reciente fabricación, que son por lo general de poco uso frecuente. En un billete de uso frecuente, la tinta (y en general todo el billete) se encuentra desgastado y sucio, por lo que todo esto es traducido electrónicamente como baja frecuencia en la señal, e incremento de ruido con la suciedad del billete. Así que la solución adoptada para combatir este problema, es introducir al diseño amplificadores operacionales en su configuración de no inversores, ya que éstos tienen retroalimentación negativa, característica que elimina el ruido que pudiese sucitarse en la fuente de la señal (en este caso la señal proveniente de la cabeza magnética). Además la retroalimentación negativa incrementa la respuesta en frecuencia del amplificador, lográndose así que se amplifiquen dentro de él mayor rango de frecuencias; incluyendo por supuesto también a aquellas frecuencias bajas, que son producidas en los billetes de uso frecuente, y las altas frecuencias que son producidas en los billetes de poca frecuencia de uso. No se amplifica la señal con un solo amplificador porque se tiene entonces problemas de ruido y de posible oscilación.

Como se ha podido observar hasta este punto, el problema del ruido se a cuidado bastante, para tratarlo de eliminar al máximo, y que no afecte así el funcionamiento del -

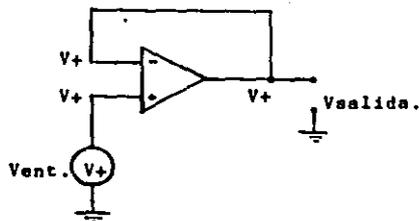
sistema detector. Como parte de este cuidado se utiliza un - amplificador operacional con una configuración de no inver-- sor, el cual es diseñado a continuación; mismo que tendrá un criterio de diseño semejante para los restantes amplificado-- res no inversores. Más sin embargo, primero hay que entender el circuito seguidor de voltaje, para poder diseñar al ampli-- ficador no inversor.

#### 5.2.3.1 SEGUIDOR DE VOLTAJE.

En un amplificador operacional sin retroalimentación, si se aplica un voltaje positivo a la terminal de entrada no inversora, la salida de éste se saturará con polaridad posi-- tiva y viceversa. Para evitar la saturación y tener un abso-- luto control sobre la ganancia del amplificador, se retroali-- menta éste; es así que si se vuelve al caso anterior, en don-- de se aplica un voltaje positivo a la terminal no inversora, se requerirá entonces también de un voltaje positivo para la terminal inversora, para prevenir así la saturación del am-- plificador. Para solucionar esto, la terminal de entrada in-- versora es conectada a la salida del amplificador, el cual - proveerá del voltaje necesario para balancear la entrada. Por lo tanto, la terminal no inversora es conocida como la - "terminal de referencia" (o unión de referencia) en relación a la terminal inversora. La terminal inversora será conduci-- da siempre a igualar el voltaje en la terminal no inversora, o de referencia; y la salida del amplificador proveerá siem-- pre el voltaje necesario para ello. El circuito es llamado -

seguidor de voltaje, por la razón de que el mismo voltaje - que entra, sale; es decir, en este circuito se cuenta con una amplificación igual a uno, y va siempre siguiendo a su voltaje de entrada a su salida.

Como conclusión, se puede decir, que un amplificador con retroalimentación siempre contará con una diferencia de potencial entre sus terminales igual a cero volts (o muy próximo a ello). El seguidor de voltaje es configurado como se muestra a continuación:

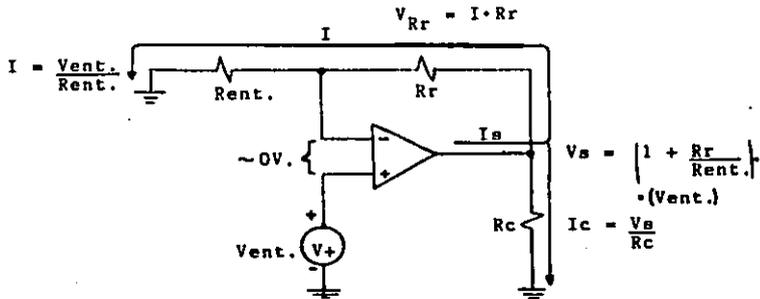


### 5.2.3.2 AMPLIFICADOR NO INVERSOR.

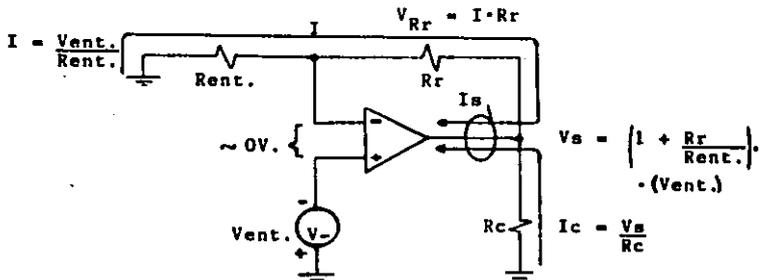
Una vez expuesto el circuito seguidor de voltaje, se procede a diseñar al circuito amplificador no inversor; el cual es mostrado en la siguiente gráfica, tanto con una señal positiva, como con una señal negativa a su entrada.

Para fines prácticos se tiene cero volts entre las - terminales de entrada inversora y no inversora del amplificador operacional; ambas están al mismo potencial de entrada, ya sea positivo o negativo (o una combinación de ambos como

es la C.A.).



a) Voltaje Positivo de entrada y Dirección de las Corrientes.



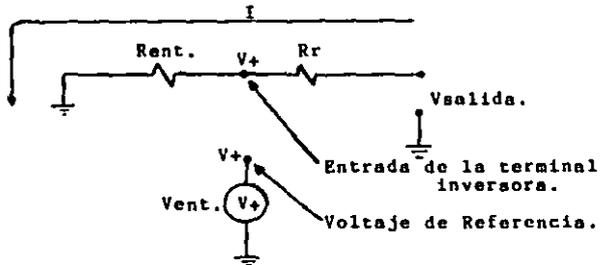
b) Voltaje Negativo de entrada y Dirección de las Corrientes.

Por tanto, el voltaje de entrada ( $V_{ent.}$ ) pasa a través de la resistencia de entrada ( $R_{ent.}$ ), ya que ésta tiene una terminal conectada a la terminal inversora del amplificador, y la otra a tierra; lo que causa que la corriente ( $I$ ) -

fluya. Esta está dada por la relación de la ecuación:

$$I = \frac{V_{ent.}}{R_{ent.}}$$

La dirección de la corriente (I) depende de la polaridad del voltaje de entrada. Pero más sin embargo, la corriente (I) - fluye también a través de la red de retroalimentación, ya - que es visto como un lazo:



Y como la corriente (I) para la terminal inversora del amplificador, casi no la demanda (por la característica de alta impedancia a la entrada de un amplificador), ésta fluye a través de la resistencia de retroalimentación (Rr) de la misma forma que en la resistencia de entrada (Rent.). La caída de voltaje a través de la resistencia de retroalimentación - está dada por el voltaje ( $V_{Rr}$ ) expresado como:

$$V_{Rr} = I \cdot Rr = \frac{V_{ent.} \cdot Rr}{R_{ent.}}$$

Es así que el voltaje de salida ( $V_s$ ) es encontrado - por la suma de las caídas de voltaje a través de las resistencias Rent. (que es del  $V_{ent.}$ ), y de Rr (que es del  $V_{Rr}$ ):

$$V_s = V_{ent.} + V_{Rr}$$

$$V_s = V_{ent.} + \frac{V_{ent.} \cdot R_r}{R_{ent.}}$$

$$V_s = V_{ent.} \cdot \left( 1 + \frac{R_r}{R_{ent.}} \right)$$

El amplificador tiene por consecuencia, una ganancia de:

$$K = \frac{V_s}{V_{ent.}} = 1 + \frac{R_r}{R_{ent.}}$$

La corriente de carga ( $I_c$ ) está dada por:

$$I_c = \frac{V_s}{R_{carga}}$$

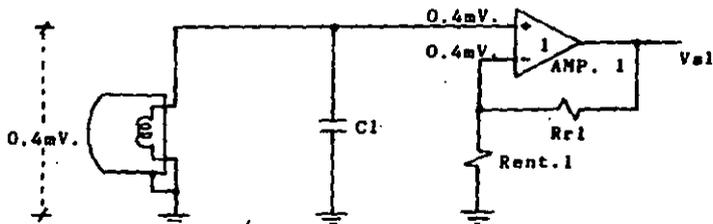
y por tanto, depende  $I_c$  tan solo de estos dos valores.

La corriente que fluye de salida ( $I_s$ ) del amplificador no inversor, está dado por consecuencia por:

$$I_s = I + I_c$$

El valor máximo de  $I_s$  se establece por el amplificador operacional.

Ahora en el diseño del detector, se implementa un amplificador no inversor, que se le llamará AMP. 1; éste será el receptor de la señal (de C.A.) producida en la cabeza magnética (que es el generador de la señal):



en donde la ganancia es:

$$K1 = \frac{Rr1}{R_{ent.1}} + 1$$

$$K1 = \frac{10k\Omega}{270\Omega} + 1 = 38.037$$

y el voltaje de salida es:

$$V_{s1} = K1 \cdot V_{ent.}$$

$$V_{s1} = (38.037) \cdot (0.4mV.) = 15.215mV.$$

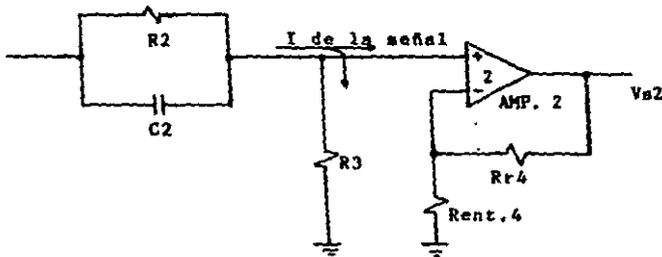
A la salida del AMP. 1, se coloca un pequeño filtro pasivo paso bajas, consistente en un capacitor (C2), y en una resistencia (R2) en paralelo. La razón del filtro es que como la señal de salida del amplificador (AMP. 1) sigue siendo débil y pequeña, por lo que puede ser fácilmente afectada por el ruido; y es precisamente un filtro de estas características para evitar al ruido de alta frecuencia, que es el que más abunda. Así el filtro permite pasar tan solo la frecuencia de la señal producida por la velocidad de la rotación de la cabeza magnética, que es de apenas unos cuantos Hertz. De la misma forma, por tratarse de un filtro pasivo, el voltaje que pasa a través de éste se decrementa (como a una tercera parte de su valor original) así como su potencia. Lo anterior ocurre porque la señal de C.A. encuentra un camino de más baja impedancia a través del capacitor (C2), ya que la resistencia (R2) es de gran valor de ohms; y la C.D. que pueda derivarse de la corriente de salida del AMP. 1 tiene que fluir necesariamente por la resistencia (R2) que es un camino de alta impedancia, pues el capacitor le funciona como un circuito abierto, por lo que su valor de señal se em

pequeñece en forma considerable.

Más sin embargo esto no importa, porque en realidad lo único que interesa es la señal en C.A., que es la señal producida por la cabeza magnética; por lo que entre más se reduzca la C.D. es mejor, pues así no se amplifica en etapas posteriores a ésta. Es así, que igual pudo haberse dejado tan solo un capacitor (C2) a la salida del amplificador (AMP. 1), y hubiese funcionado perfectamente el circuito. Pero no se debía de olvidar, ni de descuidar el problema de la presencia del ruido que podía dañar la señal a censar; y por tal se coloca la resistencia (R2). Asimismo, pudo haberse dejado sin colocar dentro del diseño del circuito éste filtro; pero se tenía que el detector perdía mucha sensibilidad, sobre todo en aquellos billetes de uso frecuente, y funcionaba satisfactoriamente tan solo en aquellos billetes de poco uso frecuente; con lo que perdía el detector su confiabilidad y su calidad.

Es así que a la salida del filtro se tiene un voltaje aproximado de 5.071mV., el cual es introducido a continuación a un segundo amplificador no inversor, el cual será llamado AMP. 2; y tendrá la función de amplificar aún más la señal de C.A.. Asimismo, el valor de voltaje de entrada del AMP. 2, es referido a tierra por medio de una resistencia (R3) la cual debe de ser de un valor equivalente al paralelo de las resistencias de entrada y de retroalimentación del AMP. 2 ( $R_{r4} \parallel R_{ent.4}$ ). Pues la resistencia R3 está en la terminal -

de referencia (no inversora) y si no se coloca resistencia, o si se coloca pero de un valor muy pequeño en relación al - resultante del paralelo, el amplificador no funcionará co- - rrectamente; pues éste tendrá una mala polaridad para su - buen funcionamiento. Es decir, que en caso de que la resis- - tencia R3 sea más pequeña al paralelo de las resistencias - del AMP. 2 ( $Rr4 \parallel Rent.4$ ), se corre el riesgo de que la se- - ñal se vaya directamente a tierra, pues le es mucho más sen- - cillo este camino para la señal, por existir una menor impe- - dancia en comparación con la gran impedancia de entrada del - amplificador. Es así, que al menos R3 debe ser equivalente - al paralelo del AMP. 2 para igualar las impedancias.



Por otra parte, si R3 fuese mayor al valor del paralelo de - las resistencias del AMP. 2, la mayor parte de la señal se - iría a la entrada del amplificador, y se volvería mucho más - sensible el registro del detector; hasta llegar al punto en - que la resistencia R3 sea tan grande, que pudiese ser consi-

derada como un lazo abierto (circuito abierto), y por tanto toda la señal se iría a la entrada del amplificador (AMP. 2); por lo que al encontrarse el circuito detector en una zona - de alto ruido, se dispararía éste hasta saturarse, no dando el circuito veracidad a sus mediciones.

Como se pudo observar, en la resistencia R3 es en donde se - puede dar mayor sensibilidad al circuito detector; pero es - muy arriesgado, porque no se puede pronosticar el medio en - que opere el detector, y por ende la presencia del ruido del mismo. Así que se opta por otra solución en pasos posterior-- res para conseguir una mayor sensibilidad para detectar todo tipo de billete, sea éste de uso frecuente o no.

Una vez que la señal entra al AMP. 2, la señal de - voltaje se incrementa por medio de la ganancia, dada por:

$$K2 = \frac{Rr4}{Rr4 + 1} + 1$$

$$K2 = \frac{1ME}{15kE} + 1 = 67.667$$

por lo que la resistencia R3 estará dada por:

$$R3 = (Rr4 \parallel Rr4 + 1)$$

$$R3 = \frac{Rr4 \cdot Rr4 + 1}{Rr4 + Rr4 + 1}$$

$$R3 = \frac{1ME \cdot 15kE}{1ME + 15kE} = 14.778kE \approx 15kE$$

El voltaje de salida del AMP. 2 está dada por:

$$Vs2 = K2 \cdot Vent.2$$

$$Vs2 = (67.667) \cdot (5.071mV) = 343.14mV.$$

Por lo que esta señal de salida (Vs2) ya es relativa mente alta con respecto a la señal de ruido, y por lo tanto

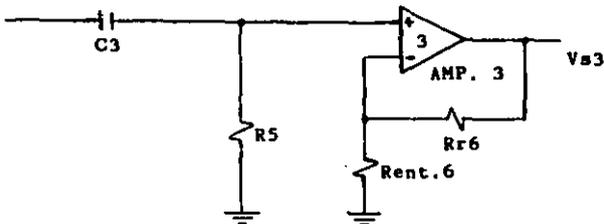
ya no es tan difícil de distinguir la señal de C.A. para manipularla electrónicamente. Es por esto, que a la salida de este amplificador (AMP. 2) se coloca un capacitor (C3) en lugar de la resistencia y el capacitor como en el caso de la salida del amplificador primero (AMP. 1). La función del capacitor C3 es la misma que la del filtro anterior, en la que circulará a través de él la C.A., más no la C.D.. Además, el capacitor C3 acoplará la salida del AMP. 2, con un filtro posterior (AMP. 3) que amplificará aún más la señal hasta que sea por completo manipulable y de aplicación; ya que en caso de no acoplarse la señal con C3, se perdería una sensibilidad considerable en el detector de dólares. Como todo dispositivo conectado en serie, el capacitor presenta una cierta impedancia para la señal, por lo que ésta se aminora al atravesar el capacitor C3. Este no debe de ser de un valor muy alto, pues no es conveniente porque se puede filtrar en algunas ocasiones señales de ruido indeseables; además de que un capacitor grande, es más costoso que uno pequeño (por el tipo de fabricación). El capacitor C3 debe de ser tan solo de un valor lo suficientemente grande como para que el circuito responda de una forma satisfactoria y de una forma práctica, fácil y con sensibilidad.

Asimismo, también pudo haberse conectado una resistencia en paralelo con el capacitor (C3), para tener así un filtro más severo, pero se juzga que no es tan crítica la situación como para tomar semejante decisión.

El valor del voltaje en la señal cae en el capacitor C3, tan

solo como una quinta parte de su valor original, y en la gran mayoría de las ocasiones puede ser mucho menos (según las especificaciones de los capacitores); pero para fines de diseño, se tomará el caso crítico, por lo que la señal a la entrada del siguiente amplificador (AMP. 3) será de 274.51mV.

La señal de voltaje resultante a la salida del capacitor C3, que es de 274.51mV., es introducida a un tercer amplificador en una configuración de no inversor; la cual recibe a la señal en su terminal de referencia (no inversora). Esta misma terminal de referencia tiene un punto de conexión con una resistencia R5, misma que tiene exactamente la misma función que la resistencia R3 vista anteriormente en el amplificador AMP. 2; tanto en la señal, como en el amplificador. Esto se muestra a continuación en el AMP. 3 :



El amplificador AMP. 3 es idéntico en ganancia al amplifica-

por AMP. 2, por lo que la ganancia estará dada por:

$$K3 = \frac{Rr6}{R_{ent.6}} + 1$$

$$K3 = \frac{1ME}{15kE} + 1 = 67.667$$

por lo que la resistencia R5 estará dada por el paralelo formado por las resistencias del AMP. 3:

$$R5 = Rr6 \parallel R_{ent.6}$$

$$R5 = \frac{Rr6 \cdot R_{ent.6}}{Rr6 + R_{ent.6}}$$

$$R5 = \frac{1ME \cdot 15kE}{1ME + 15kE} = 14.778kE \approx 15kE$$

El voltaje de salida del amplificador AMP. 3, será el que se calcula a continuación:

$$V_{s3} = K3 \cdot V_{ent.3}$$

$$V_{s3} = (67.667) \cdot (274.51mV) = 18.575 V.$$

Como se puede observar, el resultado de la amplificación (voltaje de salida del AMP. 3) no puede ser posible de este valor matemático, pues el voltaje de alimentación al circuito operacional es diseñado para que opere en los nueve volts con referencia a tierra; por lo que en este caso la salida del amplificador AMP. 3 se satura sin remedio. La razón de calcular el amplificador AMP. 3 para que se sature en su salida, es la de intentar conseguir un voltaje de suficiente amplitud, capaz de encender un LED (Diodo Emisor de Luz) para así manifestar la autenticidad del billete; y de esta forma cumplir con la condición, de que si se enciende el LED, el billete es auténtico, y sino se enciende, es que el billete es falso.

Así en la salida del AMP. 3 se tiene 3 Volts de C.A. aproximadamente, con una amplificación del circuito de tan solo once veces. En tanto que el voltaje en C.D. es también amplificado; proveniente de la polarización de los amplificadores anteriores, por lo que se cuenta a la salida del amplificador AMP. 3 con un voltaje de 1.5 Volts en C.D. también.

La razón de que las resistencias  $R_{r6}$  y  $R_{ent.6}$  del amplificador AMP. 3 no sean de un valor más pequeño, para obtener una ganancia de once veces el voltaje de entrada (que es la ganancia indicada para obtener a la salida del amplificador los 3 Volts), es la de que se busca la facilidad para manipular las resistencias en la manufactura del detector; ya que se plantea el diseño del detector, para construirlo en serie en un proceso productivo. Por lo tanto se emplean las mismas resistencias del AMP. 2, en el AMP. 3 (también se ha intentado buscar que los capacitores empleados en el diseño sean del mismo valor, sin afectar desde luego la calidad del mismo). Además los valores actuales de las resistencias  $R_{r6}$  y  $R_{ent.6}$  desempeñan el mismo papel que unas de menor valor; obteniendo desde luego, el mismo valor de voltaje de salida del amplificador de 3 Volts, siempre y cuando las resistencias tengan una relación de ganancia para el AMP. 3 mayor a once veces.

Asimismo se coloca un amplificador en su configuración de no inversor en el AMP. 3, para aprovechar sus características de retroalimentación negativa; en vez de saturar el amplificador operacional en una forma más sencilla de no

retroalimentación, con características de ganancia infinita. Pero son elocuentes las ventajas del amplificador con retroalimentación en muchos aspectos ya descritos en el tema de los amplificadores, que no se pueden dejar de aprovechar.

#### 5.2.4 Etapa de la Indicación de la Veracidad.

Una vez amplificada la señal generada en la cabeza magnética lo suficiente, se procede ahora a manifestar este voltaje e indicar la veracidad del billete al existir. Para ello, es necesario algún dispositivo para conseguirlo; ya sea algún medio óptico o auditivo.

En este caso, se elige un medio óptico porque resulta más sencillo en su instalación en el circuito; ya que una bocina o zumbador requiere de mayor cantidad de dispositivos electrónicos accesorios para su funcionamiento, pues los medios auditivos demandan mayor cantidad de corriente al circuito; por lo que ello equivale a aumentar dispositivos, y por lo tanto también costos. Pero más sin embargo sí es posible el instalar un medio auditivo para el circuito, en caso de que se desee.

En cambio, en el medio óptico se cuenta con un LED, el cual no demanda mucha corriente para su operación, y por lo tanto es posible que funcione bien en el circuito detector. Este funciona bajo los siguientes estados y condiciones:

- Al encenderse el LED, indica que el billete es genuino.
- Al permanecer apagado el LED, indica que el bille-

te es falso.

Continuando con el diseño, se tiene que a la salida de la señal de la Etapa Amplificadora, o sea del amplificador AMP. 3, se coloca un diodo rectificador (D1) con la finalidad de que la señal pase por éste y recorte la señal de C.A., dejándola eminentemente en su mayor porción en C.C.. La razón es que para encender el LED, se requiere de C.C. para que éste se mantenga estable; ya que en su defecto, y en caso de que no se colocara el diodo rectificador (D1) prevalecería la C.A., que encendería y apagaría al LED sin ninguna estabilidad, pues éste se encendería y apagaría con la frecuencia de la señal. Por lo tanto el LED requiere una corriente continua de alrededor de 10 a 20mA.

#### 5.2.4.1 SENSIBILIDAD DEL CIRCUITO DETECTOR.

Enseguida del diodo rectificador (D1), se coloca en serie una resistencia (R7) que da la sensibilidad a todo el sistema detector de dólares falsos. Es aquí en este punto en donde se controla la sensibilidad del encendido del LED, en respuesta a una señal excitadora. Pues en caso en que no se colocara ninguna resistencia (R7), el LED se encendería con cualquier movimiento de la cabeza sobre un medio férrico, (por pequeña que fuese la superficie férrica) o con una exposición a un medio de alto contenido de ruido. Entonces para evitar esto último, se coloca una resistencia R7 tan alta o tan pequeña, según se desee la respuesta de encendido:

- A mayor valor de resistencia R7, mayor frotamiento

de la cabeza contra el billete, para poder encender el LED; a lo que equivale tener una menor sensibilidad.

- Y a menor valor de resistencia R7, menor frotamiento de la cabeza contra el billete, así como superficie de frotación, para excitar al LED; a lo que equivale tener una mayor sensibilidad.

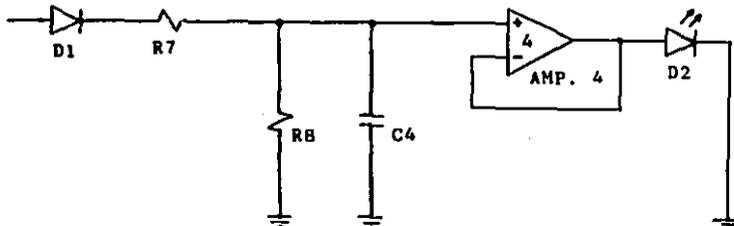
En el caso del diseño, la resistencia R7 es igual a 1ME, que es un valor aceptable para dar una sensibilidad al circuito no muy exagerada, ni muy pobre; sino tan solo la necesaria para que sea el LED fácil de encender ya sea con un área relativamente pequeña de frotamiento de la cabeza magnética, y de no dar además falsos disparos por tanta sensibilidad.

Después, la señal experimenta una referencia a tierra por medio de la resistencia R8, desde luego de un alto valor, para que la señal en C.D. no se vaya a tierra directamente; ya que de lo contrario sino existiese la resistencia R8, el LED se quedaría encendido por siempre aunque no existiese una señal excitadora proveniente de la cabeza magnética, por lo que es necesaria esta derivación de la señal, y su relación con la resistencia. Asimismo, es colocado un capacitor (C4) en paralelo con la resistencia R8, con el fin de mantener la señal estable, ya que ésta acaba de experimentar la rectificación de un diodo (D1) en la señal de C.A., para establecerse con la C.D.. Al colocar el capacitor C4 al circuito, se consigue entonces un decremento en las oscilacio--

nes de la señal; pues de lo contrario oscilaría mucho el sistema con el encendido y apagado del LED.

Es así que la señal, ya en su mayoría de C.D. es introducida al último amplificador operacional (AMP. 4), que posee una ganancia de 1 (no tiene ganancia), llamado "seguidor de voltaje". La finalidad exclusiva de este último amplificador operacional (AMP. 4) es la de no demandar corriente del circuito detector por parte del LED, que es la carga. En caso de que el seguidor de voltaje (AMP. 4) no fuese incluido en el circuito detector, se demandaría mucha corriente de éste por parte del LED, y por consecuencia, dejaría cargado al circuito; manteniéndose así siempre encendido el LED, con o sin señal de indicación. Por lo tanto, se aprovechan las características del amplificador operacional en su configuración de seguidor de voltaje; mismo que demanda muy poca corriente (despreciable) de la fuente de la señal, pues la impedancia de entrada del seguidor de voltaje es sumamente alta (varios megohms), y su salida es sumamente baja en impedancia. La corriente que se requiere entonces para encender el LED es proporcionada por el seguidor de voltaje; y el voltaje es proporcionado por la señal misma de C.D., ya que ésta no es amplificada por el AMP. 4. El valor máximo de corriente que proporciona el seguidor de voltaje (y en general cualquier amplificador operacional) a su salida, es establecido por lo general, entre los 5 y 10mA. a una entrada de voltaje de señal constante; misma que es demandada por el LED (D2).

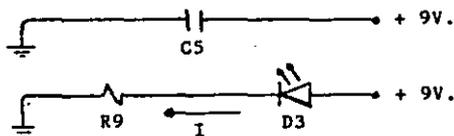
Es así que finalmente el LED (D2) es encendido, alimentado por la salida del seguidor de voltaje (AMP. 4), y de éste a tierra. Esto último es mostrado en el siguiente diagrama:



El circuito detector, en resumen, quedaría como se muestra en el diagrama 5.2.8

### 5.3 ACCESORIOS DEL CIRCUITO DETECTOR.

Como parte accesoria del circuito detector, se agrega una pequeña configuración que facilita la operación de éste; la cual consiste en un LED (D3) conectado en serie con una resistencia (R9), desde el voltaje de alimentación hasta tierra. La configuración es mostrada a continuación:



El valor de la resistencia R9 está dada por el siguiente cálculo:

$$V_{\text{alimentación}} = R9 \cdot I$$

donde I se fija para que trabaje a los 10mA (I = 10mA).

$$R9 = \frac{V_{\text{alimentación}}}{I} = \frac{9 \text{ Volts}}{10\text{mA}} = 900 \text{ ohms.}$$

$$R9 \approx 1\text{k}\Omega.$$

La intención de esta configuración, es la de que al encenderse el LED (D3), indique que el sistema detector se encuentra en estado de encendido, y listo para funcionar y registrar la presencia magnética del billete.

Además, se coloca un capacitor (C5) desde el voltaje de alimentación hasta tierra; ésto con fines preventivos de oscilación por la fuente, alambado, etc.. Así el capacitor C5 es igual a 100  $\mu\text{F}$ .

#### 5.4 CRITERIO EN LA ELECCION DE DISPOSITIVOS.

##### 5.4.1 Amplificadores.

Como resultado del desarrollo del diseño del detector de dólares falsos, se tiene una serie de cuatro amplificadores operacionales, que trabajan en conjunto para lograr la amplificación y así la utilización de la señal. Con tales fines, se trata de elegir un dispositivo electrónico que logre lo anterior, sin descuidar lo principal del circuito, que son las características de operación y funcionamiento. Es por esto que se toman en cuenta para la selección de un dispositivo electrónico, las características de circuito in-

tegrado (CI) amplificador operacional. Primeramente, el amplificador operacional debe de ser bastante lineal en su respuesta a una señal excitadora; además, debe de tener un buen ancho de banda, capaz para ser posible de amplificar una señal de baja frecuencia. Por otra parte, la ganancia en voltaje es decisiva para el amplificador, ya que debe de responder a los requerimientos del circuito detector; así como la corriente de salida, en el caso del circuito amplificador en su configuración de seguidor de voltaje, pues ésta debe de ser capaz de encender un LED.

Es por todas estas características que se elige al circuito integrado LM324; el cual cumple todas las características de uso, para el circuito detector de dólares falsos. Además de contar con dos características muy ventajosas en comparación con el resto de los circuitos amplificadores operacionales:

- 1.- En un solo módulo integrado, se cuenta con los cuatro amplificadores operacionales. Misma cifra que son requeridos para el diseño del circuito detector.
- 2.- El amplificador operacional está diseñado especialmente para que trabaje con una fuente de alimentación asimétrica. Es decir, desde un voltaje positivo a tierra.

La primer ventaja es aprovechada al eliminar voltajes de alimentación para cada amplificador operacional, así como interconexiones entre ellos. Por lo anterior, también se concluye que se ahorra en el área de construcción del circuito;

y por lo tanto también en costos, ya que solo se utiliza un circuito integrado en vez de cuatro o dos.

La segunda ventaja es aprovechada en el sentido de que el circuito detector también puede ser activado con una pila común y corriente; además de poder ser activado con voltaje proveniente de una línea eléctrica doméstica (por medio de una fuente de alimentación regulada).

Es por todas estas características, además de las compensaciones (en temperatura, frecuencia, etc.) que se elige al circuito integrado LM324 para formar parte del circuito detector de dólares falsos.

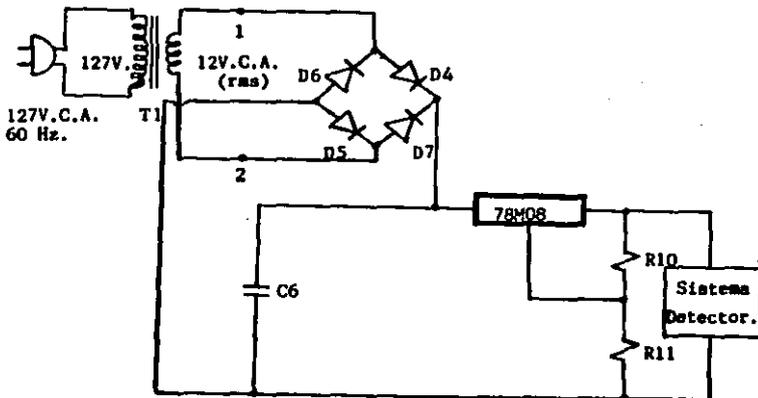
#### 5.4.2 Voltaje de Alimentación.

El sistema contará con la ventaja de alimentarse con una batería de 9 Volts, o con una fuente de alimentación asimétrica, también de 9 Volts. Esta opción es aprovechada para hacer más versátil al sistema detector, ya que una batería de 9 Volts es muy fácil de conseguirse en el comercio; y la fuente de alimentación es también fácil de operar, ya que el voltaje se encuentra disponible en la línea eléctrica doméstica, es decir, en los 127V.C.A. a 60Hz., y de ahí a la fuente rectificadora.

##### **5.4.2.1 FUENTE DE ALIMENTACION ASIMETRICA.**

La fuente de alimentación es ideada para que opere a los nueve volts en C.D. a su salida, en relación a tierra. Se diseña para que a su salida se tenga este voltaje en forma regulada, para que con esta característica se eviten los

posibles problemas, tanto de variación y oscilación en corriente, como en voltaje. Además de que es implementada la fuente en otro módulo y no en el mismo del sistema detector para prevenir posibles ruido causados por ésta; así como la facilidad en la manipulación y manejo de un sistema pequeño. La fuente de alimentación es diseñada de una forma práctica, como a continuación se muestra:

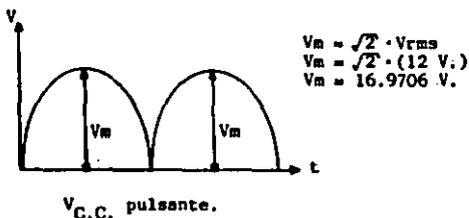


El diseño de la fuente es mostrado de una forma breve y concisa, en la que se utilizan ecuaciones para tal fin sin previa explicación o demostración, pues ésto estaría fuera de los alcances de los objetivos de la presente. Es por esto, que a continuación se procede a explicar el funcionamiento de la fuente de alimentación asimétrica.

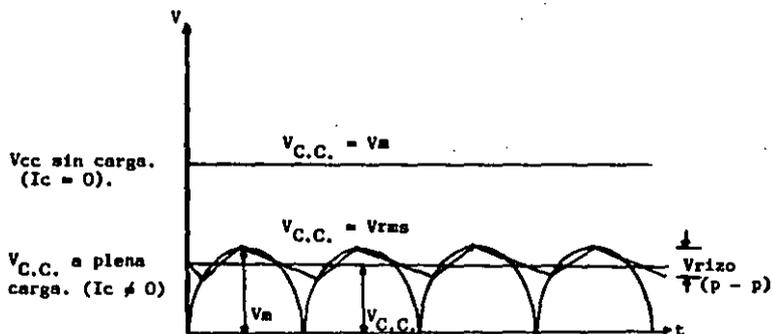
Primeramente, el transformador T1 reduce el valor del voltaje, desde los 127V.C.A. en el devanado primario, a

los 12V.C.A. en el devanado secundario; para tener así un valor de voltaje más fácil de manipular y próximo al requerido.

En seguida se coloca un puente rectificador de onda completa con un arreglo de cuatro diodos (D4, D5, D6, D7) - con la finalidad de rectificar a la señal de C.A. a una de - C.D.. Cuando la terminal 1 del secundario del transformador es positiva con respecto a la terminal 2 del mismo, los diodos D4 y D5 conducen; y cuando la terminal 2 es positiva con respecto a la terminal 1, los diodos D6 y D7 conducen. El resultado es un voltaje de C.C. (corriente continua) pulsante entre las terminales de salida.



El voltaje C.C. pulsante no es C.C. pura, de modo - que se coloca un filtro capacitor (C6) a través de las terminales de salida a C.C.; este capacitor suaviza las pulsaciones de salida y da un voltaje de C.C. de salida más puro. Pero al agregársele a ésta una carga, se presentan las pérdi--das en el voltaje de rizo ( $V_{rizo}$ ) (que tiene la característica de asemejarse a una señal triangular).



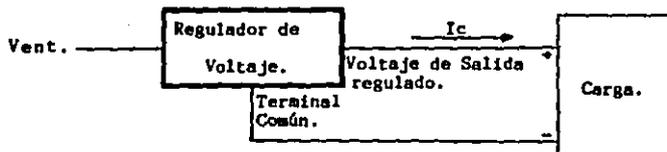
Especificación de Voltajes.

Ahora se procede a calcular la corriente de carga - ( $I_c$ ) para poder predeterminar qué tanto irá a bajar el nivel de voltaje C.C. con el sistema detector (que es la carga para la fuente). Por lo que se estima en las hojas de datos - del circuito integrado LM324, que la corriente máxima que re quiere el sistema detector es de 20mA. (de acuerdo a sus características) en cada uno de sus amplificadores operacionales; y por lo tanto en su totalidad se utilizan a lo más de 80mA. aproximadamente. Partiendo de lo anterior, se integra a la fuente de alimentación un circuito integrado regulador de voltaje, que proporciona la corriente requerida, tal es - el circuito integrado 78M08 (pues se precisa para la carga, mucho menos de un cuarto de amperio ( $I_c < 250\text{mA.}$ )) que regula a la salida un voltaje en C.D. de 8 Volts.

Los cálculos matemáticos están dados como siguiente

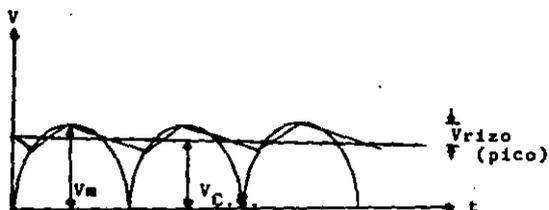
paso:

- En la hoja de datos de información del circuito integrado 78M08 (regulador de voltaje), se especifica que se requiere a la entrada de éste un voltaje mínimo (Vent.mín.) de 10.5 Volts, para que éste funcione acertadamente a su salida.



Y para el 78M10 se especifica que se requiere de 12.5 Volts; por lo que para regular al 78M08 en los 9 Volts a su salida, se requerirá un voltaje de 11.5 Volts mínimo.

- Para fines de cálculos, se supondrá una corriente de carga ( $I_c$ ) de 100mA, para prevenir algún error:



El voltaje de pico que se tiene en el secundario del transformador, es de:

$$V_m = \sqrt{2} \cdot V_{rms}$$

$$V_m = \sqrt{2} \cdot (12 \text{ V.}) = 16.9706 \text{ V.}$$

El voltaje de rizado es dado por la siguiente ecuación; -  
el capacitor C6 es seleccionado como un valor típico de capa-  
citancia para estos fines, así C6 = 470  $\mu$ F.

$$V_{rizo(rms)} = \frac{2.4 \cdot I_c}{C}$$

$$V_{rizo(rms)} = \frac{2.4 \cdot (100)}{470} = 0.5106 \text{ Volts.}$$

El voltaje de rizado de pico es entonces:

$$V_{rizo(pico)} = \sqrt{3} \cdot V_{rizo(rms)}$$

$$V_{rizo(pico)} = \sqrt{3} \cdot (0.5106 \text{ V.}) = 0.8845 \text{ Volts.}$$

El nivel de C.C. del voltaje a través del condensador C6 es:

$$V_{C.C.} = V_m - V_{rizo(pico)}$$

$$V_{C.C.} = 16.9706 - 0.8845 = 16.0861 \text{ Volts.}$$

Entonces, el porcentaje del voltaje de rizado a través del -  
filtro condensador C6 es:

$$\text{rizo} = \frac{2.4 \cdot I_c}{C \cdot V_{C.C.}} \cdot 100\%$$

$$\text{rizo} = \frac{2.4 \cdot (100)}{(470) \cdot (16.0861)} \cdot 100\% = 3.1876\%$$

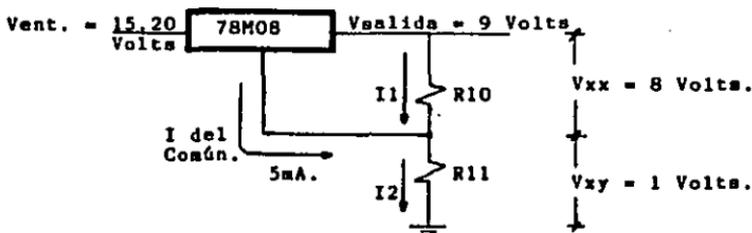
Así, el voltaje a través del filtro condensador C6 tiene un  
rizado de alrededor del 3.1876%, y cae a un voltaje mínimo -  
de:

$$V_{ent.mín.} = V_m - 2 \cdot V_{rizo(pico)}$$

$$V_{ent.mín.} = 16.9706 - 2 \cdot (0.8845) = 15.2016 \text{ V.}$$

Por lo tanto, el voltaje más bajo que se mantiene a través -  
del capacitor C6, es de 15.2016 V.; por lo que supera la es-  
pecificación del  $V_{ent.mín.}$  para el CI, que es de 11.5 Volts.

- Ahora el circuito integrado 78M08 es diseñado de -  
la siguiente forma, para obtener a la salida los 9 Volts re-  
queridos para hacer funcionar al sistema detector.:



$$R10 = \frac{V_{xx}}{I1} = \frac{8 \text{ Volts}}{1\text{mA.}}$$

$$R10 = 8\text{kE} \approx 8.2\text{kE.}$$

$$R11 = \frac{V_{xy}}{I2} = \frac{1 \text{ Volts}}{6\text{mA.}}$$

$$R11 = 167 \text{ E} \approx 150 \text{ E.}$$

Las corrientes son fijadas para que el regulador opere a los  
9 Volts:

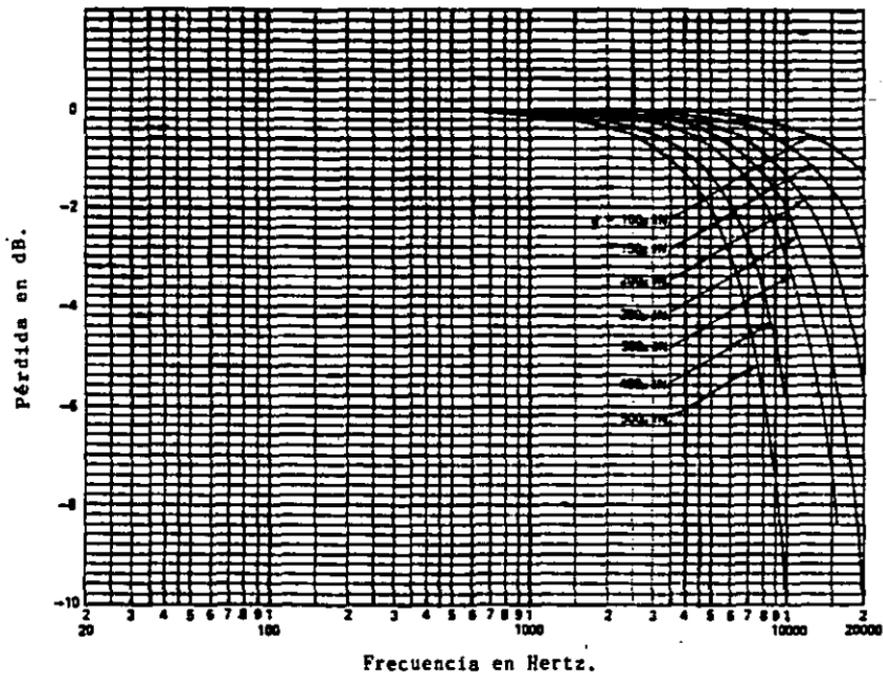
$$I \text{ del Común} = 5\text{mA.}$$

$$I1 = 1\text{mA}$$

$$I2 = I1 + (I \text{ del Común})$$

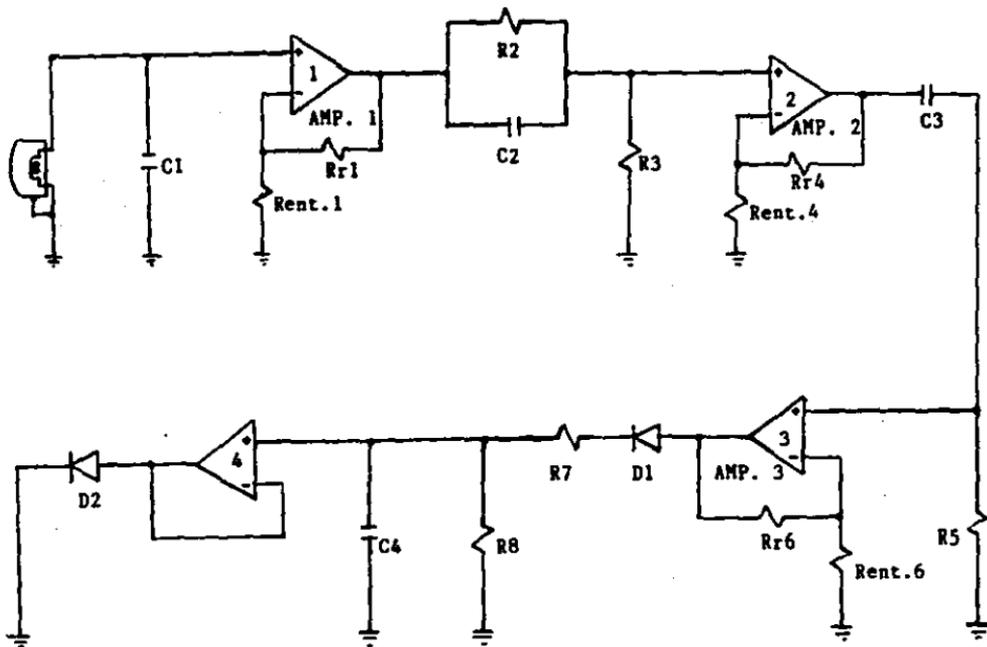
$$I2 = 1\text{mA} + 5\text{mA.}$$

$$I2 = 6\text{mA.}$$



PERDIDAS DEL ENTREHIERRO CONTRA FRECUENCIA, PARA DIFERENTES LONGITUDES DE ENTREHIERRO, CON UNA VELOCIDAD CONSTANTE DE 7.5 PULG./SEG.

GRAFICA 5.2.2.B



Circuito Detector de Tinta Genuina.

DIAGRAMA 5.2.B

**C A P I T U L O 6**

**DISEÑO DEL DETECTOR DE IMPRESION GENUINA  
EN UN BILLETE DOLAR**

## 6.1 DISEÑO DE UN DETECTOR DE IMPRESION GENUINA.

El desarrollo del diseño del detector de impresión genuina, es basado en realidad, en la medición de los espesores de la tinta, que como es expuesto en capítulos anteriores, se participa de la manufactura del dólar original; lo cual indica que dentro del sistema de impresión, éste posee tanto la técnica de intaglio como la de tipografía.

Al contar el billete con la impresión de intaglio en su mayoría, hace ésto un sistema de seguridad (válido para ser aprovechado para su análisis); pues el espesor de la tinta es mucho mayor que cualquier otro sistema de impresión falso con que se pudiese fabricarse éste.

### 6.1.1 ALGORITMO.

El propósito del diseño se puede resumir en los siguientes pasos ordenados:

- 1.-) Generar un flujo magnético para que atraviese la sección transversal del billete.
- 2.-) Captar por medio de una bobina el flujo que logra atravesar la sección del billete.
- 3.-) Convertir esta señal de flujo en una medición de espesor por medio de artificios electromagnéticos, para ser mostrado al operador.

## 6.2 CRITERIOS Y DESARROLLO DEL SISTEMA DETECTOR.

Como parte fundamental del desarrollo del sistema, -

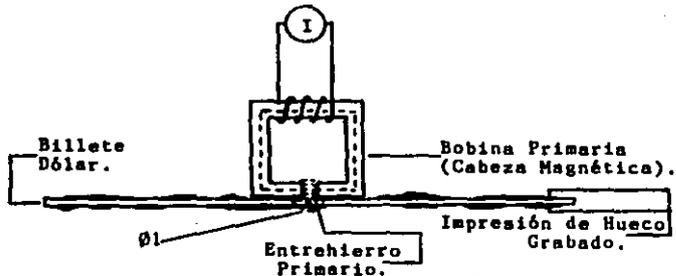
se cuenta con el antecedente de que el billete dólar está im preso con el sistema de hueco grabado en su mayoría. Así, ésto hace que el grabado con la tinta en el billete sea de un mayor espesor, en comparación con un billete falso (que como es en su mayoría está grabado por medio del sistema offset). Esta diferencia de espesores en la tinta, es totalmente apre ciable y valuable para un sistema que es diseñado para medir el espesor de la tinta.

El sistema detector de impresión genuina estará basado en la producción de un flujo magnético ( $\phi$ ) que será creado por medio de una bobina primaria; a la cual se le sometera una corriente eléctrica (I) con el fin de producir el flujo magnético (este fenómeno electromagnético ya fue con anterioridad explicado). En este caso la bobina primaria es una cabeza magnética (1), la razón es la manipulación de ella, - es muy práctica en comparación con una bobina que no está en capsulada; aunque más sin embargo, se puede utilizar cual- - quier otra bobina (de cualquier forma y núcleo) siempre y - cuando cumpla con la condición de producir un flujo magnéti- - co.

De esta forma, el flujo que es producido por la cabeza magnética es radiado para que atraviese por la sección - transversal del billete dólar, con lo que se determinará su espesor. Tal como se muestra en la siguiente gráfica 6.2.8.

Ahora bien, el flujo dispersado en el entrehierro - primario es directamente proporcional a la cantidad de co- - rriente administrada en la bobina, y este flujo es por tanto

evaluado del otro lado del billete por medio de una segunda bobina que es asimismo, una cabeza magnética (2) por las mismas razones que anteriormente se explicaron.

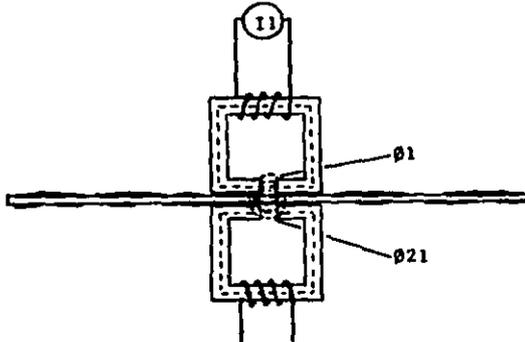


Gráfica 6.2.B

Su lógica será la de suponer que un billete falso es sometido en este tipo de sistema de detección, el flujo magnético que atravesará el billete será mucho mayor, ya que habrá menor espesor de la pieza, y por lo tanto menor obstrucción o resistencia al flujo magnético. Al encontrarse el flujo magnético del otro lado del billete, éste inducirá una inductancia mutua en una bobina secundaria (cabeza magnética).

Esto quiere decir, que si la bobina primaria produce un flujo magnético ( $\phi_1$ ), no todo éste se enlazará a la bobina secundaria (concatenación); y la variación de la corriente en la bobina primaria ( $i_1$ ) producirá una fuerza electromotriz inducida en la bobina secundaria ( $e_2$ ), que dependerá de

la variación del flujo enlazado por ésta. Esto es mostrado a continuación:



La bobina primaria con corriente  $I_1$  produce un flujo magnético  $\Phi_1$ ; a la porción de este flujo a través de la bobina secundaria se le llama  $\Phi_{21}$ .

Matemáticamente, esto queda:

$$\Phi_{21} = M \cdot I_1$$

donde  $M$  = Es la inductancia mutua producida por la bobina primaria a la secundaria.

$I_1$  = Corriente en la bobina primaria.

$\Phi_{21}$  = El flujo concatenado en la bobina secundaria debido a la corriente  $I_1$ .

$$M = N_2 \cdot \frac{d\Phi_{21}}{dI_1} \quad \text{Henrios.}$$

y si la resistencia magnética en la bobina es constante, ó en un instante dado; la inductancia mutua se expresa como:

$$M = N_2 \cdot \frac{\Phi_{21}}{i_1} \text{ J.}$$

Al registrarse en la segunda bobina el flujo magnético que atraviesa el billete, lo que en realidad sucede es que se induce en la bobina secundaria un voltaje, fenómeno que es tratado en la Ley de Faraday. Así,

$$e_2 = M \cdot \frac{di_1}{dt} \text{ Volts.}$$

donde  $e_2$  = Es el voltaje inducido en la bobina secundaria.

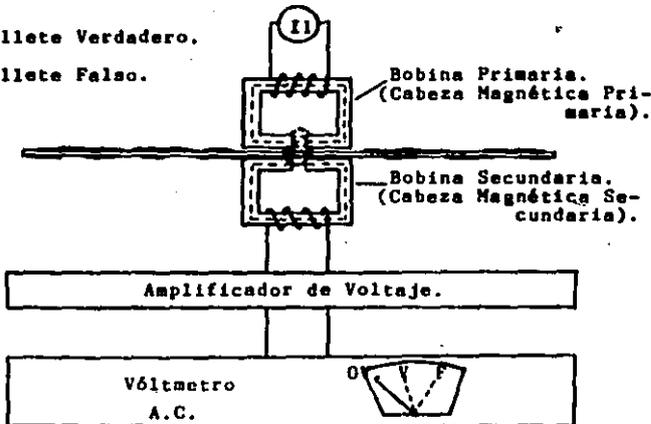
$M$  = Inductancia Mutua.

$di_1/dt$  = Es la variación de la corriente en la bobina primaria con respecto al tiempo.

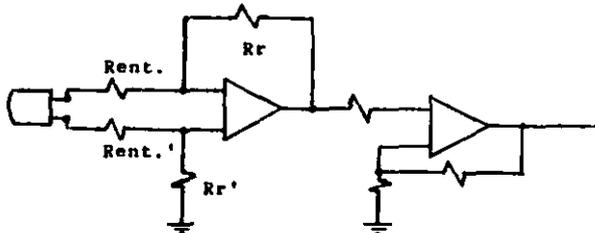
Es así que ya se tiene un voltaje en las terminales de la bobina secundaria, mismo que puede ser amplificado para ser evaluado, y así dictaminar la cantidad de voltaje correspondiente a un billete falso y a otro verdadero; Esto es:

V = Billete Verdadero.

F = Billete Falso.



El amplificador de voltaje es seleccionado de acuerdo a los criterios de anteriores capítulos. De donde se puede sugerir un amplificador diferencial para eliminar problemas de ruido y a la vez amplificar la señal.



Asimismo, en lugar del voltmetro se puede colocar un rectificador de onda completa para tener señal de C.D. y poder así introducir a un comparador (o a un medidor de C.D.); para que en el momento en que el valor del voltaje rebase el valor de "V", se encienda un Led (o funcione un zumbador) y que denote la falsedad del billete. De la misma forma, se puede introducir en este sistema los criterios de los accesorios y de la fuente de alimentación usados en el sistema detector de tinta genuina.

### 6.3 ORIGEN DE LA CORRIENTE ALTERNA (C.A.) EN EL SISTEMA.

Una vez que se tiene desarrollado ya todo el sistema, cabe hacer explicaciones de criterios en los fenómenos en donde no se a profundizado con su debida importancia en pun-

tos fundamentales; tal es el caso en el origen de la corriente alterna en el sistema detector de impresión genuina.

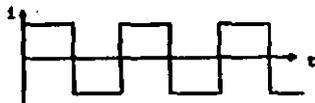
Es de orden imperioso el que exista en la bobina primaria una corriente alterna, ya que de lo contrario nunca se lograría que la bobina secundaria se indujera, ya que no habría una variación del flujo con respecto al tiempo (Ley de Faraday). Para hacer cumplir esta ley electromagnética fundamental para éste sistema, se puede lograr por dos formas, dependiendo de la posición que guarde la pieza a analizar:

### 6.3.1 I.- EL BILLETE EN ESTADO ESTÁTICO.

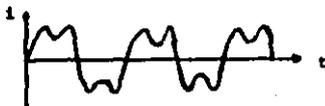
Alimentar a la bobina primaria con una corriente variable con respecto al tiempo; pudiendo ser cualquiera de las siguientes señales:



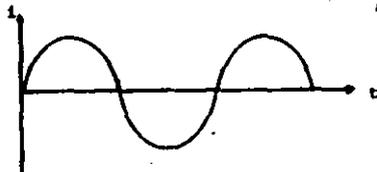
Triangular.



Cuadrada.



Aleatoria.



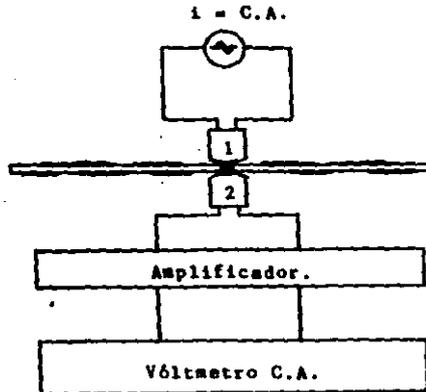
Senoide.

$$\text{donde } i = I \sin \omega t$$

$$\omega = 2\pi f$$

Estas señales oscilantes pueden ser producidas por algún circuito electrónico. En donde al ser la corriente variable, - también será variable el flujo magnético producido; de esta forma, se hace posible la inducción mutua en la bobina secundaria, para originar así un voltaje en sus terminales (e2) - con el fin de ser sensado.

La operación de este sistema es con la C.A. como medida, y con el billete guardando una posición estática.



La señal de flujo obtenida en la bobina secundaria depende - directamente de las coordenadas de la superficie del billete que se esté analizando; ya que el espesor de la tinta no es uniforme en todo el billete, y por lo tanto en algunos puntos se obtendrá mayor o menor flujo concatenado por la bobina

na secundaria. Es por esto que siempre se debe de analizar - un mismo punto para una cierta denominación de billete y éste siempre será de un valor de voltaje constante. Por ejemplo, si en un billete de 1 dólar se eligen por analizar las coordenadas en donde se encuentran los ojos del personaje - histórico que se encuentra en el retrato (George Washington), (que es un punto clave y denotador entre un billete falso y uno verdadero) ésta tendrá como resultado de el análisis un valor de voltaje siempre constante para esta denominación, y así consecuentemente para cada coordenada específica y para cada denominación.

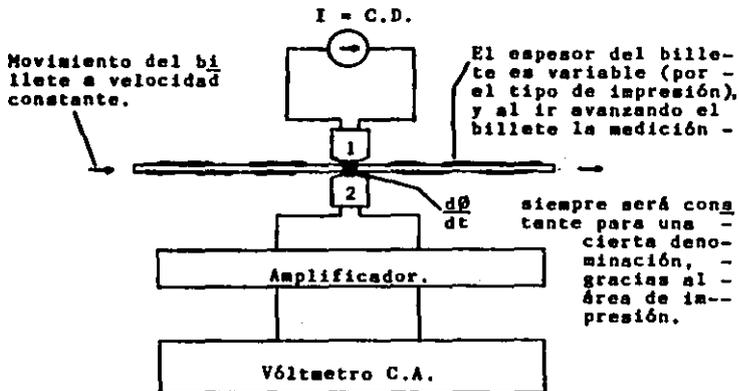
Un punto que se pensaría que tendría el mismo valor en voltaje para todas las denominaciones sería la malla que se encuentra como fondo del retrato, ya que todos los billetes la poseen. Pero esto no es así, pues éste sistema detector también analiza el reverso del billete, (al atravesar el flujo magnético ( $\emptyset$ ) por toda la sección transversal del billete) que es diferente en cada una de las denominaciones.

#### 6.3.2 II.- EL BILLETE EN ESTADO DINAMICO.

En esta segunda opción prevalece el voltaje en corriente directa; ya que en la bobina primaria circula un voltaje constante y por lo tanto una corriente incapaz de variar de sí a través del tiempo. Más sin embargo para lograr que la bobina secundaria sea inducida por el campo magnético creado por la bobina primaria, es necesario que el billete a examinar se encuentre en estado dinámico, con una velocidad

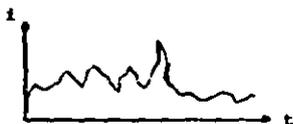
constante, y con esto lograr una variación en el campo magnético en relación al tiempo y crear a su vez un voltaje capaz de ser censado por el vóltmetro de C.A. que dictaminará el origen del billete.

La variante en la gráfica de corriente contra tiempo, que se registra en la bobina secundaria, es la no existencia de una señal tan uniforme, como en el caso anterior en que la corriente primaria se trataba de una señal tan conocida e identificada (como es una senoide, un pulso, etc.). En este caso la señal no se tratará de una expresión tan conocida, pero una vez obtenida ésta, será siempre constante para cada denominación, puesto que la sección del billete a analizar será siempre constante (es decir, la misma en todas sus oportunidades) dentro de un área de espesor variable.

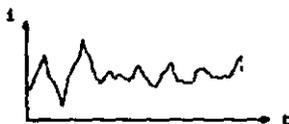


Así, que la gráfica resultante del valor de la señal

censada es constante para una denominación en específico; ya que cada denominación cuenta con las mismas características de impresión y líneas. Por ejemplo: - Ambas gráficas hechas a una velocidad constante.



1 dólar.



20 dólares.

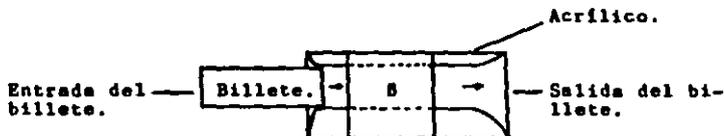
Esta segunda opción de crear una corriente alterna - con la pieza, para inducir a la bobina secundaria, tiene la ventaja de analizar la calidad de impresión, además de su espesor; así como el de analizar al billete a lo largo de él, por lo tanto, se analiza mayor área de él. La desventaja que se tiene, es que esta forma de analizar el billete es más costosa y complicada; ya que para lograr el objetivo de un desplazamiento de la pieza a analizar, se implementa un sistema mecánico por medio de rodillos, y de un motorreductor de C.D. que da el giro a éstos.

El voltaje suministrado al motorreductor debe de ser constante para que el giro que suministre éste sea constante, para que así sea transmitido a la pieza con las mismas características de desplazamiento lineal; cumpliendo con la parte correspondiente de la constante lineal de la velocidad impartida al billete a tratar. Un sistema con estas características bien podría ser el siguiente:

### 6.3.2.1 Modelo Físico.-

Es de vital importancia el módulo por el cual se conducirá el billete dólar para ser analizado; ya que se requiere de suma precisión para que la sección analizada de un billete siempre sea la misma para una denominación preestablecida, y así evitar posibles errores en el dictamen de una pieza.

El módulo podría ser fabricado con acrílico, fibra de vidrio, o por algún otro polímero compuesto; con un acabado bastante competente. El modelo debe de constar con un par de rieles o líneas guías, con el fin de que el billete sea colocado y conducido en una posición bastante adecuada y precisa para su correspondiente análisis. Es así que el módulo del chasis podría ser el siguiente:



En la sección B del módulo se contará con un sistema electrónico-electromecánico que sustentará el análisis monetario, - el cual es definido en la siguiente posición, y la contraparte restante que ya fue tratada.

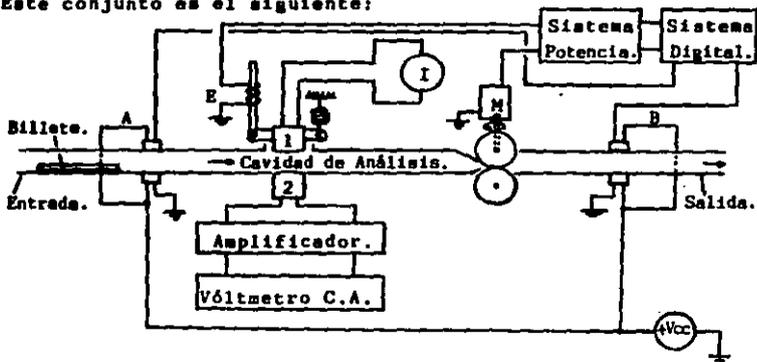
### 6.3.2.2 Disposición de Elementos y Dispositivos en el Siste-

ma.-

Para un mejor resultado de análisis, es necesario - que ambas bobinas (cabezas magnéticas) estén muy próximas al billete por sus lados correspondientes, para lograr evitar - el ruido que pudiese interferir; además de una mejor medi- ción de flujo magnético al aproximarse las bobinas y lograr mayor inductancia mutua para la valoración.

Para que las cabezas magnéticas estén próximas entre sí con el billete, se fijará una de ellas a la parte del mó- dulo en su posición inferior, con el fin de que la otra cabe- za magnética se aproxime al billete y no se tenga que mover ambas. Y se hace móvil una cabeza y no ambas fijas, porque - de lo contrario se tendría problema para que el billete en- trara a la cavidad de análisis, pues se correría con el ries- go de que se atorase.

La aproximación de la cabeza será controlada por me- dio de un sistema lógico digital electrónico que tendrá como transductores un par de emisores y receptores de infrarrojos. Este conjunto es el siguiente:



Al entrar el billete al sistema, lo que provoca inmediatamente es que se interceda la luz infrarroja en el par "A", con lo que se envía una señal para que se active el motorreductor que impulsa el rotor de los rodillos. Al momento en que el billete sigue avanzando por el sistema, se obstaculiza - asimismo el par de infrarrojos "B" con lo que se envía una - señal con éste hecho, de activar el electroimán que sitúa la cabeza magnética primaria en una posición próxima al billete y a la cabeza secundaria (En vez de aproximarse la cabeza - con un electroimán, también pudo haberse utilizado una biela y un motor). Aquí es donde se inicia el análisis electromagnético como ya fue descrito con anterioridad; asimismo, cabe resaltar, que es conveniente que los pares de infrarrojos - ("A" y "B") estén separados entre ellos una distancia considerable para que la cabeza baje precisamente cuando el retrato del personaje histórico del billete está pasando entre - las bobinas. Esto con la finalidad de que se analicen la calidad de los retratos que es muy buen punto para su análisis; aunque se pueda ajustar a los requerimientos que sean necesarios en su análisis.

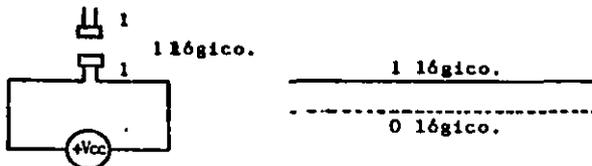
Continuando con la trayectoria que sigue el billete, éste termina por dejar de obstruir el paso de la luz infrarroja en el par "A", con lo que con este hecho se desactiva el electroimán, y hace regresar a la cabeza magnética a su - posición original, gracias a un resorte que se antepuso para tales fines. Es aquí en este punto en donde termina el análisis del billete.

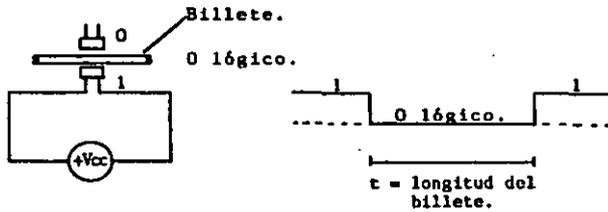
Breve tiempo después, también el billete deja de obg truir el paso de la luz infrarroja en el par "B", con lo que se desactiva por completo todo el sistema al finalizar el - funcionamiento de los rodillos. Se puede observar que el im-pulso de cada par de infrarrojos está determinado en tiempo por la longitud del billete.

### 6.3.2.3 Sistema Lógico Digital.-

Al influir un voltaje (+Vcc) en cada uno de los Leds infrarrojos ("A" y "B"), éstos emitiran una señal de existenu cia de voltaje (1 lógico) para ser captados por la contrapare te, que es un receptor de luz infrarroja; que en este caso - es un fototransistor infrarrojo. Al pasar el billete por - cualquiera de los pares de luz infrarroja se interrumpe el - haz luminoso, con lo que el Led de éste sigue enviando una - señal de luz (1 lógico), pero el fototransistor no alcanza a recibirla; con lo que supone una ausencia de voltaje (0 lógiu co) en el sistema. Esto último es aprovechado para controlar el sistema de análisis al aproximar la bobina primaria a la pieza dudosa.

Así, la interpretación lógica es la siguiente:

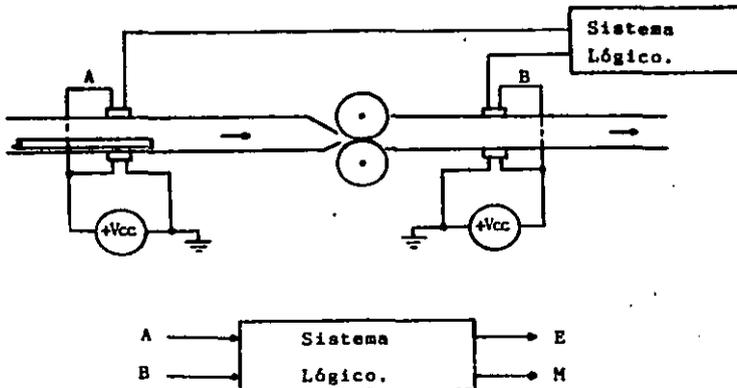




En donde su simbología es la siguiente:



Así, el sistema lógico en el detector será el siguiente; en donde entran al sistema dos señales ("A" y "B") para tener el control sobre el motorreductor (M) que mueve los rodillos, y sobre el electroimán (E) que aproxima la cabeza magnética. Por lo tanto, M y E serán las salidas del sistema lógico.



Para hacer el diagrama lógico, primero se establecen las ecuaciones, en donde se toma la siguiente convención:

- 0 = Ausencia de voltaje = Apagado.  
1 = Voltaje constante = Encendido.

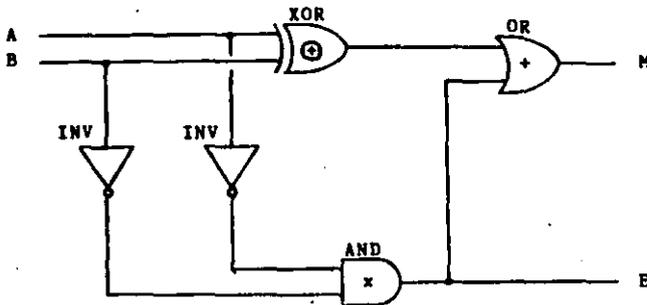
A	B	M	E
0	1	1	0
0	0	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

$$M = \bar{A} \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot \bar{B}$$

$$M = \bar{A} \cdot \bar{B} + A \oplus B$$

$$E = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

Una vez obtenidas las ecuaciones, se procede a construir el diagrama que las satisfaga; verificando con la tabla de verdad correspondiente.



La tecnología recomendada para las compuertas lógicas del sistema detector, es la CMOS, ya que ofrece gran versatilidad en su suministro, e inmunidad al ruido. Así que se elige un circuito integrado de:

Compuerta: XOR = 14070

AND = 14081

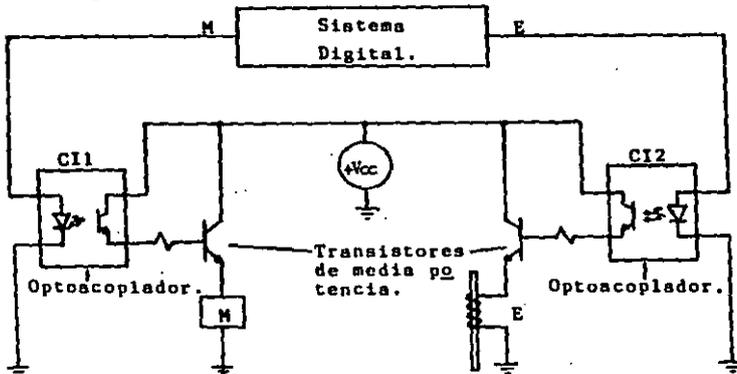
INV = 14049

OR = 14071

El Led infrarrojo puede ser el TIL 32 que es de poco alcance, pero que es suficiente para la distancia en que se empleará. Asimismo, el fototransistor puede ser el TIL 81.

#### 6.3.2.4 Sistema de Potencia.-

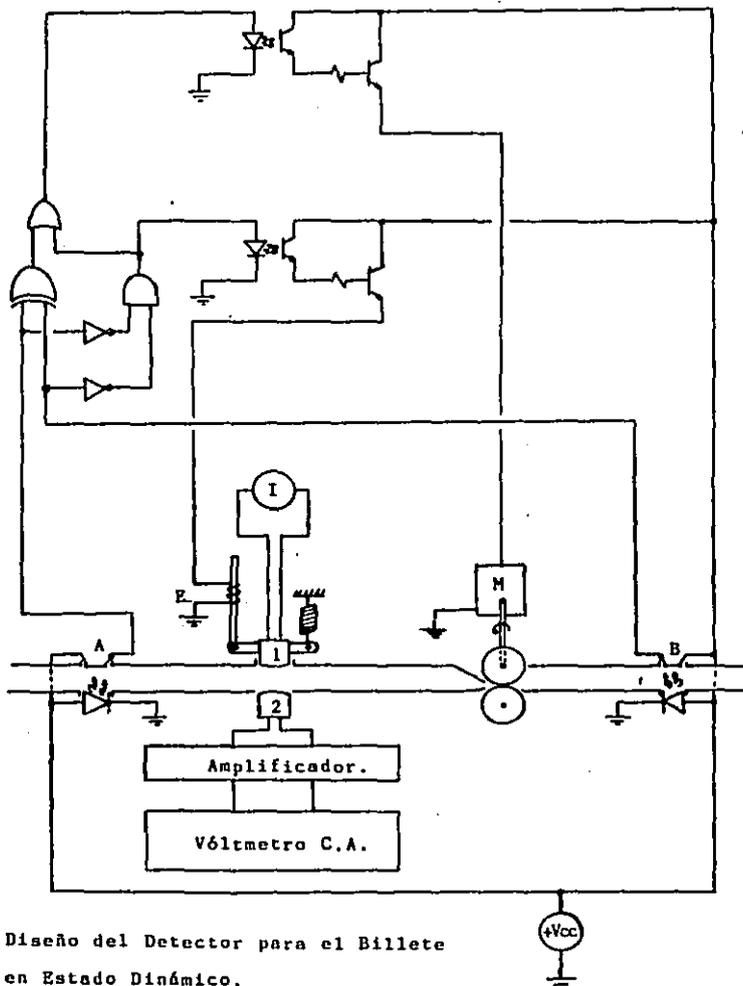
El sistema de potencia se utiliza para relacionar la etapa de lógica digital, con los dispositivos electromagnéticos encargados de hacer los movimientos mecánicos, para cumplir con las disposiciones de la etapa lógica. Un sistema de potencia puede ser el que cuente con un opto-acoplador, el cual tenga la función de acoplar la etapa de potencia, con la de lógica:



En este sistema de potencia, se cuenta con el auxilio de transistores de media potencia, que se encargan de manejar la corriente que demanda el motor o el electroimán según sea el caso. Este transistor puede ser un MJE340 (NPN de encapsulado TO-126) y que es bastante capaz de manejar las capacidades que pudiesen ser utilizadas por los posteriores dispositivos eléctricos.

Asimismo, en lugar de utilizar un transistor de potencia, se pudo haber empleado un opto-acoplador con salida en Par Darlington (que ayuda a manejar la corriente demandada por los dispositivos) pero en caso de que sea excesiva la demanda para un circuito integrado opto-acoplador, se utiliza un transistor de potencia. En el presente ejemplo se emplea un circuito integrado opto-acoplador TIL 111.

Finalmente, el sistema detector completo, queda de la siguiente forma.



Diseño del Detector para el Billete  
en Estado Dinámico.

DIAGRAMA 6.3.2.B

**C A P I T U L O 7**

**DISEÑO DEL DETECTOR DE TINTA E IMPRESION GENUINA  
EN UN BILLETE DOLAR**

## 7.1 DISEÑO DE UN DETECTOR DE TINTA E IMPRESION GENUINA.

El desarrollo del diseño estará basado en las características y propiedades de la tinta y la calidad de impresión que ofrece el billete dólar. Ambas propiedades del billete ya fueron explicadas con anticipación. La diferencia del presente diseño, a comparación de los dos anteriores, es que se tendrá que hacer en un solo sistema electromagnético; contando para con ello con una cabeza magnética, a la cual se le medirá su inductancia cuando esté en contacto con la superficie del billete (que contiene propiedades ferromagnéticas y de impresión en intaglio).

Por lo tanto, el presente diseño es el más confiable, ya que éste a la vez de comprobar la presencia de tinta ferromagnética, verifica el espesor de la tinta desarrollada en la impresión.

### 7.1.1 ALGORITMO.

El propósito del diseño se puede resumir en los siguientes pasos ordenados:

- 1.-) Definir la inductancia de la cabeza magnética.
- 2.-) Colocar la cabeza magnética energizada a la superficie del billete en donde éste posea tinta férrica.
- 3.-) Constatar el aumento de la inductancia por medio de la medición y comparación.

## 7.2 CRITERIOS Y DESARROLLO DEL SISTEMA DETECTOR.

El elemento sensor (cabeza magnética), cuenta en su estructura interna con una bobina, la cual es enrollada en tan solo un extremo del núcleo ferromagnético. Este núcleo tiene un pequeño entrehierro, el cual por tener dicha característica puede ser comparado con la forma semejante a la de la quinta vocal, (una U). Esto es aprovechado, al colocar el entrehierro del núcleo sobre la superficie del billete con tinta con ferrumagnético a ser analizado, (o sea, sobre el material con dichas propiedades) para de esta forma completar un circuito magnético.

Desde que la tinta ferromagnética empieza a ser medida en esta porción del circuito magnético, la reluctancia del mismo empieza a decrementarse, y por ende aumenta la inductancia de la bobina; misma que está determinada (en parte) por el espesor de la tinta (es decir, por el sistema de impresión de hueco grabado). Así, al medir la inductancia de la bobina (cabeza magnética), el espesor del material es determinado.

Dicho en otras palabras, la cabeza magnética produce un flujo magnético (al introducirle una corriente), misma que recorre todo el núcleo férrico y atraviesa el entrehierro; aumentando en este tramo su reluctancia. Así, al colocar la cabeza sobre la tinta de material férrico, la reluctancia del entrehierro disminuye considerablemente, pues ya tiene un camino de menor reluctancia por el cual pasar el flujo magnético. Pero además de importar la característica de la tinta férrica, también importa en buen grado, el área

transversal sobre el cual va a circular el flujo magnético, ya que entre más grande sea el área, menor reluctancia habrá de la misma y he aquí la medición del espesor de la impre--- sión; pues aunque varía la calidad del espesor en tan solo - algunas centésimas de milímetro, este decremento del área - transversal (a comparación del área transversal del núcleo - férrico de la cabeza magnética) supone una mayor reluctancia con la correspondiente disminución de flujo magnético, lo - que a su vez rebaja la impedancia de la bobina, aumentando - la intensidad en ella. Más sin embargo, se opta por valuar - la inductancia de la bobina (que es inversamente proporcio-- nal a la reluctancia), ya que se alcanzan a apreciar en su va- lor aunque sean cambios muy pequeños; y en cambio en el va-- lor de la corriente no es tan apreciable este cambio de esp-- sor para su medición. Asimismo, se valúa la inductancia y no la reluctancia, pues es mucho más fácil medir la inductancia con elementos físicos, sin afectar desde luego, la precisión que registra la variación de la reluctancia.

Para entender lo que en realidad acontece en una ca- beza magnética al realizar esta operación, se procede a cong- truir y calcular el modelo del detector, pero antes se toman en cuenta unos antecedentes de circuitería magnética para se- mejantes fines.

### 7.3 CIRCUITO MAGNETICO.

Se le llama circuito magnético a la descripción ce-- rrada que realiza un flujo magnético, y ésto debido a la se-

mejanza que prevalece con un circuito eléctrico.

El circuito magnético más simple e ideal es aquel - que posee un núcleo toroidal, ya que todo el flujo magnético que se produce por la bobina estará encerrado por el devanado, produciendo un gran valor de inductancia por unidad de - volúmen. Además, las inductancias toroidales son relativamen- te inmunes a los campos magnéticos parásitos.

Así, el análisis del circuito magnético toroidal que da de la siguiente forma:



$$\oint H \cdot dl = N \cdot i$$

$$H \cdot l = N \cdot i$$

$$H = \frac{N \cdot i}{l}$$

donde:  $N$  = Número de vueltas de la bobina.

$i$  = Corriente aplicada a la bobina.

Por lo tanto,  $F = N \cdot i$ , donde  $F$  = Fuerza magnetomotriz (amf).

Es así que por semejantes los circuitos eléctricos - con los magnéticos, se puede entablar una relación entre ambos de sus parámetros físicos. (Relaciones entre campos).

Eléctrico.	Magnético.
Intensidad de Campo $E$	Intensidad de Campo $H$
Densidad de Corriente $J$	Densidad de Flujo $B$
Conductividad $\sigma$	Permeabilidad $\mu$
$J = \sigma \cdot E$	$B = \mu \cdot H$
Corriente $i = \int_A J \cdot dA$	Flujo $\phi = \int_A B \cdot dA$
$i \approx J \cdot A$	$\phi \approx B \cdot A$

$$\text{Emf } v = \oint E \cdot dl$$

$$v \approx E \cdot l$$

$$\text{Mmf } F = \oint H \cdot dl$$

$$F \approx H \cdot l$$

De lo anterior se puede deducir que un circuito magnético puede ser tratado como un circuito eléctrico, por lo que se puede determinar la "Ley de ohm magnética" ya que se cuenta con las analogías de la corriente, voltaje y resistencia.

Así, la ley de ohm eléctrica es:

$$R = \frac{l}{\sigma \cdot A} = \rho \frac{l}{A}$$

$$i = \frac{v}{R} = \frac{\sigma \cdot A \cdot v}{l} = \frac{A}{\rho \cdot l} \cdot v$$

En consecuencia, magnéticamente es:

$$B = \mu \cdot H = \mu \cdot N \cdot \frac{i}{l} = \mu \cdot \frac{F}{l}$$

$$\phi = B \cdot A = \frac{\mu \cdot A}{l} \cdot F$$

Así, desde que  $\phi$  es la contraparte de  $i$ , y  $F$  la de  $v$ , se tiene:

$$\frac{F}{\phi} = |R$$

en donde  $|R$  resulta ser la resistencia magnética llamada "Reluctancia":

$$|R = \frac{l}{\mu \cdot A}$$

Por lo tanto, al establecer la "ley de ohm magnética" se tiene la siguiente analogía:

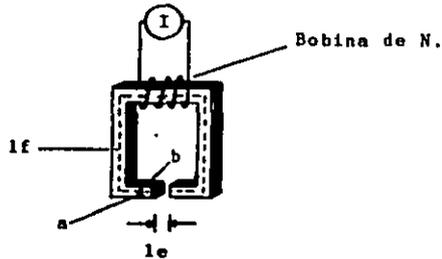
Eléctrico.	Magnético.
Ley de Ohm $i = \frac{v}{R}$	$\phi = \frac{F}{ R}$
Resistencia $R = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{l}{\sigma \cdot A}$	Reluctancia $ R = \frac{l}{\mu \cdot A}$

Ahora bien, en el caso particular de la cabeza magnética (que posee la forma semejante a la de un toroide con la variante de una pequeña intersección de un entrehierro) se tiene que la constitución de la mayoría de ella es hecha por su núcleo de material ferromagnético, en el cual se cumple que  $\mu_f \gg \mu_o$  ( $\mu_f$  = permeabilidad del material férrico, y  $\mu_o$  = permeabilidad del aire) y que el campo es aproximadamente constante por tanto; debido a que la magnetización provocada inicialmente en la zona de la bobina, se extiende a todo lo largo del núcleo. Como resultado de esta magnetización, el flujo en el material férrico es mucho mayor que el flujo que existe a través del aire y el procedimiento de análisis del circuito magnético puede ser aplicado tomando en cuenta, adicionalmente, que la reluctancia de una trayectoria de material ferromagnético no es constante ya que depende de la permeabilidad. Es por ello que se debe conocer la curva de magnetización del material (en este caso del núcleo de la cabeza y de la tinta férrica) para obtener la permeabilidad  $\mu$ , para un valor dado de la intensidad magnética H.

#### 7.4 CONSIDERACION DE LA CABEZA MAGNETICA COMO CIRCUITO MAGNETICO.

Para fines de análisis, se hace la suposición admisible de que el flujo magnético solamente cruzará el entrehierro (por la trayectoria de menor reluctancia) y seguirá el flujo en el núcleo ferromagnético como si no hubiese un entrehierro. Es así que entre más grande sea la longitud "le"

del entrehierro, menor será justificada la suposición.



donde:  $N$  = Número de vueltas en la bobina.

$l_f$  = longitud del núcleo ferromagnético.

$l_e$  = longitud del entrehierro.

$a$  = corte transversal del núcleo.

$b$  = corte transversal del núcleo.

$I$  = Corriente excitadora de la bobina.

Una vez que las líneas de flujo están en el aire (en el entrehierro) éstas no son forzadas a seguir ninguna trayectoria específica, sino que son libres de esparcirse. La figura siguiente muestra una vista aproximada del flujo alrededor del límite del entrehierro.



Esto indica cómo las líneas llegan a ser curvas cerca de los límites y cómo éstas tienden a esparcirse lejos de la trayectoria horizontal recta. Tal fenómeno es conocido como "Ondeamiento".

Si el entrehierro es extremadamente corto comparado con las dimensiones de los cortes transversales del núcleo - (a y b), es posible ignorar el "ondeamiento" completamente, sin cometer ningún error serio. En este caso el entrehierro es considerado como otra parte en serie con el circuito magnético. Su reluctancia es:

$$R = \frac{l_e}{\mu_0 \cdot A_e}$$

donde "l<sub>e</sub>" y A<sub>e</sub>" son las dimensiones del entrehierro, y  $\mu_0$  es la permeabilidad del aire.

Para emplear el concepto de circuito magnético, es necesario corregir de una manera aproximada y empírica el error que causa el entrehierro. La corrección consiste en la sustitución de "A<sub>e</sub>" (área de la sección transversal del entrehierro) a un valor algo mayor que el área de corte transversal del núcleo ferromagnético adyacente del circuito. El método más frecuentemente adoptado en los cálculos de "A<sub>e</sub>" - es el de sumar la longitud de "l<sub>e</sub>" del entrehierro a sus dimensiones de corte seccional. Así, la sección transversal que cruza el flujo, es una sección rectangular con las dimensiones llamadas "a" y "b", por lo que se tiene:

$$A_e = (a + l_e) \cdot (b + l_e)$$

Más sin embargo, para dar inicio a los cálculos en -

el circuito magnético, es necesario el conocer las unidades empleadas en cada uno de los parámetros.

### 7.5 SISTEMA DE UNIDADES.

Un problema ordinario es encontrado en el trabajo numérico de las unidades. El uso de unidades MKS (aceptadas - universalmente), deseables desde un principio por la consistencia, requerirá que las condiciones o dimensiones físicas del núcleo (l y A) sean expresadas en unidades métricas. Pero desde que la práctica en el diseño y la manufacturación - en los Estados Unidos de Norteamérica persiste en el uso de unidades inglesas (es difícil un cambio a unidades métricas además de causar dificultades inimaginables y un cambio para herramientas, cambio de partes, etc.), estas dimensiones - tienen que ser convertidas desde unidades inglesas hasta las unidades métricas; por lo que en su lugar, ha sido encontrado más simple y más eficiente para ajustar las curvas de B - contra H a las unidades inglesas. De esta manera, la escala de las abscisas (H) de la curva son marcadas en Amperes-Vuelta por pulgada (A-vuelta/in.). En tanto que en la escala de las ordenadas ha sido tradicional el usar los Webers/metro - cuadrado (Teslas), pero en su lugar se utilizan los Kiloili--neas por pulgada cuadrada (KL/in<sup>2</sup>), desde que los valores numéricos del orden de magnitud son expresados convenientemente de esta manera.

De esta forma, no se requiere la conversión de unidades para los cálculos de los circuitos magnéticos que son -

mantenidos consistentemente en este sistema de unidades inglesas, en el cual la unidad de flujo es el Kilolínea (KL). La necesidad para conversión se presenta como quiera que sea cuando los resultados ó información de cálculos del circuito magnético van a ser llevados en relación con las cantidades eléctricas o mecánicas.

Unidades del Campo Magnético.

	MKS	Inglesas
Distancia (l)	Metros (m)	Pulgadas (in)
Area (A)	Metros cuadrados (m <sup>2</sup> )	Pulgadas cuadra-- das (in <sup>2</sup> ).
Mmf (F)	Ampere-vuelta (A-vuelta)	Ampere-vuelta (A-vuelta)
Intensidad de Campo (H)	Ampere-vuelta por metro (A-vuelta/m)	Ampere-vuelta por pulgada (A-vuelta/in)
Densidad de Flujo (B)	Weber por metro cuadrado (Wb/m <sup>2</sup> )	Kilolínea por pul gada cuadrada (KL/in <sup>2</sup> )
Flujo (Ø)	Weber (Wb)	Kilolínea (KL)

Es así, que en la gráfica 7.5.8.1 y en la gráfica 7.5.8.2 se muestran las curvas de magnetización del acero laminado, que es el elemento férrico del cual está hecho el núcleo de la cabeza magnética; y del hierro fundido, del cual posee partículas la tinta del billete; en donde la gráfica 7.5.8.2 muestra las curvas en una escala logarítmica que permite hacer lecturas exactas sobre un promedio amplio de valores de intensidad de campo (H).

## 7.6 CALCULOS NUMERICOS DE LA CABEZA MAGNETICA AL CIRCULAR UN FLUJO.

A continuación se analiza con más detalle la cabeza magnética, que por sí misma es considerada como un circuito magnético en serie.

Para esto, se consideran válidas tres suposiciones:

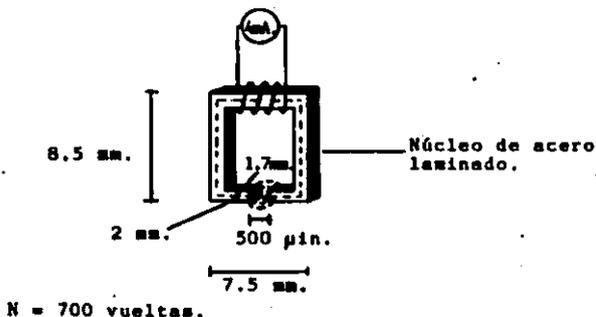
1.-) La distribución de flujo es uniforme en todo el núcleo; tomando para los cálculos tan solo la línea media de flujo.

2.-) Se ignora la histéresis completa del núcleo ferromagnético, y tan solo se emplea la curva de magnetización.

3.-) Se asume que el escape de flujo es negligente.

El cálculo está dirigido a conocer el flujo magnético (generado por una corriente aplicada a la cabeza), para poder así calcular la inductancia (L) variante.

### 7.6.1 Primer Método: Reluctancia en Serie.



$$a = 2\text{mm.}$$

$$l_e = 500 \text{ pin.}$$

$$b = 1.7\text{mm.}$$

$$I = 4\text{mA.}$$

$$F = N \cdot I = (700\text{vuelatas}) \cdot (4\text{mA.}) = 2.8 \text{ A-vuelatas.}$$

$$F = N \cdot I = H \cdot dl = H_f \cdot dl_f + H_e \cdot dl_e$$

$$N \cdot I = H_f \cdot l_f + H_e \cdot l_e$$

donde:  $H_f$  = Intensidad magnética en el núcleo ferromagnético.

$l_f$  = longitud media a través del núcleo ferromagnético.

$H_e$  = Intensidad magnética en el entrehierro.

$l_e$  = longitud del entrehierro.

Definiéndose  $H$  y  $R$  para cada material:

$$H_f = \frac{B_f}{\mu_f} \quad \text{y} \quad H_e = \frac{B_e}{\mu_e}$$

$$R_f = \frac{l_f}{\mu_f \cdot A_f} \quad \text{y} \quad R_e = \frac{l_e}{\mu_e \cdot A_e}$$

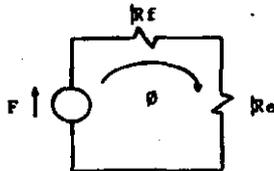
$$\phi_f = B_f \cdot A_f \quad \text{y} \quad \phi_e = B_e \cdot A_e, \quad \text{por tanto,}$$

$$\phi = \phi_f = \phi_e$$

Por lo tanto, por la "ley de ohm magnética", se tiene:

$$F = N \cdot I = R_f \cdot \phi + R_e \cdot \phi = (R_f + R_e) \cdot \phi$$

El circuito magnético con dos reluctancias en serie puede resolverse mediante el siguiente circuito eléctrico equivalente al de la cabeza magnética.



$$F = N \cdot I = H_f \cdot l_f + \mu_r \cdot \theta$$

Las conversiones a unidades inglesas son:

$$\mu_0 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb/m}^2}{\text{A-vuelta/m}} = \frac{3.1919 \times 10^{-3} \text{ Kl/in}^2}{\text{A-vuelta/in.}}$$

$$l_f = 8.5\text{mm} + 8.5\text{mm} + 7.5\text{mm} + (7.5\text{mm} - 500 \mu\text{in})$$

$$l_f = 1.2594 \text{ in.}$$

$$A_e = (2\text{mm} + 500 \mu\text{in}) \cdot (1.7\text{mm} + 500 \mu\text{in})$$

$$A_e = 5.3431 \times 10^{-3} \text{ in}^2.$$

$$A_f = (2\text{mm}) \cdot (1.7\text{mm}) = 5.27 \times 10^{-3} \text{ in}^2.$$

Una vez establecidas las unidades, se procede a los cálculos matemáticos.

$$\mu_r = \frac{l_e}{\mu_0 \cdot A_e} = \frac{500 \times 10^{-6}}{(3.1919 \times 10^{-3}) \cdot (5.3431 \times 10^{-3})}$$

$$\mu_r = 29.318 \frac{\text{A-vuelta}}{\text{KL}}$$

Por iteraciones, se supone un flujo de 0.05KL:

$$B_f = \frac{\theta}{A_f} = \frac{0.05}{5.27 \times 10^{-3}} = 9.4877 \text{ Kl/in}^2, \text{ valor que es buscado en la -}$$

curva de magnetización de la gráfica 7.5.8.2; a lo que se obseja una correspondencia de  $H_f = 1.09 \text{ A-vuelta/in.}$

Sustituyendo en la fórmula:

$$F = H_f \cdot l_f + \mu_r \cdot \theta$$

$$F = (1.09) \cdot (1.2594) + (29.318) \cdot (0.05)$$

$$F = 2.8386 \text{ A-vuelta}, \text{ por lo que se considera aceptable este resultado.}$$

### 7.6.2 Segundo Método: Propuesta y Error (Iterativo).

La diferencia básica en este segundo método, es la -

elaboración de una tabulación, en la cual se trabajan con - las fórmulas  $\phi = B \cdot A$ ,  $B = \mu \cdot H$ ,  $F = H \cdot l$ , y la curva de magnetización. Para el análisis del entrehierro, la relación entre  $H$  y  $B$  no es encontrada desde una gráfica (la cual sería una línea recta dibujada en una escala un poco diferente de la usada para el material del núcleo); sino que se utiliza la fórmula  $B_e = \mu_0 \cdot H_e$  ya que en el aire sí es lineal, - por lo que queda de la siguiente forma:

$$H_e = \frac{B_e}{\mu_0} = \frac{B_e}{3.1919 \times 10^{-3}} = 313.293 \cdot B_e$$

Cálculos:

Se busca  $F = H \cdot l = 2.8A$ -vuelta, por lo que se inicia con  $2.8/2 = 1.4A$ -vuelta.

Parte	$\phi$	Area	B	H
Ferromagnética	0.0527	$5.27 \times 10^{-3}$	10	1.1116
Entrehierro	0.0527	$5.3431 \times 10^{-3}$	9.8632	$3.090 \times 10^3$

l	H·l
1.2594	1.4
$500 \times 10^{-6}$	1.5450
2.9450A-vuelta	

Como resultó  $2.94 > 2.8$ , se intenta ahora con un  $\phi = 0.05$

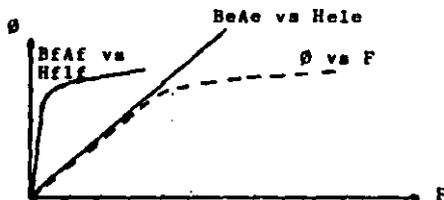
Parte	$\phi$	Area	B	H
Ferromagnética	0.05	$5.27 \times 10^{-3}$	9.4877	1.09
Entrehierro	0.05	$5.3431 \times 10^{-3}$	9.3579	$2.9317 \times 10^3$

l	H·l
1.2594	1.3727
$500 \times 10^{-6}$	1.4659
2.8386A-vuelta	

Por lo que este resultado comprueba al anteriormente obtenido por el primer método.

Cabe hacer mención que la "baja" de H-1 a través del entrehierro es del mismo orden de magnitud que la de la parte de metal entera del circuito magnético. Esto es debido a la gran diferencia en la permeabilidad. De cierta manera, - le <<lf, así como He>> Hf, y la desigualdad entre los productos H-1 resultan aproximadamente equivalentes entre sí.

En cualquier caso, el entrehierro suma en gran proporción a la reluctancia total del circuito magnético. Esto lo hace más lineal; esto es, que la curva de saturación ( $\phi$  - contra F) tiene menos curvatura que la que ésta tendría sin el entrehierro.



Curva de Saturación.

Tan pronto como el valor de la densidad de flujo "Bf" se encuentra debajo de la rodilla de la curva de magnetización, el entrehierro requiere mucho más Amperes-vuelta que la parte ferromagnética del circuito magnético; esto es, la reluctancia del entrehierro es mucho mayor que aquella de la parte ferromagnética. ( $R_e > R_f$ ). Si el entrehierro fuera de -

mayor longitud, la reluctancia de la parte ferromagnética - llegaría a ser negligente, y la curva de saturación empezaría prácticamente a coincidir con la línea de entrehierro - Be-Ae contra He-le.

La coincidencia de la curva de saturación con la línea de entrehierro se extendería solamente hasta el punto en donde el núcleo ferromagnético llegaría a ser saturado; desde ahí, la curva de saturación gradualmente se doblaría hacia la derecha de la línea del entrehierro.

Así, el cálculo para las reluctancias sería el siguiente:

$$\mu_f = \frac{l_f}{\mu_f \cdot A_f}, \text{ por lo que se requiere } \mu_f.$$

$$\mu_f = \frac{R_f}{H_f} = \frac{2.4877}{1.09} = 8.7043$$

$$\mu_f = \frac{1.2594}{(8.7043) \cdot (5.27 \times 10^{-3})} = 27.4549 \frac{\text{A-vuelta}}{\text{KL}}$$

y anteriormente se obtuvo  $\mu_e = 29.318 \text{ A-vuelta/KL}$ , por lo que se puede concluir la reluctancia total del circuito.

$$\mu_{\text{total}} = \mu_f + \mu_e = 27.4549 + 29.318$$

$$\mu_{\text{total}} = 56.7729 \frac{\text{A-vuelta}}{\text{KL}} = 5.6773 \times 10^6 \frac{1}{\text{H}} = \frac{\text{A-vuelta}}{\text{H}}$$

Ahora se calcula la inductancia (L) del circuito magnético.

Por la ley de Faraday, el voltaje inducido es:

$$e = N \cdot \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{volt}$$

Si la bobina presenta una inductancia de L, el mismo valor del voltaje inducido puede ser expresado en la siguiente forma:

$$e = L \cdot \frac{di}{dt} \quad \text{volt}$$

entonces:  $L \cdot \frac{di}{dt} = N \cdot \frac{d\phi}{dt} \quad 6$

$$L = N \cdot \frac{d\phi}{di} \quad \text{Henrio}$$

$$L = N \cdot \frac{\phi}{I}, \text{ por la "ley de ohm magnética", } \phi = R \cdot I.$$

Sustituyendo:  $\phi = F/R$

$$L = \frac{N(N \cdot I / R)}{I} = \frac{N^2}{R} \quad \text{Henrio (H).}$$

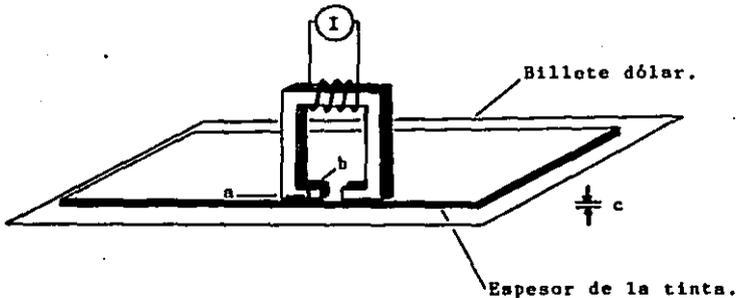
Así,  $L_{\text{total}} = \frac{N^2}{R_{\text{total}}} = \frac{(700)^2}{5.6773 \times 10^6} = 86.309 \text{ mH.}$  sin pre-  
sencia -

ferromagnética en el entrehierro.

#### 7.7 ANALISIS CUALITATIVO DEL BILLETE.

En un billete genuino, el espesor de la tinta férri-  
ca varía entre los 3 mils (comparable al espesor de un cabe-  
llo) y los 0.8 mils (comparable al espesor de la impresión -  
de las huellas dactilares), dependiendo desde luego de las -  
coordinadas a analizar. Es así que la superficie a analizar  
siempre deberá estar entre un rango de valores muy aproxima-  
dos y nunca deberá rebasar un máximo denotado por la calidad  
de un billete recientemente impreso; pero sí un poco menor -  
por el desgaste del mismo. Es así que se aconseja medir siem-  
pre un mismo punto clave. El mayor espesor está en las li-  
neas de guillecho del marco del billete, y la menor en el rg  
trato y firmas.

Así, que para cualquier porción del billete a anali-  
zar (sea de poco o mucho espesor) se tiene un área de:



$$Ab = (c \cdot b)$$

donde:  $Ab$  = Área del billete en el punto de mayor o menor espesor.

$c$  = Espesor de la tinta ferromagnética.

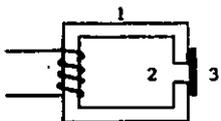
$b$  = Longitud transversal de la cabeza magnética que es igual a la longitud del billete a ser analizado.

Y se supone esta área de sección transversal de análisis, ya que el flujo magnético prefiere fluir por el material de menor reluctancia, que en este caso es por el billete, en lugar de irse por el entrehierro de aire.

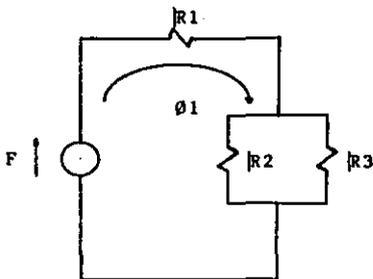
Sin embargo, hay que considerar para los cálculos - que al colocar la cabeza magnética sobre el billete, lo que en realidad sucede, es que una parte del flujo ( $\Phi$ ) se conduce por la tinta férrica del billete (ya que presenta menor reluctancia), y la parte restante por el aire, ya que no es posible que todo el flujo se conduzca por un área tan peque-

ña como es el espesor del billete.

Es así, que en analogía eléctrica, del circuito magnético, esto es representado por el siguiente diagrama esquemático.



Circuito Magnético.



Circuito eléctrico análogo.

donde la parte correspondiente (1) del circuito es la correspondiente al núcleo férnico de la cabeza. La parte (2) es la correspondiente al entrehierro, y la parte (3) a la porción del billete a analizar.

Como se puede observar, el billete y el entrehierro quedan en paralelo, y a su vez ambos en serie con el núcleo férnico de la bobina. Así:

$$\varnothing_1 = \varnothing_2 + \varnothing_3$$

$$R_{\text{total}} = R_1 + (R_2 \parallel R_3)$$

donde:  $R_{\text{total}} = R_{\text{total}}$  del circuito (que es la considerada en la medición de la inductancia de la cabeza magnética).

Una vez considerado lo anterior, se procede a reali-

zar los cálculos para el mayor y el menor espesor del billete.

7.7.1 Mayor Espesor (3 mils):

$$A_b = (c \cdot d) = (3 \text{ mils} \cdot 1.7 \text{ mm}) = 200.79 \times 10^{-6} \text{ in}^2.$$

Parte	$\emptyset$	Area	B	H	l
Férrica	0.05	$5.27 \times 10^{-3}$	9.4877	1.09	1.2594
Entrehierro	0.032	$5.3431 \times 10^{-3}$	5.9890	1876.304	$500 \times 10^{-6}$
Billete	0.018	$200.79 \times 10^{-6}$	89.6459	1000	$500 \times 10^{-6}$

$$\left| \begin{array}{r} \frac{H \cdot l}{1.3727} \\ 0.9382 \\ \frac{0.5}{2.8109} \approx 2.8 \text{ A-vuelta} \end{array} \right|$$

La tabla anterior se realiza por medio del método - propuesta y error (iterativo) en la que se sabe que la mmf - es  $F = 2.8A$ -vuelta. En este caso se supone partículas de hierro fundido en la tinta del billete, por lo que se emplea la gráfica correspondiente de curva de magnetización.

En la tabulación se puede observar que la tercera - parte del flujo se conduce por el billete, mientras que el - flujo restante por el entrehierro.

Así, se puede calcular que:

$$\mu_b = \frac{B_b}{H_b} = \frac{89.6459}{1000} = 0.08964$$

$$R_b = \frac{l_b}{\mu_b \cdot A_b} = \frac{500 \times 10^{-6}}{(0.08964) \cdot (200.79 \times 10^{-6})} = 27.7778$$

$$R_e || R_b = (29.318) || (27.7778) = 14.2636$$

$$R_{total} = (R_e || R_b) + R_f$$

$$R_{total} = 14.2636 + 27.4549 = 41.7185 \frac{\text{A-vuelta}}{\text{KL}}$$

$$R_{total} = 4.17185 \times 10^6 \frac{1}{H}$$

$$L_{total} = \frac{700^2}{4.17185 \times 10^6} = \underline{\underline{117.45 \text{ mH.}}}$$

### 7.7.2 Menor Espesor (0.8 mils):

$$A_b = (c \cdot d) = (0.8 \text{ mils} \cdot 1.7 \text{ mm}) = 53.543 \times 10^{-6} \text{ in}^2.$$

Parte	$\phi$	Area	B	H
Férrica	0.05	$5.27 \times 10^{-3}$	9.4877	1.09
Entrehierro	0.0472	$5.3431 \times 10^{-3}$	7.0184	2768.8514
Billete	0.0028	$53.543 \times 10^{-6}$	52.2944	160

1	H-1
1.2594	1.3727
$500 \times 10^{-6}$	1.3844
$500 \times 10^{-6}$	0.08
	<u>2.8371 A-vuelta</u>

2.8 A-vuelta

$$\mu_b = \frac{B_b}{H_b} = \frac{52.2944}{160} = 0.3268$$

$$R_b = \frac{1_b}{\mu_b \cdot A_b} = \frac{500 \times 10^{-6}}{(0.3268) \cdot (53.543 \times 10^{-6})} = 28.5749$$

$$R_e || R_b = (29.318) || (28.5749) = 14.4708$$

Por lo tanto:

$$R_{total} = (R_e || R_b) + R_f$$

$$R_{total} = 14.4708 + 27.4549 = 41.9257 \frac{\text{A-vuelta}}{\text{KL}}$$

$$R_{total} = 4.1926 \times 10^6 \frac{1}{H}$$

$$L_{\text{total}} = \frac{N^2}{R} = \frac{(700)^2}{4.1926 \times 10^6} = \underline{\underline{116.87 \text{ mH.}}}$$

Con el resultado anterior, se demuestra que el circuito magnético presenta una mayor inductancia al estar en contacto con el billete, en la región de mayor espesor (por lo tanto menor reluctancia). Además de poder hacer apreciaciones en la inductancia en la variación del espesor de varias micras.

Ahora se procede a intentar la medición del espesor con instrumentos y dispositivos, para lo que se define el comportamiento de la inductancia.

## 7.8 COMPORTAMIENTO DE LAS INDUCTANCIAS

### EN EL CIRCUITO ELECTRICO Y MAGNETICO.

Cuando una corriente directa pasa a través de una bobina ideal, ésta no presenta una impedancia al flujo de corriente (este elemento es ideal si está hecho de un conductor ideal y por consiguiente no contiene una resistencia). Por tanto, no habrá caída de voltaje a través de la bobina ideal cuando una corriente de directa fluya por ella.

Sin embargo, si una corriente alterna (o variante) es aplicada, sí se induce un voltaje en el elemento. Si la corriente alterna aplicada, es sinusoidal, el fenómeno tiene las siguientes implicaciones cuantitativas:

Primero, la expresión para la corriente se escribe:

$$i = I_0 \cdot \text{sen} \omega t$$

luego,  $\frac{di}{dt} = \omega \cdot I_0 \cdot \text{cos} \omega t$

Puesto que el valor rms de " $i_0 \cdot \cos \omega t$ " es igual al valor rms de " $i_0 \cdot \sin \omega t$ ", el valor rms de  $di/dt$  es:

$$\left| \frac{di}{dt} \right|_{\text{rms}} = \omega \cdot I$$

donde  $I$  es el valor rms de " $i = i_0 \cdot \sin \omega t$ ", y " $\omega = 2\pi f$ ".

Ahora la ley de Faraday puede escribirse en términos de valores rms de " $v$ " e " $i$ ":

$$v = N \cdot \frac{d\phi}{dt} = L \cdot \frac{di}{dt} = L \cdot \omega \cdot I$$

Puesto que la razón  $V/I$  es la impedancia de un elemento, se puede escribir que:

$$X_L = \omega \cdot L = \frac{V}{I}$$

La cantidad  $X_L$  se conoce como la reactancia inductiva.

Asimismo, para la medición de la  $L$ , es necesario considerar las pérdidas que ocurren en la cabeza magnética, es decir, las pérdidas por histéresis y por corrientes parásitas que se presentan en el núcleo ferromagnético de la bobina; se llaman pérdidas del núcleo; las cuales nunca se pueden eliminar totalmente, por lo que el valor de las pérdidas se deben estimar o medir para poder predecir los cambios en el comportamiento de una bobina real con respecto a la ideal. Para ello se emplea el siguiente modelo que representa la cabeza magnética:



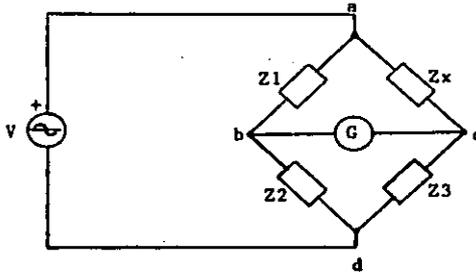
En este modelo todas las pérdidas se juntan y se representan por medio de la resistencia ( $R(\omega)$ ), cuyo valor depen-

de de la frecuencia a la cual opera la inductancia (al igual que  $X_L(\omega)$ ).

### 7.9 PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO FISICO

( MEDICION DE LA INDUCTANCIA ).

Para medir la inductancia de la cabeza magnética, se emplea el método de un circuito puente de corriente alterna, ya que éste ofrece la ventaja de obtener resultados muy exactos.



El circuito funciona en base al principio de que no fluirá corriente a través del galvanómetro D'Arsonval (G) - (muy sensible) conectado entre los puntos b y c si no existe diferencia de potencia entre ellos. Cuando no fluye corriente se dice que el puente está balanceado. La condición de balance se logra si el valor de voltaje de corriente alterna - se divide en el camino abd por las impedancias Z1 y Z2 en la misma razón como en el camino acd por las impedancias Z3 y - Zx. Por tanto los puntos b y c estarán al mismo potencial.

Entonces la condición de no flujo de corriente a través del galvanómetro implica:

$$\frac{Z_x}{Z_3} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

Por lo tanto:  $Z_x \cdot Z_2 = Z_1 \cdot Z_3$

donde  $Z_x$  es la impedancia desconocida (cabeza magnética).

Puesto que cualquier impedancia  $Z$ , se puede expresar como un número complejo, se tendrá que conseguir una condición nula en el galvanómetro, a partir de dos condiciones de igualdad, -una para la parte resistiva de  $Z_x$  y una para la parte reactiva-.

$$Z_x = R_x + j \cdot X_x = \frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2} = \frac{\text{Re}(Z_1 \cdot Z_3)}{Z_2} + \frac{j(Z_1 \cdot Z_3)}{Z_2}$$

donde  $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$  y  $X_L = \omega \cdot L$

#### 7.9.1 Puente de Maxwell.

El puente para determinar las inductancias será el puente de Maxwell, que mide inductancias desconocidas comparándolas con una capacitancia patrón. La ventaja de emplear una capacitancia como elemento patrón se debe a que es un elemento compacto y fácil de blindar.

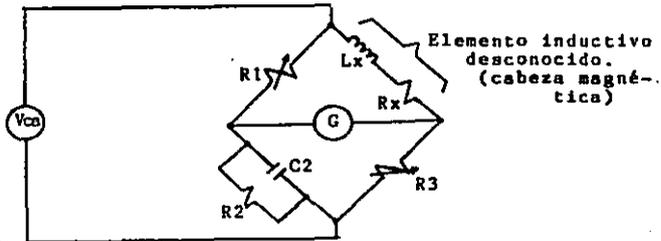
La condición de balance existe en el puente de Maxwell, cuando:

$$R_x \cdot R_2 = R_3 \cdot R_1 \quad \text{Equilibrio Ohmico.}$$

$$X_x \cdot X_2 = R_3 \cdot R_1 \quad \text{Equilibrio Reactivo.}$$

Por lo tanto:

$$R_x = \frac{R_3 \cdot R_1}{R_2}$$



$$X_C = \frac{R_3 \cdot R_1}{X_2} \quad , \text{ sustituyendo } X_C \text{ se tiene la ecuación: } L_x = \frac{R_3 \cdot R_1}{(1/C_2)} = R_3 \cdot R_1 \cdot C_2$$

En estas ecuaciones,  $L_x$  es el valor de la inductancia y  $R_x$  es la resistencia correspondiente; y  $R_1$  y  $R_3$  se ajustan para encontrar las condiciones de balance porque  $L_x$  se conoce pero no  $R_x$ .

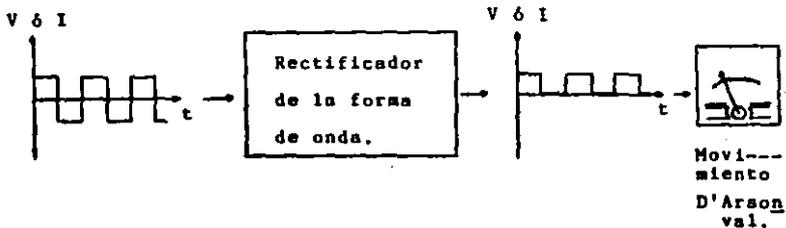
### 7.9.2 Galvanómetro.

Como dispositivo detector de corriente, se utilizará un mecanismo que fue desarrollado por D'Arsonval en 1881 y - se le llama el "movimiento de imán permanente y bobina móvil" o "D'Arsonval". Se aplica éste por su alta sensibilidad y - exactitud extrema, ya que es capaz de medir la señal de baja potencia.

El elemento de D'Arsonval, detecta tan solo la corriente directa por medio de una aguja, ya que emplea la fuerza que resulta de la interacción de un campo magnético y una corriente que fluye a través del campo (procedente del puente de inductancia). La fuerza se utiliza para generar un movimiento mecánico, el cual se mide en una escala calibrada.

Es así, que para medir la corriente alterna (que está en el puente) se utiliza un rectificador que convierte la cantidad de corriente alterna en una cantidad con una variación unidireccional. Esta cantidad unidireccional se alimenta luego al movimiento D'Arsonval. El movimiento D'Arsonval indica el valor promedio de la cantidad que se le aplica.

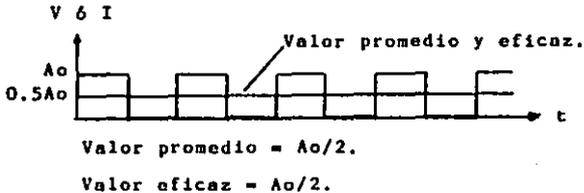
De esta forma se tiene lo siguiente:



Procesamiento de la señal para ser evaluada.

Pero en la onda cuadrada el valor promedio es igual al valor eficaz, con lo que no es necesario corregir ningún error al intentar medir el valor eficaz (rms). Por lo que se opta por introducir al sistema una señal cuadrada, aunque se pudo haber utilizado una señal senoidal para excitar la -

bobina o cualquier otra señal alternante.



Pero en lugar de colocar un rectificador en el sistema, se intenta en el diseño excitar el galvanómetro por medio de una señal alternante superimpuesta a un nivel de corriente directa con lo que ya no se requiere de un rectificador para medir la señal. La gráfica será idéntica a la anterior, una señal cuadrada alternante en una sola dirección y variante en el tiempo; con lo que se cumple la condición para que se manifieste la inductancia.

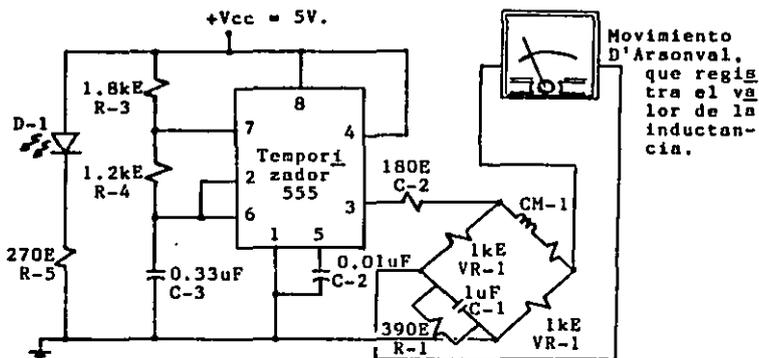
### 7.9.3 Diseño Físico.

La señal será de 8mA. para que la corriente se divida por las dos ramas del puente y por tanto pasen 4mA. por la cabeza magnética.

La señal será de una frecuencia de 1 KHz. con el fin de dar buena respuesta al sistema. Y a la salida del circuito integrado 555 no se coloca transistor de potencia pues éste puede proveer en su etapa de salida hasta 300mA.; y aquí solo se requieren de 8mA.

Es así, que el circuito completo queda de la siguiente

te forma; en donde la fuente de poder utiliza los mismos criterios expuestos en los capítulos anteriores.:



Asimismo, el sistema de procesamiento de análisis del billete, puede ser hecho con el mismo criterio empleado en el sistema detector de impresión genuina, vista anteriormente; o hacer el análisis manualmente por medio de un modelo parecido al de una engrapadora, en donde el billete sería colocado en la base, y a continuación manualmente se colocaría la cabeza magnética sobre la pieza a analizar; dependiendo del punto deseado de verificación.

Independientemente del modelo adoptado, es de necesidad imperiosa que el sistema esté ensamblado en un chasis, ya que si se intenta mover tan solo la cabeza magnética, se afectará la lectura, pues influirán en su variación los movimientos de los alambres que conectan a ésta.

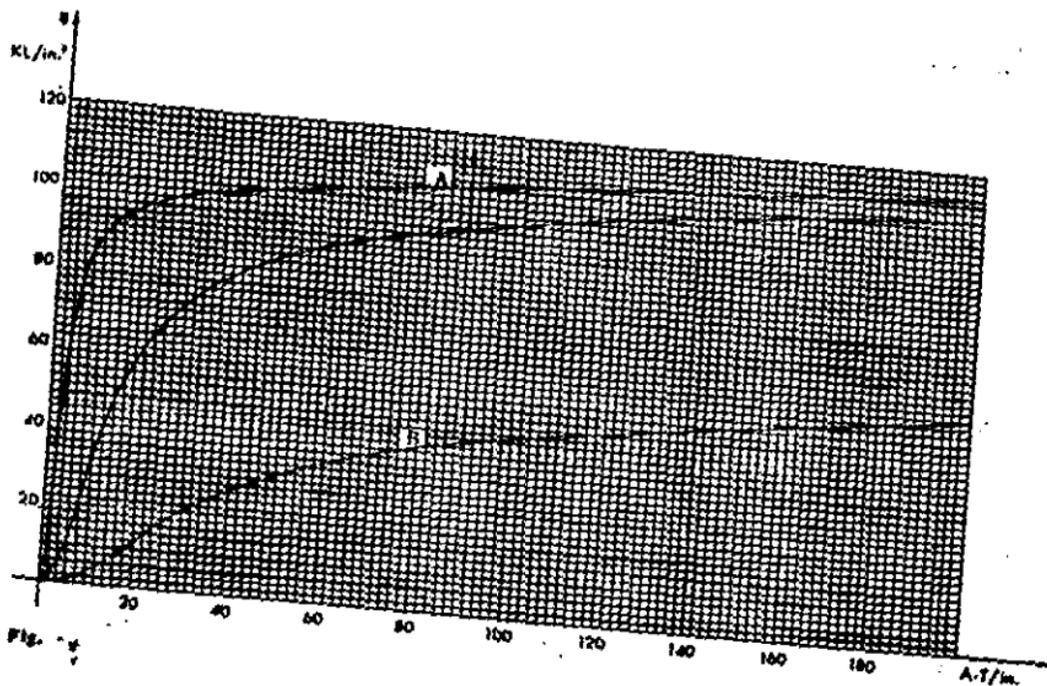


Fig. 7

A = Acero Laminado.  
B = Hierro Fundido.

GRAFICA 7.5.8.1

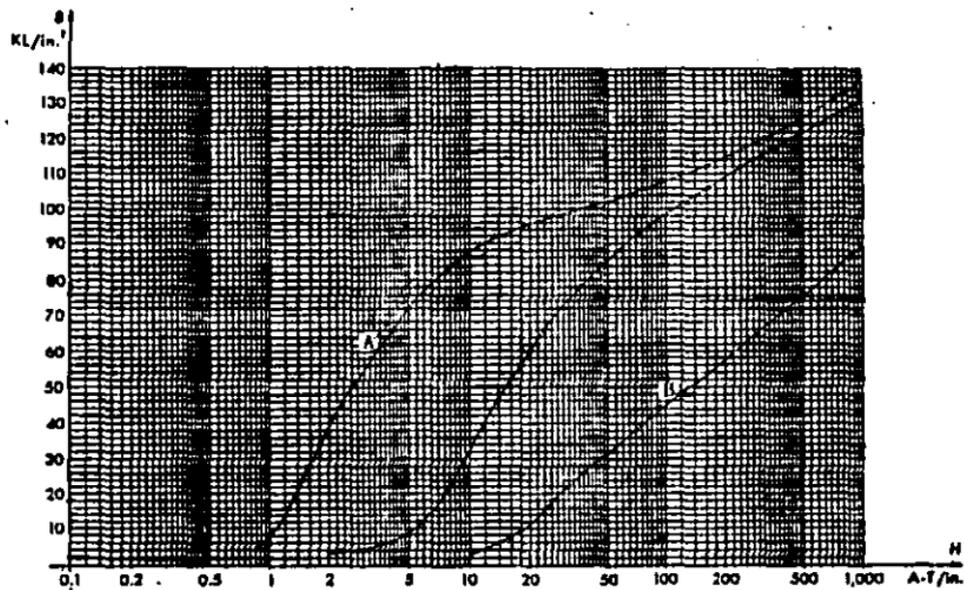


Fig. .

A = Acero Laminado.

B = Hierro Fundido.

GRAFICA 7.5.B.2

**C A P I T U L O 8**

**INVESTIGACION DE MERCADO PARA UN DETECTOR**

## ANALISIS DEL ESTUDIO DEL MERCADO.

### 8.1 PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.

En el presente capítulo se pretende desarrollar un estudio confiable, que nos indique la afluencia de dólares norteamericanos a nuestro país, tomando en cuenta los principales indicadores que se juzguen convenientes. Esto con el fin de hacer posible una decisión acertada de si es factible y conveniente el desarrollar y poseer un sistema detector de dólares falsos. Es decir, que el objetivo es conocer la importancia y la necesidad de un sistema electrónico que nos de la confiabilidad en nuestras transacciones económicas internacionales, que es punto prioritario para desarrollar el diseño y el elaborar su manufactura para nuestro mercado nacional; ya que éste no se a desarrollado en nuestro país, y se procura indagar la necesidad de un cierto sector de nuestra sociedad Mexicana.

Por lo tanto, se realiza un estudio de mercado, el cual está aplicado en los principales puntos del país en donde es más posible que se encuentren dólares falsos, debido a la alta recepción que se mantiene de esta divisa extranjera, y su probabilidad es mayor para la captación de dólares falsos.

Los sectores más representativos a considerar son los siguientes:

- El Sector Turístico
- El Sector de la Transportación Aérea Nacional.

- El Sector de Importaciones y Exportación, aunado a la Zona Fronteriza.

- El Sector Bancario ( con Casas de Cambio Privadas)

Por lo tanto, se procede a analizar a cada uno de los sectores aquí propuestos.

Más sin embargo, cabe hacer la aclaración de que el Sector Bancario, será analizado dentro del compendio de la falsificación.

## 8.2 EL SECTOR TURISTICO.

Dentro de este sector, se considera solamente al turismo internacional, ya que es en su mayoría, y no importando su lugar de procedencia, quien casi siempre portan dólares norteamericanos; esto es debido a la gran demanda y aceptación de la divisa que impera en todo el mundo.

La participación de México, en el mercado mundial de servicios turísticos, ha sido importante en el contexto intraregional, ya que se recibe el 14% del turismo egresivo norteamericano. En el contexto mundial, la participación de México es inferior, absorbiendo el 1.36 por ciento del volúmen mundial de viajeros internacionales, y 1.56 por concepto de ingresos turísticos a nivel mundial; ésto se concentra exclusivamente en visitantes que se internan en el país más allá de la franja fronteriza, que permanecen más de 24 horas en nuestro territorio, y que demandan servicios turísticos ( hoteles, restaurantes, transportación, etc. ), por lo que se excluyen los visitantes fronterizos, que ascienden a más de 60 millones de personas.

Tomando en consideración el gasto en pasajes internacionales y el gasto erogado en otros países, México representa el segundo país en captación del gasto egresivo realizado por los norteamericanos en el exterior, recibiendo el 21% del gasto total.

Además, es importante destacar que, dada la localización geográfica de nuestro país y la ubicación de los centros turísticos mexicanos localizados a una distancia consi

derable de la franja fronteriza norte, el 64% del movimiento turístico internacional a nuestro país, se realiza por vía aérea, principalmente de los mercados naturales provenientes de la Unión Americana y, por este medio, México representa el primer lugar del turismo egresivo norteamericano.

Por otra parte, México ocupa el octavo lugar en la captación de ingresos turísticos a nivel mundial y octavo lugar en número de cuartos hoteleros, siendo superado en orden de importancia por Estados Unidos, Italia, Francia, Reino Unido, España, Austria, y con un volumen similar se encuentra Canadá. Para corroborar lo anterior, se presenta la tabla 8.2.B.1 que indica la participación de México en la captación del turismo mundial, la cual nos indica la recuperación turística en los últimos años, y sobre todo un incremento en la captación de divisas norteamericanas por este concepto. Asimismo, se presenta la tabla 8.2.B.2 de la balanza de turismo en el periodo comprendido entre 1985 a 1987 (parte de éste último), y nos indica que la captación de dólares por medio de la actividad turística a ido recuperándose, ésto se revela claramente en los ingresos y el saldo a favor que se presenta en esta actividad; como cosa curiosa, se puede observar que en el mes de marzo de todos los años es cuando se presenta el mayor número de ingresos, y así el mayor saldo a favor que se tiene.

Incrementando nuestra información, se tiene que los ingresos por turismo ascendieron durante 1986 en 4.2% al -

captarse 1,792 millones de dólares; sin embargo, el gasto medio fue de 387 dólares por viaje, derivado principalmente por el efecto subvaluatorio del peso mexicano, que hizo más atractivo el nivel de precios de los servicios turísticos en el exterior y adicionalmente, propició una prolongación en la estadía del visitante que ascendió a 9.9 días. Para mostrar esto, se presentan unas estadísticas de turismo receptivo, que indican todo lo relacionado con el ingreso a nivel mundial.

En la gráfica 8.2.8.3 se muestra el total de turistas que han venido a México en los últimos años, tomando un ritmo ascendente a partir de 1985.

En la gráfica 8.2.8.4 se tiene una representación significativa del origen de los turistas que visitan México y en que proporción lo hacen; de la cual se puede extraer que los principales clientes son los ciudadanos norteamericanos.

En la gráfica 8.2.8.5 se muestra una visión clara del gasto total anualizado, por concepto de turismo internacional a México.

Para completar la gráfica anterior, se presenta la tabla correspondiente al gasto medio diario (tabla 8.2.8.6), la cual indica que el gasto diario a disminuido, pero no puede tomarse como tal, ya que en esta ocasión es digno de tomarse en consideración que el peso mexicano se ha encontrado en una devaluación continua con respecto al dólar, hasta hace poco en que se activó el Pacto de Solidaridad Económica.

En la tabla 8.2.8.7 se localiza el gasto por origen de los

turistas internacionales que visitan el país con mayor frecuencia.

### 8.2.1 Centros Turísticos.

En los centros turísticos nacionales, el nivel de precios, en la temporada de invierno, tradicionalmente es un 40% superior a la temporada de verano. Acapulco y Cozumel en el invierno del '86-'87 contaba con una tarifa promedio en cuarto doble de 77 dólares, Vallarta 67 dólares, Mazatlán, sensiblemente abajo, 44 dólares y Cancún registraba la tarifa superior con 93 dólares. En la tabla 8.2.1.8.1 se informa de las tarifas ponderadas y oferta de cuartos en centros turísticos seleccionados por los vacacionistas internacionales en el invierno de 1986-1987; así como la distribución de alojamiento por niveles de precios en los mismos. Por lo que respecta a tarifas inferiores a 30 dólares, en la temporada de invierno, los destinos turísticos mexicanos ofrecen tan solo el 11% de su oferta total.

Los destinos turísticos más importantes del país, comprende los centros de playa, de interés colonial, grandes centros urbanos, ciudades fronterizas; y en su totalidad como conjunto, estuvo integrado en 1986 por 128 mil cuartos.

Los centros integralmente planeados que incluyen ciudades como Cancún, Ixtapa, Los Cabos y Loreto, durante 1986 mostraron en su conjunto, una ocupación anual del 67%, siendo la participación del turismo extranjero el que mayor dinámica observó. Este grupo de centros turísticos cuenta con 12,626 cuartos de hotel y representa el 24% de la oferta de

alojamiento en destinos de playa.

A continuación se presenta una tabla donde se muestra la ocupación hotelera en los principales centros turísticos que frecuentan los visitantes extranjeros. (Ver la tabla 8.2.1.B.2).

En la tabla 8.2.1.B.3 se presentan las tarifas medias al público de hoteles en plazas seleccionadas en el periodo de 1985 - 1987, tomando en cuenta ciudades turísticas de pl ya, de centros urbanos y coloniales.

Es importante también, el incluir dentro del contexto turístico, a la rama restaurantera, bares, cafeterías, - discotecas, centros nocturnos, y agencias de viajes; los cu les están presentes activamente en el manejo de la divisa - norteamericana. Para considerar la importancia, se agregan - las estadísticas en la tabla 8.2.1.B.4 que presenta tan solo a los puntos antes mencionados visitados con mayor frecuencia por el turismo internacional.

Cabe señalar, que 31 centavos de cada dólar, que ingresa al país por concepto de turismo, va destinado a la industria restaurantera.

PARTICIPACION DE MEXICO EN LA CAPTACION DEL TURISMO MUNDIAL.

AÑO	NUMERO DE TURISTAS.			INGRESOS ( DOLARES ).		
	TOTAL MUNDIAL (Millones)	MEXICO (Miles)	PARTICIPACION (%)	TOTAL MUNDIAL (Miles de Millones)	MEXICO (Millones)	PARTICIPACION. (%).
1976	220.7	3107	1.41	44.4	836	1.88
1977	239.1	3247	1.36	55.6	867	1.56
1978	257.4	3754	1.46	68.8	1121	1.63
1979	274.0	4134	1.51	83.3	1443	1.73
1980	284.8	4144	1.46	102.4	1671	1.63
1981	288.9	4038	1.40	104.3	1760	1.69
1982	287.5	3767	1.31	98.6	1406	1.43
1983	293.9	4749	1.62	98.3	1625	1.65
1984	315.4	4654	1.48	102.5	1953	1.91
1985	333.0	4207	1.26	109.6	1720	1.57
1986	340.0	4625	1.36	115.0	1792	1.56

En los ingresos, correspondiente al total mundial, se incluyen los ingresos por excursionistas y por pasajes internacionales que algunos países reportan; en el caso de México, la información es relativa exclusivamente a ingresos por interacción de turistas.

TABLA 8.2.B.1

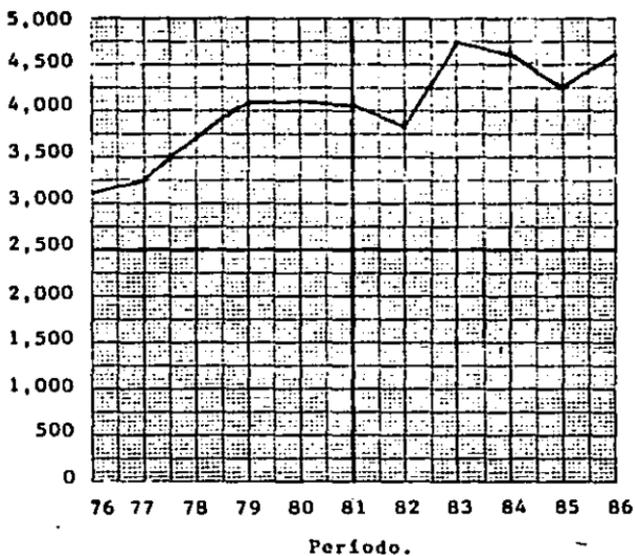
**BALANZA DE TURISMO.**  
(Millones de dólares).

1985 - 1987

	<u>1985</u>			<u>1986</u>			<u>1987</u>		
	Ingresos	Egresos	Saldo	Ingresos	Egresos	Saldo	Ingresos	Egresos	Saldo
ENERO	211.7	42.1	169.6	164.1	38.2	125.9	232.8	42.2	190.6
FEBRERO	224.9	41.9	183.0	181.5	36.5	145.0	252.6	41.2	211.4
MARZO	232.6	47.4	185.2	218.2	54.2	164.0	265.8	43.1	222.7
ABRIL	154.9	56.9	98.0	138.5	41.4	97.1			
MAYO	126.7	52.1	74.6	125.2	42.0	83.2			
JUNIO	133.0	63.8	69.2	134.9	42.6	92.3			
JULIO	120.0	93.3	26.7	129.8	73.3	56.5			
AGOSTO	121.3	63.9	57.4	138.6	63.2	75.4			
SEPTIEMBRE	68.7	48.5	20.2	83.4	55.8	27.6			
OCTUBRE	74.9	50.9	24.0	114.4	56.1	58.3			
NOVIEMBRE	98.1	45.5	52.6	154.7	53.1	101.6			
DICIEMBRE	<u>152.7</u>	<u>61.7</u>	<u>91.0</u>	<u>208.6</u>	<u>63.8</u>	<u>144.8</u>			
TOTAL	1719.5	668.0	1051.5	1791.7	620.2	1171.5			

TABLA B.2.B.2

## TOTAL DEL TURISMO RECEPTIVO EN MEXICO.

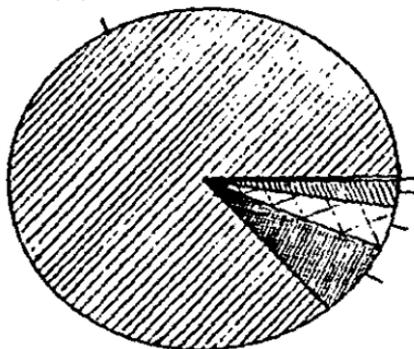
Miles  
de Personas

GRAFICA 8.2.B.3

## TURISMO RECEPTIVO POR ORIGEN EN MEXICO.

Miles de Personas.

1986.

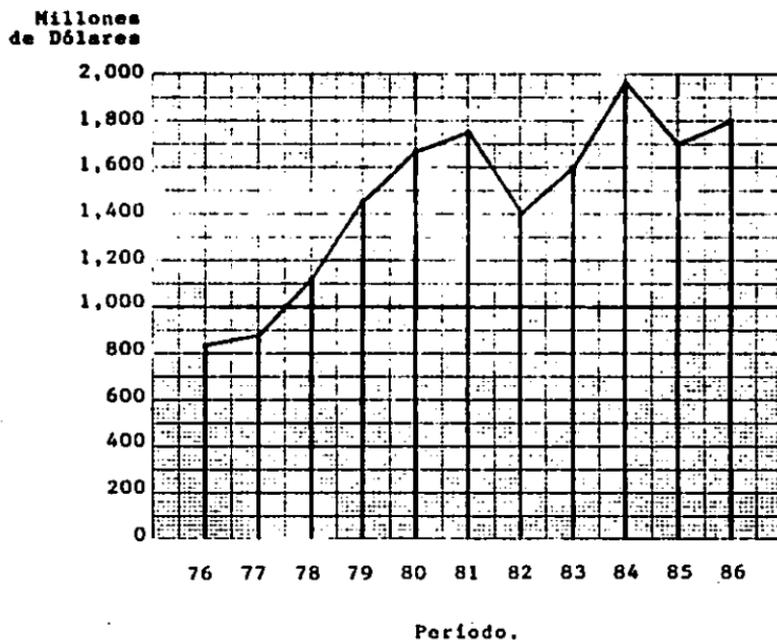
ESTADOS UNIDOS  
84.2%OTRAS 0.4%  
EUROPA 3.2%

CANADA 5.3%

AMERICA  
LATINA 6.9%

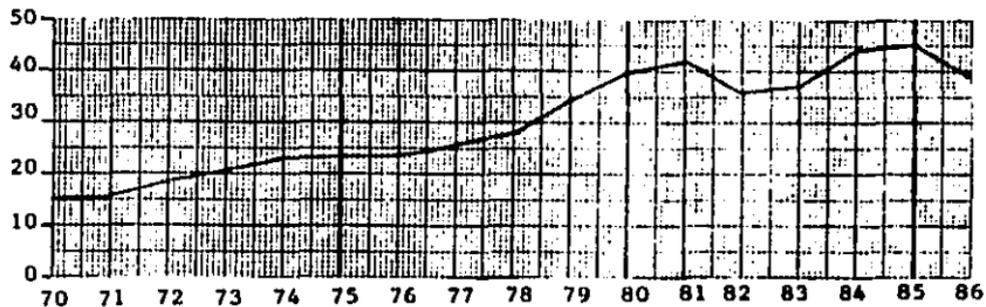
GRAFICA 8.2.B.4

TURISMO RECEPTIVO EN MEXICO.  
GASTO TOTAL.



GRAFICA 8.2.B.5

Dólares.



Período.

Tasa Media Anual de Crecimiento:  
1970 - 1986 6.2%

## TURISMO RECEPTIVO - GASTO POR ORIGEN.

- Millones de Dólares -

AÑO	ESTADOS UNIDOS	CANADA	EUROPA	AMERICA LATINA	OTRAS	TOTAL
1976	671	48	58	49	10	836
1977	660	61	81	55	10	867
1978	807	110	117	73	14	1121
1979	1073	107	141	95	27	1443
1980	1232	103	194	119	23	1671
1981	1391	84	158	104	23	1760
1982	1094	55	144	97	16	1406
1983	1294	112	122	93	14	1635
1984	1533	126	153	129	12	1953
1985	1347	133	96	129	14	1719
1986	1352	180	108	141	11	1792

## DISTRIBUCION PORCENTUAL (%).

1976	80	6	7	6	1	100
1977	76	7	9	6	1	100
1978	72	10	10	7	1	100
1979	74	7	10	7	2	100
1980	74	6	12	7	1	100
1981	79	5	9	6	1	100
1982	78	4	10	7	1	100
1983	79	7	7	6	1	100
1984	78	6	8	7	1	100
1985	78	8	6	7	1	100
1986	75	10	6	8	1	100

TABLA 8.2.B.7

TARIFAS PONDERADAS Y OFERTA DE CUARTOS  
EN CENTROS TURISTICOS SELECCIONADOS  
INVIERNO 1986 - 1987.

LOCALIZACION	NUMERO DE HOTELES	NUMERO DE CUARTOS	PROMEDIO DE CUARTOS POR HOTEL	TARIFA PONDERADA (DOLARES).
ACAPULCO	47	10876	231	77
CANCUN	50	6850	137	93
COZUMEL	19	1542	81	76
MAZATLAN	29	4025	139	44
PUERTO VALLARTA	51	6804	133	67
MEXICO	196	30097	154	74

DISTRIBUCION DE LA OFERTA DE ALOJAMIENTO POR  
NIVELES DE PRECIOS EN MEXICO, 1986-1987  
- NUMERO DE CUARTOS Y PARTICIPACIONES EN % -

RANGO DE TARIFAS EN DOLARES	MEXICO		ACAPULCO		CANCUN	
	CUARTOS	(%)	CUARTOS	(%)	CUARTOS	(%)
T O T A L	30097	100.0	10876	100.0	6850	100.0
HASTA 30	3353	11.1	1716	15.8	51	0.7
DE 31 A 55	9781	32.5	3806	35.0	1188	17.4
DE 56 A 80	7217	24.0	2403	22.1	1437	21.0
B I O MAS	9746	32.4	2951	27.1	4174	60.9

	COZUMEL		MAZATLAN		PTO. VALLARTA	
	CUARTOS	(%)	CUARTOS	(%)	CUARTOS	(%)
T O T A L	1542	100.0	4025	100.0	6804	100.0
HASTA 30	81	5.2	641	15.9	864	12.7
DE 31 A 55	361	23.4	2847	70.7	1579	23.2
DE 56 A 80	561	36.4	537	13.4	2279	33.5
B I O MAS	539	35.0	-	-	2082	30.6

TABLA B.2.1.B.1

OFERTA HOTELERA Y VISITANTES EXTRANJEROS HOSPEDADOS EN ELLOS.1/

CIUDAD.	NUMERO DE CUARTOS. EN 1986.	VISITANTES EXTRANJEROS HOSPEDADOS EN HOTELES EN 1986 ( MILES ).
ACAPULCO, GRO.	16,747	514.4
AGUASCALIENTES, AGS.	1,221	2.4
BAHIA KINO, SON.	84	3.1
CAMPECHE, CAMP.	599	11.2
CANCUN, Q.ROO	7,028	641.9
CD. JUAREZ, CHIH.	2,526	73.2
COLIMA, COL.	682	1.4
COZUMEL, Q.ROO	1,941	141.4
CUAUTLA, MOR.	722	0.3
CUERNAVACA, MOR.	1,747	20.7
CHICHEN-ITZA Y UXMAL, YUC.	296	46.8
DISTRITO FEDERAL	16,501	634.7
DURANGO, DGO.	1,159	3.2
ENSENADA, B.C.N.	1,196	187.0
GUADALAJARA, JAL.	13,226	142.5
GUANAJUATO, GTO.	1,663	21.7
GUAYMAS-SAN CARLOS, SON.	1,400	47.6
HERMOSILLO, SON.	1,548	16.8
ISLA MUJERES, Q.ROO	400	25.9

TABLA 8.2.1.B.2

CIUDAD.	NUMERO DE CUARTOS. EN 1986.	VISITANTES EXTRANJEROS HOSPEDADOS EN HOTELES EN 1986 ( MILES ).
IXTAPA-ZIHUATANEJO, GRO.	3,940	109.8
IXTAPAN DE LA SAL, MEX.	748	2.9
LA PAZ, B.C.S.	1,601	45.7
LORETO, B.C.S.	415	30.7
LOS CABOS, B.C.S.	1,243	120.6
MANZANILLO, COL.	2,431	37.2
MATAMOROS, TAM.	1,151	10.9
MAZATLAN, SIN.	6,296	189.7
MERIDA, YUC.	3,200	112.0
MONTERREY, N.L.	3,923	95.4
MORELIA, MICH.	2,394	13.8
OAXACA, OAX.	2,256	74.7
NUEVO LAREDO, TAM.	1,558	48.0
PACHUCA, HGO.	575	0.6
PALENQUE, CHIS.	392	40.5
PUEBLA, PUE.	2,503	16.2
PUERTO VALLARTA, JAL.	6,804	295.8
QUERETARO, QRO.	1,910	10.4
REYNOSA, TAM.	1,423	12.8
SALTILLO, COAH.	876	20.0

TABLA 8.2.1.0.2

CIUDAD.	NUMERO DE CUARTOS. EN 1986.	VISITANTES EXTRANJEROS HOSPEDADOS EN HOTELES EN 1986 ( MILES ).
SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS, CHIS.	413	28.2
SAN FELIPE, B.C.N.	436	26.0
SAN JUAN DEL RIO, QRO.	271	1.9
SAN LUIS POTOSI, S.L.P.	1,874	11.8
SAN MIGUEL DE ALLENDE, GTO.	832	21.2
TAMPICO, TAM.	1,655	9.9
TAPACHULA, CHIS.	611	35.4
TAXCO, GRO.	926	56.6
TEPIC, NAY.	1,032	1.8
TEQUISQUIAPAN, QRO.	559	0.4
TIJUANA, B.C.N.	4,912	243.7
TLAXCALA, TLAX.	206	0.3
TOLUCA, MEX.	1,052	3.6
TUXTLA GUTIERREZ, CHIS.	1,584	5.3
VALLE DE BRAVO, MEX.	278	2.3
VARIOS MUNICIPIOS DE DURANGO. *1.	453	7.3
VARIOS MUNICIPIOS DE MORELOS. *2.	1,019	6.3
VERACRUZ, VER.	4,127	18.5
VILLAHERMOSA, TAB.	1,965	19.8
ZACATECAS, ZAC.	685	4.5

TABLA 8.2.1.B.2

1/ .- No incluye hoteles de clase económica, ni hoteles sin clasificación hotelera. Tan solo es tán incluidos los hoteles que presentan clasi ficación, como son de:

- Gran Turismo.
- 5 Estrellas.
- 4 Estrellas.
- 3 Estrellas.
- 2 Estrellas.
- 1 Estrella.

Esto con el fin de tomar en cuenta que son los más frecuentados por los visitantes internacionales, y por lo tanto, son los que reciben - más divisa extranjera.

- \*1. - Comprende Cd. Lerdo, Gómez Palacio, Guadalupe Victoria, Cuencame y Bermejillo.
- \*2. - Incluye las localidades de Oaxtepec, Cocoyoc, San José Villahermosa y Tepoztlán.

En esta tabla, se puede localizar la información, de cuales son las ciudades más visitadas por los turistas extranjeros, teniendolas así como principales puntos de - mercado para un sistema detector de dólares; entre las que destaca dentro de las diez ciudades más visitadas son: \*De Playa: Cancún, Acapulco, Cozumel, Los Cabos, Mazatlán, Pu r t o V a l l a r t a y E n s e n a d a; \*Urbanas: D.F. y Guadalajara.

TABLA 8.2.1.B.2

TARIFAS MEDIAS AL PUBLICO DE HOTELES EN PLAZAS SELECCIONADAS.

1985 - 1987

(DOLARES / DIA)

	MARZO 1986.		JUNIO 1986.		SEPTIEMBRE 1986	
	LUJO	PRIMERA	LUJO	PRIMERA	LUJO	PRIMERA
ACAPULCO	84	51	77	44	50	20
CANCUN	111	63	90	51	94	48
CIUDAD DE MEXICO	76	42	87	42	55	30
GUADALAJARA	48	32	65	28	38	30
IXTAPA	95	59	61	32	34	20
HAZATLAN	72	44	46	33	32	26
PUERTO VALLARTA	84	61	79	43	36	26
PROMEDIO GENERAL	81	50	72	39	48	29

	DICIEMBRE 1986		MARZO 1987		JUNIO 1987	
	LUJO	PRIMERA	LUJO	PRIMERA	LUJO	PRIMERA
ACAPULCO	186	83	188	42	125	27
CANCUN	166	106	110	79	100	76
CIUDAD DE MEXICO	63	36	57	37	63	38
GUADALAJARA	39	36	42	23	40	32
IXTAPA	80	36	60	30	50	39
HAZATLAN	89	73	73	37	66	26
PUERTO VALLARTA	124	89	82	54	71	38
PROMEDIO GENERAL	107	74	87	43	74	39

TABLA 8.2.1.8.3

**OFERTA DE ESTABLECIMIENTOS DE ALIMENTOS Y BEBIDAS  
( 1986 ).**

ENTIDAD FEDERATIVA	RESTAURANTES	RESTAURANT-BAR	DISCOTECAS O C. NOCTURNOS	BARES	CAFETERIAS
<b>TOTAL</b>	<b>1326</b>	<b>625</b>	<b>249</b>	<b>1024</b>	<b>334</b>
AGUASCALIENTES	12	1	3	6	3
BAJA CALIFORNIA	26	15	14	36	9
BAJA CALIFORNIA SUR	42	5	6	49	4
CAMPECHE	12	4	6	9	6
COAHUILA	13	4	0	12	8
COLIMA	33	16	3	27	4
CHIAPAS	27	30	13	24	17
CHIHUAHUA	39	3	8	29	13
DISTRITO FEDERAL	77	75	15	65	19
DURANGO	30	8	3	9	7
EDO. DE MEXICO	35	43	4	15	8
GUANAJUATO	68	33	15	46	15
GUERRERO	139	53	19	102	25
HIDALGO	31	2	2	17	1
JALISCO	95	38	20	91	20
MICHOACAN	78	47	12	49	26
MORELOS	32	16	6	28	3
NAYARIT	39	12	7	12	10
NUEVO LEON	31	7	3	19	5
OAXACA	41	18	7	26	6
PUEBLA	26	13	3	20	10
QUERETARO	31	12	5	18	11
QUINTANA ROO	67	40	14	89	17
SAN LUIS POTOSI	10	31	7	12	2
SINALOA	26	19	12	33	9

TABLA 8.2.1.D.4

ENTIDAD FEDERATIVA	RESTAURANTES	RESTAURANT-BAR	DISCOTECAS O C. NOCTURNOS	BARES	CAFETERIAS
SONORA	37	2	9	27	9
TABASCO	14	7	7	20	3
TAMAULIPAS	58	8	4	36	18
TLAXCALA	8	8	4	4	2
VERACRUZ	81	32	10	58	30
YUCATAN	34	13	5	24	8
ZACATECAS	32	10	3	12	6

TABLA 8.2.1.8.4

OFERTA DE ESTABLECIMIENTOS DE AGENCIAS DE VIAJES.  
( 1986 ).

ENTIDAD	TOTAL	AGENCIAS DE VIAJES.	SUB-AGENCIAS.
T O T A L	2422	1939	483
AGUASCALIENTES	22	14	8
BAJA CALIFORNIA	78	67	11
BAJA CALIFORNIA SUR	32	26	6
CAMPECHE	8	8	-
COAHUILA	34	28	6
COLIMA	17	11	6
CHIAPAS	32	27	5
CHIHUAHUA	41	34	7
DISTRITO FEDERAL	972	870	102
DURANGO	11	8	3
EDO. DE MEXICO	88	70	18
GUANAJUATO	56	46	10
GUERRERO	69	37	32
HIDALGO	5	4	1
JALISCO	260	185	75
MICHOACAN	50	34	16
MORELOS	23	16	7
NAYARIT	6	6	-
NUEVO LEON	87	75	12
OAXACA	28	16	12
PUEBLA	48	34	14
QUERETARO	16	11	5
QUINTANA ROO	90	49	41
SAN LUIS POTOSI	17	13	4
SINALOA	63	51	12
SONORA	50	43	7
TABASCO	24	18	6
TAMAULIPAS	41	36	5
TLAXCALA	2	1	1
VERACRUZ	55	41	14
YUCATAN	58	48	10
ZACATECAS	39	12	27

TABLA 8.2.1.8.4

### 8.3 EL SECTOR DE LA TRANSPORTACION AEREA.

En este punto, se intenta destacar la importancia - que tiene el sector de la transportación, como fuente de ingresos monetarios. Es así, que se tiene un comportamiento - en vuelos internacionales que observa un cierto incremento; mismo que se ve reflejado en la llegada de vuelos de fleta-mento que en 1986 llegaron a 386 mil turistas, lo que repre-senta un 26% más que el año anterior. Asimismo, en varios - centros turísticos como Cancún, San José del Cabo, y Maza-tlán se observó un incremento en la oferta de asientos dis-ponibles en vuelos internacionales.

Los centros fronterizos continúan con una alza sos-tenida en la llegada de pasajeros a sus aeropuertos. En el año de 1986, los arribos fueron de 1.3 millones, lo que re-presentó un incremento del 2.1% respecto a 1985, sin embar-go, únicamente el aeropuerto de Tijuana observa un aumento en las llegadas del 8.5%, mientras que en el resto de los - aeropuertos en la frontera muestran caídas, destacándose - los localizados en Matamoros, Nuevo Laredo y Reynosa.

La situación en vuelos directos internacionales in-crementan los arribos de pasajeros hasta en 3.4 millones, - esto es, un incremento del 5.5% respecto a 1985.

Los vuelos internacionales a centros de playa mues-tran la mayor dinámica en arribos, siendo las principales, las ciudades anteriormente citadas como centros turisticos.

Los mercados tales como Mazatlán, Distrito Federal, La Paz, y Oaxaca, observan caída de visitantes tanto en vu-

los nacionales como internacionales.

A continuación, se presentan algunas estadísticas -  
indicadoras.

**ENTRADA DE TURISTAS A MEXICO POR MEDIO  
DE TRANSPORTE AEREO.**

(Miles de personas).

1985 - 1987

	1 9 8 5	1 9 8 6	1 9 8 7
ENERO	283.0	253.0	341.0
FEBRERO	311.0	278.0	354.0
MARZO	341.0	315.0	382.0
ABRIL	231.0	229.0	
MAYO	203.0	221.0	
JUNIO	209.0	235.0	
JULIO	200.0	227.0	
AGOSTO	203.0	249.0	
SEPTIEMBRE	123.0	153.0	
OCTUBRE	140.0	202.0	
NOVIEMBRE	190.0	269.0	
DICIEMBRE	<u>260.0</u>	<u>318.0</u>	
T O T A L	2694.0	2950.0	

TABLA 8.3.D.1

TARIFAS DE PRINCIPALES RUTAS AEREAS  
DE MEXICO A E.U.A. EN VIAJE REDONDO.

( D O L A R E S ) .

1986 - 1987.

VUELO.	COSTO PROMEDIO.
Acapulco / Chicago.	540.00
Acapulco / Dallas.	394.00
Acapulco / Houston.	270.00
Acapulco / Los Angeles.	484.00
Guadalajara / Dallas.	298.00
Guadalajara / Los Angeles.	402.00
México / Atlanta.	458.00
México / Chicago.	504.00
México / Dallas.	348.00
México / Houston.	270.00
México / Los Angeles.	444.00
México / Miami.	382.00
México / Nueva York.	614.00
México / San Antonio.	250.00
México / San Francisco.	536.00

TABLA 8.3.8.2

#### 8.4 EL SECTOR DE LA ZONA FRONTERIZA E IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES EN LA ZONA NORTE DEL PAIS.

El movimiento fronterizo, representa un renglón muy importante dentro de la actividad turística en México.

La entrada de viajeros fronterizos, en 1986, fue de cerca de 62 millones de personas, lo que representó un incremento del 3.2% respecto a 1985. En términos monetarios, el gasto total de los que entraron al país fue de 2,983.4 millones de dólares en 1986.

Referente a gastos medios en 1986, los viajeros fronterizos que ingresan al país tienen un gasto medio de 19.3 dólares por persona.

El movimiento total de personas en la zona fronteriza, fue de 137.5 millones de personas en 1986, lo cual representa uno de los movimientos más grandes a nivel mundial.

A continuación, se dan unas estadísticas que nos sirvan de base para encontrar la verdadera importancia de la zona fronteriza en el movimiento de dólares norteamericanos.

En la tabla de la Balanza Comercial y Turística, tenemos datos de éste flujo, tomando en cuenta, que la zona fronteriza se está convirtiendo en un verdadero polo de maquilado, el cual aún tiende a seguir creciendo.

BALANZA DE TURISMO Y TRANSACCIONES FRONTERIZAS.

(Millones de Dólares).

1985 - 1987

	1985		1986		1987	
	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos
TOTAL	2900.0	2262.4	2983.4	2113.3	2991.4	2221.0

BALANZA DE TRANSACCIONES FRONTERIZAS.

(Millones de Dólares).

1985

1985 - 1987

1987

	1985		1985 - 1987		1987	
	Ingresos	Egresos	Ingresos <sup>1986</sup>	Egresos	Ingresos	Egresos
TOTAL	1180.0	1594.4	1191.7	1493.1	1498.3	1320.6

BALANZA COMERCIAL Y TURISTICA.

(Millones de Dólares).

1985 - 1986

	Exportaciones	Importaciones	Saldo de Turismo	Saldo de Transacciones Fronterizas.
1985 TOTAL	21,866.5	13,460.3	1,051.5	-413.9
1986 TOTAL	15,774.9	11,509.1	1,171.5	-301.4

TABLA 8.4.B

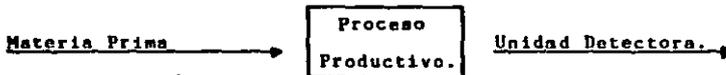
**C A P I T U L O 9**

**EL PROCESO PRODUCTIVO DE UN DETECTOR  
DE TINTA E IMPRESION GENUINA**

## IMPLANTACION DE UN PROCESO PRODUCTIVO.

La finalidad que se persigue al implantarse un proceso productivo es el de crear un bien, en este caso, el de crear un detector de dólares falsos, con el mayor rendimiento en tiempo y por ende en costos.

### 9.1 DISEÑO DE LA LINEA DE PRODUCCION.



Para establecer el proceso productivo, se necesita - antes que otra cosa, conocer el diseño del detector, y a continuación establecer la materia prima empleada para elaborar el bien. El diseño del detector de tinta e impresión genuina ya fue tratado en el capítulo anterior, y así, se puede observar que la unidad detectora de dólares falsos requerirá de materias primas químicas, eléctricas-electrónicas, y mecánicas. Aunque más sin embargo, el diseño de la línea de producción que se hará, será para ensamblar el modelo del detector más sencillo que se desarrolló; en donde el análisis del billete se hace en forma mecánica. La razón es su menor costo y baja complicación en el ensamblado, aunque siempre se seguirán los mismos pasos en el desarrollo del diseño.

Por tal razón se elaboran unas listas detallando cada una de las partes que se requieren; en donde se detallan un número de referencia (Núm. de Ref.) (para facilidades de

manejo), la descripción del componente a tratar, sus medidas, cantidad de piezas requeridas, y su costo unitario (en calidad de que se fueran a adquirir al menos mil piezas para la producción, aproximadamente); para dar como conclusión el costo total que se requiere invertir para cada una de las listas. Por lo tanto, las listas son las siguientes:

- Lista de Componentes para la Impresión del Circuito.
- Lista de Componentes Eléctricos-Electrónicos del Detector.
- Lista de Componentes Eléctricos- Electrónicos de la Fuente de Alimentación.
- Lista de Componentes Mecánicos para el Ensamble del Circuito Base con el Chasis.

Como se puede observar, en cada una de las listas de partes y componentes del detector, se cuentan con elementos todos de compra, es decir, que ninguno es de fabricación dentro de la planta a diseñar; por ejemplo, las resistencias se compran, y no se fabrican en ésta. Esta alternativa es válida en el sistema productivo pues se incrementarían enormemente los costos de producción al tener que invertir en maquinaria especializada y en nóminas salariales extras. De tal suerte, que todos los componentes y elementos registran un costo menor al ser adquiridos solamente al ser solicitados en el diseño del detector.

9.1.1 LISTA DE COMPONENTES PARA LA IMPRESION  
DEL CIRCUITO.

<u>NUM. DE REF.</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>
TF - 8	Placa Fenolítica 6 X 11 cm.	1	440.00
DP - 8	Detergente en Polvo	25gr.	52.83
FK - 8	Solución Fijadora Kodak	10ml.	237.78
RK - 8	Solución Reveladora Kodak	10ml.	184.94
CF - 8	Cloruro Férrico	15ml.	300.00
RT - 8	Estaño Líquido en Frío Rapid Tin	10ml.	294.00
AL - 8	Algodón	20gr.	500.00
SO - 8	Soldadura	1m.	334.00
PS - 8	Pasta para Soldar	6ml.	<u>110.00</u>
			\$ 2,453.55

## 9.1.2 LISTA DE COMPONENTES ELECTRICOS - ELECTRONICOS

## DEL DETECTOR.

NUM. DE REF.	DESCRIPCION Y MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO
R - 1	Resistencia 390E 1/4W	1	34.50
R - 2	Resistencia 180E 1/4W	1	34.50
R - 3	Resistencia 1.8kE 1/4W	1	34.50
R - 4	Resistencia 1.2kE 1/4W	1	34.50
R - 5	Resistencia 270E 1/4W	1	34.50
VR - 1	Potenciómetro Preajustable 1kE	2	200.00
C - 1	Capacitor Electrolytico 1 $\mu$ F. 25V.	1	150.00
C - 2	Capacitor de Disco 0.01 $\mu$ F. 25V.	1	83.33
C - 3	Capacitor de Tantalio 0.33 $\mu$ F. 35V.	1	431.48
D - 1	LED (Rojo)	1	200.00
IP - 1	Interruptor de Presión Encendido-Apagado SPST	1	400.00
CEG - 1	Cable Eléctrico #24AWG 11 cm.	2	16.50
CEC - 2	Cable Eléctrico #24AWG 20 cm.	2	30.00
CEI - 3	Cable Eléctrico #24AWG 7 cm.	2	10.50
CED - 4	Cable Eléctrico #24AWG 13 cm.	2	19.50
CI - 1	Circuito Integrado NE555	1	667.00
CM - 1	Cabeza Magnética Monoaural 888-8	1	2,500.00
G - 1	Galvanómetro D'Arsonval	1	<u>7,000.00</u>
			\$ 12,157.31

9.1.3 LISTA DE COMPONENTES ELECTRICOS - ELECTRONICOS  
DE LA FUENTE DE ALIMENTACION.

NUM. DE REF.	DESCRIPCION Y MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO
C - 4	Capacitor Electrolítico 470 $\mu$ F. 25V.	1	150.00
D - 2	Diode Rectificador 1N4001	4	75.00
CEF - 5	Cable Eléctrico #2X22AWG 1.5m.	1	450.00
CI - 2	Circuito Integrado 78L05	1	450.00
T - 1	Transformador 127-9V.C.A. a 100mA.	1	1,425.00
CP - 1	Clavija de Contacto	1	<u>400.00</u>
			\$ 3,175.00

9.1.4 LISTA DE COMPONENTES MECANICOS PARA EL ENSAMBLE  
DEL CIRCUITO BASE CON EL CHASIS.

<u>NUM. DE REF.</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>
TOR - 9	Tornillo	2	28.57
RON - 9	Rondana Plana	2	10.00
TUE - 9	Tuerca	2	28.57
CHA - 9	Chasis de Acrílico	1	6,500.00
PEG - 9	Pegamento Resistol 6000 15ml.		550.20
CUB - 9	Cubierta de Acrílico	2	<u>1,700.00</u>
			\$ 10,584.48

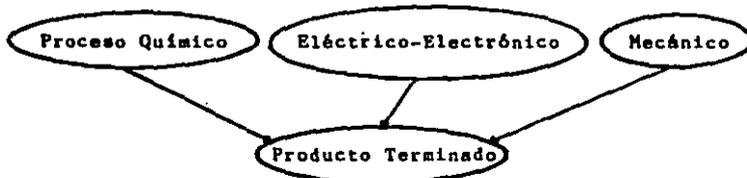
Como un segundo paso, se establecen las listas de - subensamble para cada uno de los procesos, (químico, eléctrico-electrónico, y mecánico) a un nivel, se podría decir, de ensamble final. El objetivo de esto, es saber qué es lo que se va a procesar en cada una de las operaciones (cantidad de materia prima); sin importar su secuencia en la línea de producción, con qué herramientas y utensilios, y en qué tiempo (aproximado).

Las listas de subensamble son las siguientes:

- Lista del Proceso Químico para la Impresión del - Circuito.
- Lista del Subensamble Eléctrico y/o Electrónico.
- Lista del Subensamble Mecánico.

El diseño físico del detector, estará dado por el ensamblado mecánico, mismo que es mostrado como un modelo que bien pudiese ser el mostrado en éste (Modelo Físico del Detector).

Una vez obtenido lo anterior, se tienen elementos suficientes como para tratar de diseñar y ensamblar cada una - de las listas en el proceso productivo y por lo tanto en la línea de producción para así obtener el producto terminado; esto es:



9.1.5 LISTA DEL PROCESO QUIMICO PARA LA IMPRESION  
DEL CIRCUITO.

- |   |  |               |
|---|--|---------------|
| ① | Lavar la superficie de la placa.   | (t = 0.01H)   |
|   | MP*: Detergente en polvo                      25grs.                                       |               |
|   | Placa fenolítica                      6 X 11 cms.                      1 Pieza.            |               |
| ② | Secar con abanico la placa.  | (t = 0.01H)   |
| ③ | Aplicar solución fijadora.   | (t = 0.003H)  |
|   | MP*: Solución fijadora                      10 ml.   |               |
| ④ | Secar con abanico.   | (t = 0.02H)   |
| ⑤ | Exponer a la luz ultravioleta la placa<br>junto con la película del circuito im-<br>preso. | (t = 0.10H)   |
| ⑥ | Aplicar solución reveladora.   | (t = 0.0010H) |
|   | MP*: Solución reveladora                      10 ml.                                       |               |
| ⑦ | Aplicar Agua.  | (t = 0.0005H) |
| ⑧ | Aplicar cloruro férrico.   | (t = 0.05H)   |
|   | MP*: Cloruro férrico                      15 ml.   |               |

\* Materia Prima.

- 9 Aplicar agua. (t = 0.0010H)
- 10 Secar con algodón el circuito. (t = 0.0008H)  
MP\*: Algodón 10 grs.
- 11 Estañar las pistas del circuito. (t = 0.05H)  
MP\*: Estaño líquido en frío 10 ml.

9.1.6 LISTA DEL SUBENSAMBLE  
ELECTRICO Y/O ELECTRONICO.

- ⑫ Perforar con broca el circuito. (t = 0.02H)
- ⑬ Acomodar y soldar resistencias. (t = 0.04H)
- |      |             |       |      |          |
|------|-------------|-------|------|----------|
| MP*: | Resistencia | 390E  | 1/4W | 1 Pieza. |
|      | Resistencia | 180E  | 1/4W | 1 Pieza. |
|      | Resistencia | 1.8kE | 1/4W | 1 Pieza. |
|      | Resistencia | 1.2kE | 1/4W | 1 Pieza. |
|      | Resistencia | 270E  | 1/4W | 1 Pieza. |
- ⑭ Acomodar y soldar capacitores. (t = 0.03H)
- |      |           |              |      |          |
|------|-----------|--------------|------|----------|
| MP*: | Capacitor | 1 $\mu$ F    | 25V. | 1 Pieza. |
|      | Capacitor | 0.01 $\mu$ F | 25V. | 1 Pieza. |
|      | Capacitor | 0.33 $\mu$ F | 35V. | 1 Pieza. |
|      | Capacitor | 470 $\mu$ F  | 25V. | 1 Pieza. |
- ⑮ Acomodar y soldar diodos rectificadores. (t = 0.033H)
- |      |       |        |           |
|------|-------|--------|-----------|
| MP*: | Diodo | 1N4001 | 4 Piezas. |
|------|-------|--------|-----------|
- ⑯ Soldar LED. (t = 0.01H)
- |      |                         |        |           |
|------|-------------------------|--------|-----------|
| MP*: | LED                     |        | 1 Pieza.  |
|      | Cable eléctrico #24AWG. | 13 cm. | 2 Piezas. |

\* Materia Prima.

- ①7 Acomodar y soldar circuitos integrados. (t = 0.03H)  
 MP\*: Circuito integrado NE555 1 Pieza.  
 Circuito integrado  $\mu$ A78L05 1 Pieza.
- ①8 Acomodar y soldar potenciómetros. (t = 0.01H)  
 MP\*: Potenciómetro preajustable 1kE 2 Piezas.
- ①9 Soldar cabeza magnética. (t = 0.01H)  
 MP\*: Cabeza magnética monoaural 888-8 1 Pieza.  
 Cable eléctrico #24AWG. 20 cm. 2 Piezas.
- ②0 Soldar interruptor. (t = 0.01H)  
 MP\*: Interruptor de presión encendido-  
 apagado. SPST 1 Pieza.  
 Cable eléctrico #24AWG. 7 cm. 2 Piezas.
- ②1 Acomodar y soldar transformador. (t = 0.02H)  
 MP\*: Transformador 127-9V.C.A. a 100mA. 1 Pieza.  
 Tornillo 2 Piezas.  
 Rondana 2 Piezas.  
 Tuerca 2 Piezas.
- ②2 Soldar cable eléctrico. (t = 0.04H)  
 MP\*: Cable eléctrico #2X22AWG. 1.5 m. 1 Pieza.

\* Materia Prima.

- 23 Ensamblar y soldar clavija. (t = 0.08H)  
MP\*: Clavija de contacto 1 Pieza.
- 24 Soldar galvanómetro. (t = 0.01H)  
MP\*: Galvanómetro D'Arsonval 1 Pieza.  
Cable eléctrico #24AWG. 11 cm. 2 Piezas.

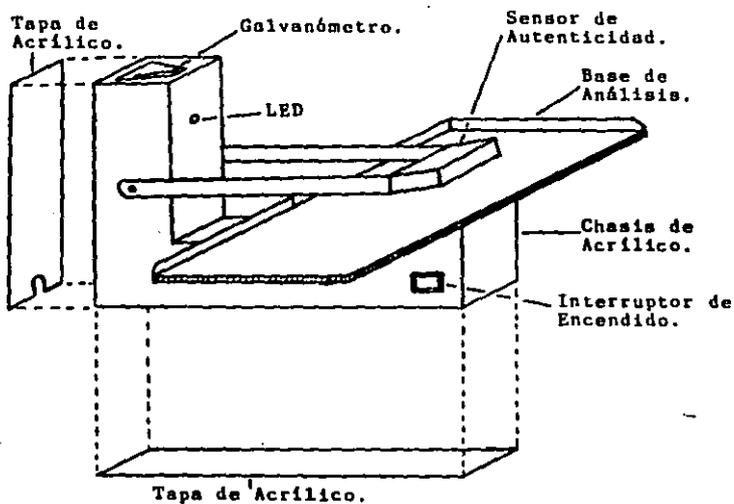
\* Materia Prima.

9.1.7 LISTA DEL SUBENSAMBLE  
MECANICO.

- |      |                                     |             |
|------|-------------------------------------|-------------|
| 25   | Ensamblar el circuito en el chasis. | (t = 0.15H) |
| MP*: | Pegamento                           | 15 ml.      |
|      | Chasis de acrílico                  | 1 Pieza.    |
| 26   | Ensamblar la cubierta del chasis.   | (t = 0.05H) |
| MP*: | Cubierta de acrílico                | 2 Piezas.   |

\* Materia Prima.

## 9.1.8 MODELO FISICO DEL DETECTOR.



Asimismo, una vez concluidas las listas de subensamblable, se puede obtener una lista de herramientas y utensilios para cada uno de los procesos, para así integrarlos y saber con qué se va a requerir.

Pero hasta aquí no se sabe aún la cantidad de herramientas y utensilios que se van a necesitar para cada operación, sino que hasta que se determine el número de obreros con que se va a contar en todo el proceso productivo. Por ejemplo, se puede decir que se necesita un cautín para soldar cada uno de los dispositivos eléctricos-electrónicos; pero si esta operación es muy solicitada, se puede optar por contratar a dos operadores en lugar de uno, para que se agilice la tarea, y por lo tanto cada uno de ellos necesitará de su cautín, con lo que el proceso productivo como conjunto requerirá de dos cautines como herramientas y utensilios.

## 9.2 EL DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES.

Como tercer paso y último para el diseño de la línea de producción, se construye el Diagrama de Flujo de Operaciones, el cual no es más que las listas de los subensamblables interrelacionados entre sí, con una secuencia lógica en sus operaciones. Para construirlo, se asume la siguiente simbología:

 Almacén.

 Operación.



Transporte de Material.



Inspección.



Actividad Combinada: Actividad de Operación-Inspección.



Flujo del Proceso de Producción.



Entrada de Material a la Línea de Producción.

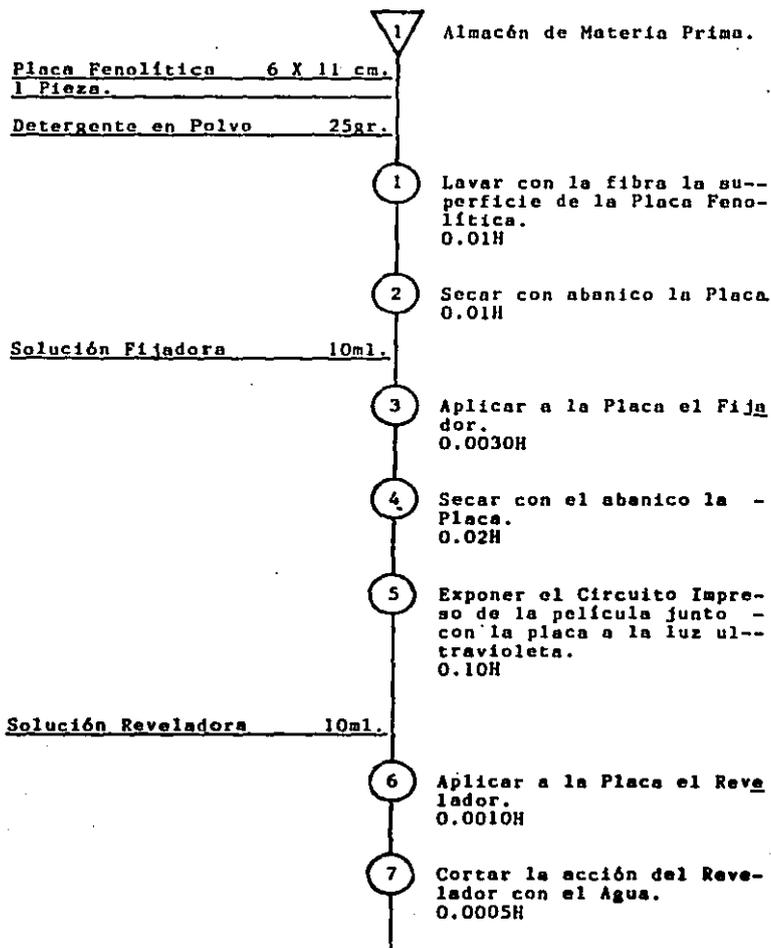
Así, en primer orden, se supone que toda la materia prima ya se cuenta en existencia dentro del almacén para tal fin; con lo que se pueden iniciar las operaciones del proceso productivo. En donde se toman tiempos en cada una de ellas, además de especificar la operación realizada. Asimismo, se especifica la cantidad de materia prima que se requiere introducir a la línea de producción con anticipación a la operación.

De esta forma se finaliza con el producto terminado en el almacenaje temporal; mientras éste aguarda a ser colocado en el comercio.

9.2.1 LISTA DE UTENSILIOS Y HERRAMIENTAS  
PARA LA ELABORACION DEL SISTEMA.

<u>DESCRIPCION Y MEDIDA</u>	<u>CANTIDAD</u>
Fibra de 9.2 X 15 cm.	1
Lámpara de Luz Ultravioleta	1
Cámara de Exposición	1
Abanico de 15 cm. de diámetro en aspas	1
Película Negativa Impresa con el Circuito	1
Recipiente de Vidrio de 10 X 15 cm.	1
Guantes de Hule	1 par
Recipiente de Plástico de 10 X 15 cm.	3
Broca de 1/32 de pulgada.	1
Taladro de Banco	1
Pinzas de Corte	2
Pinzas de Punta	2
Cautín	2
Desarmador Plano	2

## 9.2.B DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES.



Cloruro Férrico 15ml.

8

Aplicar a la Placa el Cloruro Férrico.  
0.05H

1

Inspeccionar la definición de las pistas del circuito impreso.  
0.01H

9

Cortar la acción del Cloruro Férrico con el Agua.  
0.0010H

Algodón 10gr.

10

Secar el Circuito Impreso con Algodón.  
0.0008H

1

Transportar el Circuito Impreso del Cuarto Oscuro - al Taladro de Banco.  
0.0005H

Estaño Líquido en Frío 10ml.

Algodón 10gr.

11

Estañar las Pistas del Circuito.  
0.05H

2

Inspeccionar la continuidad de las Pistas y el estañado de las mismas.  
0.05H

12

Barrenar con Broca de 1/32 de pulgada el Circuito Base.  
0.02H

2

Transportar el Circuito Im-  
preso a la mesa de opera-  
ciones de ensamblado y solda-  
do.  
0.0010H

Resistencia de 390E 1/4 W  
1 Pieza.

Resistencia de 180E 1/4 W  
1 Pieza.

Resistencia de 1.8kE 1/4 W  
1 Pieza.

Resistencia de 1.2kE 1/4 W  
1 Pieza.

Resistencia de 270E 1/4 W  
1 Pieza.

Soldadura 1 m.

Pasta para Soldar 6ml.

13

Acomodar y Soldar las Re-  
sistencias.  
0.04H

Capacitor de 1  $\mu$ F. 1 Pieza.

Capacitor de 0.01  $\mu$ F 1 Pieza.

Capacitor de 0.33  $\mu$ F 1 Pieza.

Capacitor de 470  $\mu$ F 1 Pieza.

14

Acomodar y Soldar los Capa-  
citores.  
0.03H

Diodo 1N4001 4 Piezas.

15

Acomodar y Soldar los Diodos Rectificadores.  
0.033H

LED 1 Pieza.

Cable Eléctrico del #24AWG.  
13 cm. 2 Piezas.

16

Soldar LED.  
0.01H

Circuito Integrado NE555  
1 Pieza.

Circuito Integrado  $\mu$ A78L05  
1 Pieza.

17

Acomodar y Soldar los Circuitos Integrados.  
0.03H

Potenciómetro Preajustable de 1k $\Omega$   
2 Piezas.

18

Acomodar y Soldar los Potenciómetros Preajustables.  
0.01H

Cabeza Magnética 888-B  
1 Pieza.

Cable Eléctrico del #24AWG.  
20 cm. 2 Piezas.

19

Soldar la Cabeza Magnética.  
0.01H

Interruptor de Presión Encendido-Apagado SPST  
1 Pieza.

Cable Eléctrico del #24AWG.  
7 cm. 2 Piezas.

20

Soldar el Interruptor de -  
Presión.  
0.01H

Transformador de 127-9V.C.A.  
a 100mA, 1 Pieza.

Tornillo 2 Piezas.

Rondana Plana 2 Piezas.

Tuerca 2 Piezas.

21

Acomodar y Soldar el Trans-  
formador.  
0.02H

Cable Eléctrico del #2X22AWG.  
1.5 m. 1 Pieza.

22

Soldar el Cable Eléctrico.  
0.04H

Clavija de Contacto 1 Pieza.

23

Ensamblar y Soldar la Cla-  
vija de Contacto.  
0.08H

Galvanómetro D'Arsonval  
1 Pieza.

Cable Eléctrico del #24AWG.  
11 cm. 2 Piezas.

24

Soldar el Galvanómetro.  
0.01H

1

Calibrar y Probar el Cir-  
cuito.  
0.10H

Chasis de Acrílico 1 Pieza.

Pegamento 15ml.

25

Ensamblar el Circuito Base  
en el Chasis de Acrílico.  
0.15H

Cubierta de Acrílico  
2 Piezas

26

Tapar el Chasis.  
0.05H

3

Prueba Final del Circuito.  
0.10H

2

Almacén de Proceso Termina  
do.

### 9.3 EL MERCADO: LA DETERMINACION DE LA DEMANDA Y LA ESTRUCTURA DE LOS COSTOS.

El diseño de la línea de producción no tendría ninguna utilidad práctica, sino fuese por el mercadeo que el bien puede encontrar. Es así que para localizar la estructura de los costos, es necesario saber qué cantidad de operadores se va a necesitar para producir un cierto número de unidades al día, o en su defecto, al año. Así pues, que la determinación de la demanda surge como un elemento desconocido necesario - para determinar el nivel de producción.

#### 9.3.1 La Determinación de la Demanda.

La determinación de la demanda es estimada tan solo por criterios, por lo que se cree que la conclusión aquí obtenida es tan solo una aproximación del mercado; y que no se puede comprobar hasta poner en venta el producto; ya que no existe alguna fórmula matemática que demuestre lo contrario.

Es así que se trata de hacer un estimativo de cuántas unidades podrán ser demandadas en un periodo determinado como es el de un año. La determinación de la demanda estará condicionada por:

a) La disponibilidad de sustitutos. Se entiende por sustitutos aquellos bienes que ofrecen una alternativa más - al comprador, como por ejemplo el detector de dólares falsos basado en la prueba de la luz ultravioleta.

b) El grado de necesidad por el producto.

c) El periodo de reposición del artículo.

- d) El nivel de ingreso de los clientes potenciales.
- e) El número promedio de unidades consumidas por cada cliente potencial.
- f) La presión competitiva.
- g) El impacto publicitario.
- h) La adecuada distribución.
- i) El precio del artículo.

Todos estos criterios pueden ser orientados en la identificación del mercado meta, visto con anterioridad en el capítulo denominado como "El Análisis del Estudio del Mercado", en donde primero se estudia si en realidad es una necesidad el detector de dólares o no lo es.

Es así, que primero se identifica al grupo de posibles consumidores potenciales, al que se desea llegar; asimismo, se reconoce su poder de compra, su grado de sensibilidad al precio, la importancia que le daría el cliente al producto en comparación con otros, la cantidad de dinero que están dispuestos a invertir en un producto con las características del detector de tinta e impresión genuina en el billete dólar, es decir, detectar el valor que percibiría el consumidor sobre el producto (si le es de utilidad o no). Todo esto, ayudará a establecer una cierta producción de unidades anuales, así como un precio más acorde con la realidad del mercado.

Considerando lo anterior, se opta por producir como prueba piloto 5,000 piezas por año, ante un buen número de posibles clientes; y una vez observando el comportamiento del

mercado, se tomarán decisiones de aumento o no en la producción.

### 9.3.1.1 EL VOLUMEN DE LA MANO DE OBRA EN RELACION A LA DEMANDA EXISTENTE.

Para determinar el número de obreros empleados en la línea de producción, (para que éstos a su vez determinen parte del costo del producto) se cuenta con que se piensan fabricar:

$$\left( \frac{5,000 \text{ piezas}}{\text{año}} \right) \cdot \left( \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} \right) \cdot \left( \frac{1 \text{ mes}}{22 \text{ días laborables}} \right) = 19 \frac{\text{piezas}}{\text{día}}$$

Para facilitar el cálculo, se tabula el tiempo (en minutos) necesario para realizar cada operación, contra el tiempo que se lleva un obrero de sus 8 horas laborables para hacer una operación específica, esto es, la parte correspondiente de un turno para una operación dada. Para obtener esta información, se hace necesario el respaldarse en el diagrama del flujo de operaciones, en donde se especifican las operaciones, el número correspondiente a ella, y el tiempo requerido en cada una de ellas. Es así, que la información del tiempo es directamente obtenida del diagrama del flujo de operaciones.

Sumando el tiempo consumido en cada una de las operaciones para obtener el tiempo total que se lleva en producir tan solo una pieza, se tiene que:

1 pieza se lleva 105.80min. para elaborarla.

Por lo tanto, 105.80min./pieza.

Así, para calcular lo que tardaría un obrero en hacer 19 piezas, para ver si alcanzan a producirse en un día, sería:

$$\frac{105,80\text{min.}}{x} \rightarrow \frac{1 \text{ pieza}}{19 \text{ piezas}}$$

$$x = 2,010.20\text{min.}$$

Para fines de conversión: 1 día = 8 horas laborables = 1 turno.

$$\left( \frac{2,010.20\text{min.}}{60 \text{ min.}} \right) \cdot \left( \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas laborables}} \right) = 4.19 \text{ días}$$

Esto indica que un obrero para hacer 19 piezas, tarda 4.19 días.

Pero como se ha decidido que se produzcan 19 piezas/día, se calcula la cantidad de piezas que puede hacer un obrero en un día, para ver así la cantidad de mano de obra requerida para satisfacer el plan original.

$$\left( \frac{105,80\text{min.}}{60 \text{ min.}} \right) \cdot \left( \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ hr.}} \right) = 0.2204 \text{ día le lleva a}$$

un obrero hacer una pieza (0.2204 día/pieza).

Por lo tanto, un obrero hace 4.54 piezas/día.

$$\text{Así, } \left( \frac{19 \text{ piezas}}{\text{día}} \right) \cdot \left( \frac{1 \text{ día}}{4.54 \text{ pieza}} \right) = 4.1879 \text{ obreros.}$$

Por lo tanto, se necesitan 4.1879 obreros para elaborar 19 piezas/día, a lo que es equivalente a tener 5 obreros.

Para predecir las labores correspondientes de cada obrero, así como el número de herramientas y utensilios requeridos para cada operación; se tabula tanto como el primer como el segundo renglón de la gráfica siguiente, en donde se especifica la operaciones realizadas. Así por ejemplo, para la primera operación se tiene lo siguiente:



	(21)	(22)	(23)	(24)	1	(25)
Minutos	2	4	8	1	10	15
Obrero	0.08	0.16	0.32	0.04	0.4	0.59
	Obrero (3) y Obrero (4)				Obrero (4)	Obrero (5)

	(26)	3	
Minutos	5	10	105,80min.
Obrero	0.20	0.40	
	Obrero (5)	Obrero (4)	

Una vez determinada la porción de obrero que se requiere para cada operación, se hace la sumatoria hasta que ésta de 1 ó menor que 1, tomando el 1 = 1 turno = 1 obrero para así poder distribuir en una forma más uniforme todos los tiempos laborables. Por lo tanto se concluye que:

- + El obrero 1 va a trabajar 0.85 de su turno de 8hr.
- + El obrero 2 va a trabajar en conjunto con el obrero 5 para cumplir un turno total de 0.91.
- + El obrero 3 va a trabajar en conjunto con el obrero 4 para cumplir un turno total de 0.88.
- + El obrero 4 va a trabajar 0.80 de su turno en un área exclusiva.
- + El obrero 5 va a trabajar 0.79 de su turno en un área exclusiva.

Como se puede ver, en cada turno sobra un tiempo, en donde éste se puede considerar como una holgura en la produc

ción, o como un tiempo posible para ser empleado en aumentar el nivel de producción.

#### 9.4 LA ESTRUCTURA DE LOS COSTOS.

En esta etapa se estudia la oferta (quién vende) desde el punto de vista de los costos y las unidades que se tienen que vender, asumiendo cierto precio de venta, para al menos cubrir esos costos o sobrepasarlos y generar utilidades.

De lo anterior se desprenden 2 ideas fundamentales:

1.-) Se debe de fijar un precio tal a las piezas, que por lo menos cubra los costos totales incurridos en atender la demanda.

2.-) Para que se genere la utilidad, es necesario que los ingresos totales logrados en un periodo fiscal, sobrepasen los costos totales incurridos en generar esos ingresos. En otras palabras, que se llegue más allá del punto de equilibrio.

Así, se desarrolla el concepto de análisis del punto de equilibrio como medio para simular el efecto competitivo de varios precios, costos y cantidades.

##### 9.4.1 Análisis del Punto de Equilibrio.

Desarrollando la primera idea, se encuentra que se hace referencia a un equilibrio o igualdad a lograrse entre los ingresos totales y los costos totales, es decir, a un estado de no ganancia-no pérdida, conocido con el nombre de punto de equilibrio, que se explicará a continuación:

El punto de equilibrio (PE) ocurre cuando:

-Descomponiendo cada término se tiene:-

INGRESO TOTAL = COSTO TOTAL

Precio X Cantidad = Costo Fijo Total + Costo Variable -  
Total.

P X Q = CFT + CV(Q)

La fórmula para calcular el punto de equilibrio es:

PE =  $\frac{\text{Costo fijo total}}{\text{Precio por unidad} - \text{Costo variable por unidad}}$

La explicación de cada término es dada a continuación:

- Punto de Equilibrio (PE). Situación en que los costos totales de la firma son iguales a los ingresos totales.

- Ingreso Total (IT). Precio unitario (P) multiplicado por el total de unidades vendidas (Q).

- Precio unitario (P). Es el precio unitario que se cree podría tener el producto en venta.

- Total de unidades (Q). Es el total de unidades que se esperan vender, asumiendo cierto precio a fin de generar ingresos que cubran los costos totales.

- Costos Totales (CT). Es la suma de los costos fijos totales y los costos variables totales.

Nota: El incremento de los costos totales a partir de un punto se debe al incremento de los costos variables totales, puesto que los costos fijos son, por definición, inalterables dentro del período de tiempo bajo estudio.

- Costos Fijos Totales (CFT). Son la suma de aquellos

costos que son fijos sin importar el nivel de unidades producidas y vendidas.

- Costos Variables Totales (CVT). Es la suma de los costos que están íntimamente relacionados y que varían con el número de unidades producidas y vendidas. Los costos variables totales se incrementan por cada unidad adicional producida y vendida; es decir, son iguales al costo variable unitario (CV) multiplicado por la cantidad de unidades producidas y vendidas (Q).

#### 9.4.1.1 CALCULO DEL COSTO FIJO TOTAL.

El detector tiene un Costo Fijo Total anualizado aproximado de:

- Nóminas Administrativas	Gerente	\$ 36,000,000.00
	Secretaría	\$ 3,360,000.00
- Servicios Públicos	Electricidad	\$ 24,000,000.00
	Agua	\$ 200,000.00
- Renta de la Planta		\$ 18,000,000.00
- Depto. de Ingeniería	Mantenimiento	\$ 5,000,000.00
	Reparaciones	\$ 5,000,000.00
- Costo de Herramientas y Utencilios		\$ 5,000,000.00
- Depreciación de las Herramientas y Utencilios.		\$ 3,000,000.00
		<hr/>
	CFT =	\$ 99,560,000.00

#### 9.4.1.2 CALCULO DE LOS COSTOS VARIABLES TOTALES.

El cálculo de los Costos Variables Totales está dado

por dos factores:

- El Costo de la Materia Prima.
- El Costo de la Mano de Obra.

#### 9.4.1.2.1 Mano de Obra.

La nómina de un obrero al día, son de \$ 9,000.00, - con lo que a éste se le debe de pagar semanalmente:

$$\left(\frac{\$9,000.00}{1 \text{ día}}\right) \cdot \left(\frac{7 \text{ días}}{1 \text{ semana}}\right) = \$63,000/\text{semana}.$$

Pero como son 5 días laborables, se procurará para - facilidades de cálculos que un obrero ganará:

$$\left(\frac{\$63,000.00}{1 \text{ semana}}\right) \cdot \left(\frac{1 \text{ semana}}{5 \text{ días}}\right) = \$12,600/\text{día}.$$

Por lo tanto, se tienen 5 obreros con \$12,600/día, - con lo que:

$$(5 \text{ obreros}) \cdot (\$12,600/\text{día}) = \$63,000/\text{día}$$

que es lo que se gasta al día por concepto del total de mano de obra.

Ahora bien, se puede concluir que como se producen - 19piezas/día, le corresponden a cada pieza:

$$\left(\frac{\$63,000.00}{1 \text{ día}}\right) \cdot \left(\frac{1 \text{ día}}{19 \text{ piezas}}\right) = \$3,316/\text{pieza, por concepto}$$

de mano de obra.

#### 9.4.1.2.2 Materia Prima.

En este concepto, lo único que se hace es sumar al - total de las listas de los componentes que se derogan para - la integración y realización del detector. Así, se invierten en:

- Componentes Eléctricos-Electrónicos para el Detector.	\$ 12,157.31
- Componentes Eléctricos-Electrónicos para la Fuente de Alimentación.	\$ 3,175.00
- Componentes para la Impresión del Circuito.	\$ 2,453.55
- Componentes Mecánicos para el Ensamble del Circuito Base con el Chasis.	\$ 10,584.48
	<hr/>
	\$ 28,370.34
	≈ \$ 28,371.00

Por lo tanto, el Costo Variable Total es:

$$\$ 3,316 + \$ 28,371 = \$ 31,687/\text{pieza.}$$

El precio de venta por unidad es estimado en un 90% mayor al costo variable total, así:

$$90\%CVT + CVT = \text{Precio Unitario.}$$

$$\$ 28,518 + \$ 31,687 = \$ 60,205$$

en donde se estima que éste costo satisficará a la inversión requerida originalmente. Pero para no especular, se hace el análisis del punto de equilibrio, ya que éste sirve para:

a) Tener una idea sobre cuánto se debe vender como mínimo para no tener pérdidas (asumiendo un nivel dado de precios).

b) Comprender la estructura de los costos e ingresos y el efecto que sobre éstos tiene la relación precio - cantidad.

c) Comparar varios niveles de precios de tal forma -

que se puedan generar tantos puntos de equilibrios como precios se ensayen, para luego ver a la luz de la realidad cuál de ellos es el más apropiado.

d) Simular el efecto competitivo de varios precios, costos y cantidades en base al punto de equilibrio.

$$\text{CFT} = \$ 99,560,000.00$$

$$\text{CV} = \$ 31,687.00/\text{unidad}$$

$$\text{P} = \$60,205.00/\text{unidad}$$

$$\text{PE} = \frac{\$99,560,000.00}{\$60,205.00 - \$31,687.00} = 3,491 \text{ piezas}$$

$$\text{Ingreso Total} = (\$60,205.00) \cdot (3,491 \text{ piezas})$$

$$\text{IT} = \$210,176,702.00$$

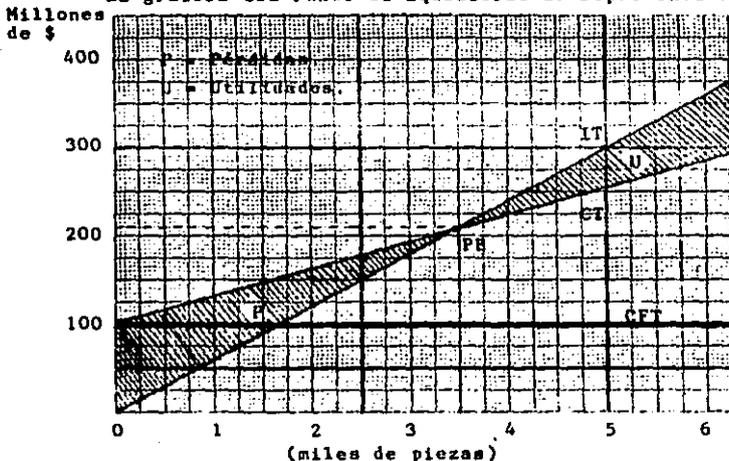
$$\text{Costo Total} = \$99,560,000.00 + (\$31,687) \cdot (3,491\text{p})$$

$$\text{CT} = \$210,179,317.00$$

Por lo tanto:

$$\text{IT} = \text{CT}$$

La gráfica del Punto de Equilibrio es representada:



### 9.4.1.3 CALCULO DE LAS UTILIDADES.

En el caso en que se produzcan las 5,000 piezas/año originalmente planeadas, y que todas ellas sean vendidas, se tendrá la utilidad o ganancia de:

$$U = \text{Ingreso Total} - \text{Costo Total.}$$

$$U = P(Q) - (CFT + CV(Q))$$

$$U = \$60,205 \cdot (5,000 \text{ piezas}) - (\$99,560,000 + \\ \$31,687 \cdot (5,000 \text{ piezas}))$$

$$U = \$43,030,000.00 \text{ anuales.}$$

Cabe hacer mención, que el análisis del punto de equilibrio posee las siguientes limitaciones:

a) No se piensa en fijar un precio que maximice las ganancias, que satisfaga el objetivo participación de mercado o rendimiento sobre la inversión, sino que solamente cubra los costos.

b) Se asume que puede venderse cualquier cantidad a un precio estipulado o predeterminado.

c) No nos dice si la cantidad (Q) requerida para alcanzar el punto de equilibrio puede venderse al precio asumido.

d) Ignora la demanda del mercado a diferentes niveles de precios.

**C O N C L U S I O N E S .**

1.- El fenómeno de la falsificación de la divisa no teamericana ha existido desde tiempos atrás y existe en la actualidad en la mayor parte del mundo, siendo ésta la más imitada. En México no es hecha la excepción.

2.- Al conocer las características que posee el billete dólar genuino, se puede idear y diseñar un sistema que verifique su autenticidad. Tomando en cuenta también las formas y técnicas que se emplean al elaborar una pieza fuera de valor.

3.- Una vez que se tienen presentes las características de una pieza auténtica y no auténtica; se idea un sistema que aproveche las características más notables de desacople; en este caso, se verifican las características que guarda la pieza genuina en su sistema de impresión y calidad de tinta. Por ser las de mayor fallo de todas las demás características.

4.- Se diseñan tres sistemas detectores de dólares falsos; en donde el primer sistema detecta tan solo la presencia de la tinta ferromagnética, el segundo sistema tan solo la calidad de impresión de la pieza, y el tercer sistema detecta ambas características anteriores a la vez; por lo tanto, se piensa que el sistema más confiable y veraz de los tres es éste último.

5.- Aún el tercer sistema detector que indica la veracidad por medio de las características de impresión y tinta a la vez, tiene un pequeño intervalo de no veracidad, (aunque es el más veraz de todos los sistemas, pues todos los de

más sistemas detectan tan solo una característica de la pieza dólar) ya que puede tratarse de un billete dólar mucho - muy usado y por lo tanto mermadas sus características de impresión, y detectar tan solo las características de tinta de la pieza, (que es una de las características más frecuentemente falsificadas). Con lo que se quiere decir que no es cien por ciento confiable en todos los billetes existentes, pero sí el más de todos los sistemas existentes; proporcionando bastante seguridad en las transacciones internacionales, con lo que al dudar en un billete, se puede recurrir en el acto a las autoridades correspondientes para verificarlo, o pedir que se cambie éste al cliente por no aprobar la pieza las pruebas de seguridad.

6.- Un detallado estudio de mercado, indica que la pieza aquí diseñada puede ser comercializada; previendo un posible éxito con el gran número de clientes nacionales potenciales que manejan divisas norteamericanas, además de que el sistema detector también puede servir con la misma exactitud para la verificación de otras monedas internacionales, como son: la Libra Esterlina de Inglaterra, los Yenes Japoneses, los Marcos Alemanes y los Francos Suizos.

7.- La creación de un proceso productivo para la fabricación en serie del detector, indica todo lo concerniente a ello, como son tiempos, materias primas, mano de obra y costos. Con esto queda demostrado que se puede fabricar en México el sistema, abatiendo costos y fuga de capital nacional por concepto de importaciones.

B I B L I O G R A F I A .

- Alvarado C. Alfonso A. / Jaramillo M. Gabriel A..- APUNTES - DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.- Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.- México, Enero 1983.
- Boylestad Robert / Nashelsky Louis.- ELECTRONICA: TEORIA DE CIRCUITOS.- Prentice Hall, Inc.- Colombia 1983.
- Cabrejos Doig Belisario.- EL PRODUCTO Y EL PRECIO A SU ALCANCE.- Norma.- Colombia 1980.
- Caughlin Robert F. / Driscoll Frederick F..- CIRCUITOS INTEGRADOS LINEALES Y AMPLIFICADORES OPERACIONALES.- Segunda Edición.- Prentice Hall, Inc.- México 1987.
- Cooper William David.- INSTRUMENTACION ELECTRONICA Y MEDICIONES.- Prentice Hall, Inc.- México 1986.
- Del Castillo Gómez Guillermo.- EL BILLETE DE BANCO: ORIGEN, ELEMENTOS, FALSIFICACION Y TIPOS PENALES.- Universidad La Salle.- México 1979.
- Hunt William T. Jr. / Stein Robert.- STATIC ELECTROMAGNETIC DEVICE.- Second Printing.- Allyn and Bacon, Inc.- - Boston, Massachusetts, U.S.A. 1964.
- Kestin Hesh.- THE BUCK STOPS HERE.- Magazine Forbes.- U.S.A., December 1, 1986.
- Lenk John D..- HANDBOOK OF CONTROLS AND INSTRUMENTATION.- - Prentice Hall, Inc.- Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A. 1980.
- Paul Ron.- SCRUTINIZING PLANS FOR A NEW U.S. CURRENCY.- Magazine USA Today.- U.S.A., July, 1984.

- Poundstone William.- THE U.S. DOLLAR'S DWINDLING CURRENCY.-  
Magazine Harpers.- U.S.A., February, 1985.
- Skoler Michael.- THE OLD BUCK STOPS HERE.- Magazine Discover  
.- U.S.A., November, 1985.
- Vaughn Richard C.- INTRODUCCION A LA INGENIERIA INDUSTRIAL.-  
Reverté, S.A.- México 1984.
- White John A. / Agee Marvin H. / Case Kenneth E.- TECNICAS -  
DE ANALISIS ECONOMICO EN INGENIERIA.- Limusa.- Méxi-  
co 1981.
- Wolf Stanley.- GUIA PARA MEDICIONES ELECTRONICAS Y PRACTICAS  
DE LABORATORIO.- Prentice Hall, Inc.- México 1985.
- ENCICLOPEDIA MONITOR.- Vol.5.- Salvat S.A. de Ediciones Pam-  
plona.- España 1969.
- ENCYCLOPEDIA COLLIER'S.- Vol.7.- U.S.A. 1963.
- ESTADISTICAS BASICAS DE LA ACTIVIDAD TURISTICA 1986.- Secre-  
taría de Turismo.- Dirección General de Política Tu-  
rística.- México 1986.
- FUNDAMENTALS OF DIGITAL MAGNETIC.- Tape Units.- Field Engi-  
neering Department.- UNIVAC Data Processing Division  
.- Sperry Rand Corporation.- U.S.A. 1971.
- FUNDAMENTALS OF OPERATIONAL AMPLIFIERS.- Educational Servi-  
ces.- Foxboro.- U.S.A. 1983.
- GENERAL MAGNETIC RECORDING FOR AUDIO.- Ampex Corporation, -  
Magnetic Tape Division.- Ampex Training Department.-  
Redwood City, California, U.S.A.

GUIA DE COMPRAS DICOPEL: 88'-89'.- México 1988.

IDENTIFICACION DEL BILLETE NORTEAMERICANO U.S. DOLAR.- III -  
Encuentro Latinoamericano de Expertos en Seguridad -  
Bancaria; Jurica, Qro..- Banco de México.- México, -  
Noviembre 1979.

MAGNETOFONOS A CASSETTE.- Alta Fidelidad.- Nuevas Tecnolo---  
gias.- Biblioteca de Electrónica/Informática, Vol.8.  
- Orbis, Marcombo.- España 1986.

THE COUNTERFEIT.- Public Information Department.- Federal Re-  
serve Bank of New York.- U.S.A.