

878517

4  
ry

UNIVERSIDAD NUEVO MUNDO

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



**RESGUARDO OPTOELECTRONICO PARA PRENSAS  
AUTOMATICAS**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA INDUSTRIAL  
**P R E S E N T A**  
**JORGE MAYNEZ GALVAN**

DIRECTOR DE TESIS: ING. EMILIO ALBERTO ITURBIDE PALENCIA

MEXICO, D. F.

1991

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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 está 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

	Pag.
INTRODUCCIÓN.	1
I. <u>EL RESGUARDO OPTOELECTRÓNICO EN LA INDUSTRIA.</u>	3
1-1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.	3
1-2. TIPOS DE PRENSAS.	7
A. Prensas mecánicas automáticas.	7
B. Prensas hidráulicas y neumáticas.	10
C. Prensas de percusión.	10
D. Cizallas mecánicas.	11
E. Controles eléctricos de las prensas.	12
1-3. TIPOS DE RESGUARDOS.	13
1-4. REQUERIMIENTOS INDUSTRIALES.	16
A. Planteamiento del problema.	16
B. Solución del problema.	22
II. <u>FUNDAMENTO TEORICO DEL DISEÑO ELECTRONICO.</u>	23
2-1. GENERALIDADES.	23
2-2. CIRCUITOS INTEGRADOS MONOLÍTICOS.	23
A. El transistor metal-oxido semiconductor (MOS).	23
B. Circuitos Integrados empleados en el diseño.	26
2-3. DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS.	29
2-4. DISPOSITIVOS EMISORES DE LUZ.	30
2-5. FUNCIONES LÓGICAS FUNDAMENTALES.	32

	Pag.
III. <u>DISEÑO DEL SISTEMA.</u>	33
3-1. CONSIDERACIONES PREVIAS.	33
3-2. CONTROL Y FUENTE DEL RESGUARDO OPTOELECTRÓNICO.	34
A. Diseño electrónico.	34
B. Diseño lógico.	38
C. Circuitos anexos del control electrónico.	40
D. Diseño del circuito impreso del control.	44
E. Chasis.	48
3-3. RECEPTOR INFRARROJO.	49
A. Generalidades.	49
B. Circuito electrónico.	50
C. Diseño del circuito impreso.	52
D. Chasis y ensamble de componentes.	56
3-4. EMISOR INFRARROJO.	62
A. Circuito electrónico.	62
B. Chasis y ensamble de componentes.	62
IV. <u>INSTALACIÓN DEL SISTEMA.</u>	68
4-1. INSTALACIÓN EN PRENSAS MECÁNICAS AUTOMÁTICAS.	68
A. PRENSA MECÁNICA AUTOMÁTICA BLISS.	68
B. PRENSA MECÁNICA AUTOMÁTICA CLEARING.	75
4-2. INSTALACIÓN EN UNA PRENSA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA.	76
C. PRENSA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA MÜLLER.	76
4-3. ISNTALACIÓN EN UNA PRENSA DE PERCUSIÓN.	80
D. PRENSA DE PERCUSIÓN GAMEI.	80

	Pag.
V. <u>CONCLUSIONES.</u>	81
ANEXO 1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS DE UNA CARA.	83
ANEXO 2. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS DE DOBLE CARA.	84
ANEXO 3. MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS.	85
ANEXO 4. EQUIPO Y HERRAMIENTAS PARA LA FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS.	92

BIBLIOGRAFIA.

NOTAS.

INDICE DE DIAGRAMAS

	Pag.
DIAGRAMA 1. OPERACIONES DE PROCESO.	17
DIAGRAMA 2. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC-14. BLISS.	69
DIAGRAMA 3. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC-14. INSTALACION DEL RESGUARDO.	72
DIAGRAMA 4. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC-20. CLEARING. INSTALACION DEL RESGUARDO.	75
DIAGRAMA 5. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC-01. MÜLLER.	77
DIAGRAMA 6. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC-01. INSTALACION DEL RESGUARDO.	79

	Pag.
<b>V. <u>CONCLUSIONES.</u></b>	81
ANEXO 1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS DE UNA CARA.	83
ANEXO 2. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS DE DOBLE CARA.	84
ANEXO 3. MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS.	85
ANEXO 4. EQUIPO Y HERRAMIENTAS PARA LA FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS.	92

**BIBLIOGRAFIA.**

**NOTAS.**

INDICE DE DIAGRAMAS

	Pag.
DIAGRAMA 1. OPERACIONES DE PROCESO.	17
DIAGRAMA 2. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC-14. BLISS.	69
DIAGRAMA 3. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC-14. INSTALACION DEL RESGUARDO.	72
DIAGRAMA 4. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC-20. CLEARING. INSTALACION DEL RESGUARDO.	75
DIAGRAMA 5. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC-01. MÜLLER.	77
DIAGRAMA 6. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC-01. INSTALACION DEL RESGUARDO.	79

INDICE DE LAMINAS

	Pag.
LAMINA 1. PRENSA MECANICA AUTOMATICA CON BASTIDOR EN "C".	8
LAMINA 2. PRENSA MECANICA AUTOMATICA CON BASTIDOR EN "H".	9
LAMINA 3. PROCESO DE EMBUTIDO PROFUNDO EN CENTROS.	19
LAMINA 4. RESGUARDO DE ENREJADO.	21
LAMINA 5. TECNOLOGIA PLANAR.	24
LAMINA 6. CONFIGURACION INTERNA DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL CMOS TL075-TL072.	27
LAMINA 7. FUENTE Y CONTROL ELECTRONICO.	35
LAMINA 8. CIRCUITOS ANEXOS DEL CONTROL.	42
LAMINA 9. CIRCUITO IMPRESO DE LA FUENTE Y EL CONTROL.	45
LAMINA 10. CIRCUITO IMPRESO DE LA FUENTE Y EL CONTROL.	46
LAMINA 11. CIRCUITO RECEPTOR INFRARROJO.	51
LAMINA 12. CIRCUITO IMPRESO DEL RECEPTOR.	53
LAMINA 13. UBICACION DE PERFORACIONES. MASCARILLA ANTISOLDANTE.	54
LAMINA 14. ENMASCARADO GUIA DE ENSAMBLE COMPONENTES.	55
LAMINA 15. DIMENSIONES DEL RECEPTOR.	57
LAMINA 16. DIMENSIONES DEL RECEPTOR.	59
LAMINA 17. CIRCUITO ELECTRONICO DEL EMISOR INFRARROJO.	63
LAMINA 18. DIMENSIONES DEL EMISOR.	64
LAMINA 19. DIMENSIONES DE EMISOR.	65
LAMINA 20. CABLEADO EN PRENSAS.	74

INDICE DE TABLAS

	Pag.
TABLA 1. CAUSAS DE ACCIDENTES.	3
TABLA 2. ACTOS INSEGUROS Y CAUSAS DE INCAPACIDADES PERMANENTES Y MUERTES, POR INDUSTRIA.	4
TABLA 3. NUMERO DE ACCIDENTES DE TRABAJO POR GRAVEDAD: INCAPACIDADES Y DEFUNCIONES POR GIRO INDUSTRIAL EN 1980.	5
TABLA 4. PROTECCION EN EL PUNTO DE TRABAJO.	14
TABLA 5. FUNCIONES LOGICAS FUNDAMENTALES.	32

## INTRODUCCION

"De todas las máquinas utilizadas en la industria, probablemente no hay ninguna que sea de mayor controversia que las utilizadas para la conformación en frío de metales; a saber, las prensas automáticas y equipo afín. La controversia surge principalmente a causa de los muchos accidentes graves que se producen durante su funcionamiento, particularmente en el punto de trabajo"(1).

En la industria donde se utiliza este tipo de máquinas, el punto de trabajo, es protegido por resguardos y enrejados que muchas veces son construidos por la misma empresa y que, en algunos casos, no logra de una manera eficiente el objetivo de proteger al operador, al ayudante o al personal de mantenimiento contra un posible accidente.

La presente tesis tiene como objetivo la creación de un sistema de resguardo electrónico más seguro, más confiable y con mayor versatilidad en la adaptación de los procesos de conformación, que los resguardos mecánicos convencionales. En el contenido, se muestra un estudio estadístico de las causas e incidencia de los accidentes, las características y funcionamiento de las prensas automáticas, seguido del estudio de gobierno de control de las prensas en general, diseño del sistema optoelectrónico de resguardo, su fabricación a nivel prototipo e instalación.

Aunque únicamente se muestra el resguardo optoelectrónico como sistema de seguridad en prensas para conformación en frío de metales, el sistema puede ser adaptado en muchos tipos de máquinas con igual eficacia y/o con un propósito diferente que el especificado en este trabajo.

## I. EL RESGUARDO OPTOELECTRÓNICO EN LA INDUSTRIA.

### 1-1. JUSTIFICACION DEL PROYECTO.

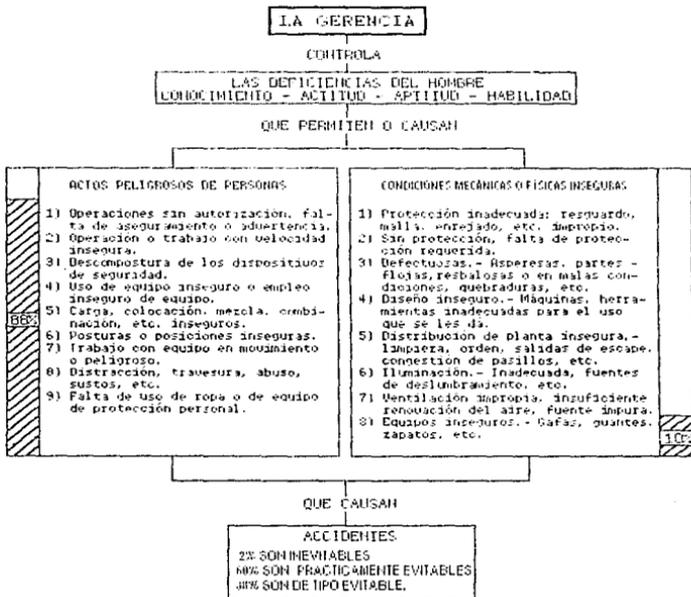
Las máquinas utilizadas para la conformación en frío de metales, representan un riesgo para el operador y el ayudante, así como para el personal de mantenimiento, cuando no se cuenta con un sistema y normas adecuadas de seguridad; ya que los accidentes se deben a muchas y variadas causas que en su mayoría son evitables. La Tabla 1 muestra los porcentajes de las principales causas de accidentes por su origen.

La Tabla 2 muestra la clasificación de las causas y su incidencia, siendo de especial interés la industria de Metal Laminado y Productos Metálicos en México.

Las estadísticas proporcionadas por el CENIET y el IMSS, muestran, como dato más reciente, a las industrias fabricantes de productos metálicos como las más peligrosas (Tabla 3).

En muchas empresas los actos peligrosos de personas y las condiciones mecánicas o físicas inseguras se pueden disminuir adoptando medidas de seguridad apropiadas; en algunas áreas de trabajo donde un accidente solo podría ser de índole fatal, las medidas de seguridad, deberán ser más estrictas, como es particularmente, el caso de los accidentes ocurridos en el punto de trabajo en prensas de la industria de conformación en frío de metales.

TABLA I  
CAUSAS DE ACCIDENTES



ACTOS INSEGUROS Y CAUSAS DE INCAPACIDADES PERMANENTES Y MUERTES . POR INDUSTRIA.

ACTO INSEGURO O CAUSA	TODAS LAS INDUSTRIAS		MAQUINARIA	ACERO	METAL LAMINADO	PRODUCTOS METALICOS	METALES NO FERROSOS	QUIMICA	PAPEL Y PULPER	PRODUCTOS ALIMENT.	SERVICIOS PUBLICOS	CONSTRUC.
	Nº	%										
CAUSAS INSEGUROS												
TOTAL DE CASOS	2,569	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
INNECESARIA EXPOSICION AL PELIGRO	681	27	23	27	24	23	23	25	31	29	23	32
USO IMPROPIO O INSEGURO DEL EQUIPO	382	15	20	15	10	13	12	12	17	6	12	11
TRABAJO EN EQUIPO PELIG. O EN MOVIM.	336	13	13	17	13	13	7	17	14	20	11	10
FALTA DE USO DE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.	245	10	8	9	9	8	8	8	5	6	18	8
ARRANQUE O DETENCION IMPROPIA.	219	8	12	8	7	8	8	9	8	5	8	11
SOBRECARGA; ESTRIBIA DEFICIENTE	180	7	6	8	5	4	6	8	10	5	5	9
MANEJO IMPERMANENTE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD.	138	5	4	2	3	8	4	4	2	4	18	2
OPERACION A VELOCIDAD INSEGURA.	72	3	3	2	2	3	3	3	3	5	2	5
ACTOS NO INSEGUROS	318	12	9	13	15	20	18	14	9	20	10	12
CAUSA PERSONAL												
TOTAL DE CASOS	4,202	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ACTIVO IMPROPIA	2,055	48	51	46	55	49	43	47	45	52	54	43
FALTA DE CONOCIMIENTO O DESTREZA	1,263	30	33	33	25	27	28	28	35	24	24	33
DEFECTOS FISICOS	98	3	1	2	1	2	2	2	3	2	2	4
CAUSAS NO PERSONALES	786	19	15	19	15	22	27	22	16	22	20	20
CAUSAS MECANICAS												
TOTAL DE CASOS	4,202	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
DISPRECCION O PROCESO PELIGROSO	1,459	35	33	42	28	27	36	37	40	31	30	40
PROTECCION INADECUADA	1,052	25	22	22	30	25	22	22	22	26	20	19
AGENTES DEFECTUOSOS	647	15	14	14	15	17	20	17	16	16	16	23
ROPA O EQUIPO INSEGURO	247	6	5	5	7	2	8	5	3	6	8	7
SUPERCARGA, VENTILACION DEFICIENTE	30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
CAUSAS NO MECANICAS	717	18	26	16	20	25	14	18	13	20	15	9
NUMERO DE ACCIDENTES, ACTOS INSEGUROS Y CAUSAS PERSONALES Y MECANICAS	2,569	----	460	213	358	198	378	378	308	195	376	167
	4,202	----	881	417	246	264	285	313	260	231	325	223

ORIGEN: ANALISIS DE LA ASOCIACION MEXICANA DE HIGIENE Y SEGURIDAD, DE REPORTE SUMINISTRADOS POR INDUSTRIAS INDIVIDUALES. LA CLASIFICACION DE CASOS DE MUERTE DE ACUERDO CON EL CODIGO PROPUES TO POR LA ASOCIACION ESTANDARIZADA ASISTENTE. PARA LA COMPIACION DE CAUSAS DE ACCIDENTES DE TRABAJO SE DISPONE DE MAYOR NUMERO DE CAUSAS PORQUE LA COMPIACION SE HIZO POR UN PERIODO DE TIEMPO MAYOR.

\* FIENES DE MEDIO

(MEXICO 1987)

**TABLA 3: NUMERO DE ACCIDENTES DE TRABAJO POR GRAVEDAD:  
INCAPACIDADES Y DEFUNCIIONES POR GIRO INDUSTRIAL EN 1980**

	NUMERO DE ACCIDENTES	NUM. DE INCAPACIDADES		NUMERO DE DEFUNCIIONES
		PERMANENTES TOALES	PERMANENTES PARCIALES	
<b>GIRO INDUSTRIAL</b>				
Explotación y beneficio de minerales no metálicos.	18, 275	7, 041	2, 235	5, 482
Explotación y beneficio de minerales metálicos.	3, 272	1, 760	---	1, 145
Fabricación de productos metálicos.	82, 890		17, 166	12, 897
Fabricación de productos alimenticios.	53, 444	6, 044	6, 365	9, 005
Fabricación de sustancias y productos químicos.	33, 445	---	---	4, 163
<p>Por incapacidades permanentes totales entendemos la pérdida total de alguno de los miembros. Como incapacidades permanentes parciales, la pérdida de una parte de los miembros, por ejemplo: los dedos de la mano, un ojo, etc. En suma son mutilados.</p>				

Fuente: IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social)  
CENET (Centro Nacional de Información y Estadística del Trabajo)

Para evitar este tipo de accidentes, se utilizan generalmente como dispositivos de seguridad, dos o cuatro botones conmutadores normalmente abiertos para el accionamiento de la prensa, conectados en serie, según se trate de uno o dos operadores respectivamente, con el objeto de que el(los) operador(es) tenga(n) ambas manos en un lugar seguro cuando el carro de la prensa baje. También se utilizan resguardos mecánicos o enrejados, cuya función es evitar que el operador sufra un accidente cuando se efectúa la acción de prensado.

Pero estas medidas no siempre son adecuadas en algunos casos, particularmente en prensas automáticas, por el tipo de proceso; por el tipo y tamaño de la prensa; y por la forma como se coloca, se ajusta y se da mantenimiento a la herramienta de conformación dentro de la prensa. Por este motivo surge la necesidad de adaptar sistemas de seguridad más sofisticados, que ofrezcan igual o mayor seguridad que los resguardos de enrejado y mayor versatilidad en la adaptación a los procesos de prensado, colocación, mantenimiento y ajuste de la herramienta.

El sistema de resguardo optoelectrónico propuesto en el presente trabajo supera a los enrejados convencionales en los siguientes aspectos:

- \* Seguridad para el operador y el ayudante si lo hay.
- \* Seguridad para el personal de mantenimiento.
- \* Versatilidad en la adaptación al proceso.
- \* Versatilidad en la colocación y ajuste del herramental.
- \* Menor costo de adquisición.
- \* Puede ser fabricado por la misma empresa.
- \* El mantenimiento del sistema lo realiza el personal de la empresa.
- \* En caso de falla o mal funcionamiento, el sistema se desconecta con facilidad sin afectar la producción, sobre todo si esta es en serie.

## 1-2. TIPOS DE PRENSAS.

La forma más fácil y común de crear un objeto útil a partir de una plancha de metal es conformarlo en frío en uno o varios grupos de máquinas denominadas prensas automáticas. Tales máquinas consisten generalmente en un armazón dentro del cual se halla en movimiento alternativo un pistón o carro impulsado, formando ángulo recto con una bancada fija. Unido al carro y a la bancada fija existen matrices casantes (herramienta) que cortan o conforman el material, colocado entre ellas, cuando el carro aplica la tremenda presión para cerrarlas. "Esta acción de cierre de las matrices entraña peligros particulares para el operador"(2).

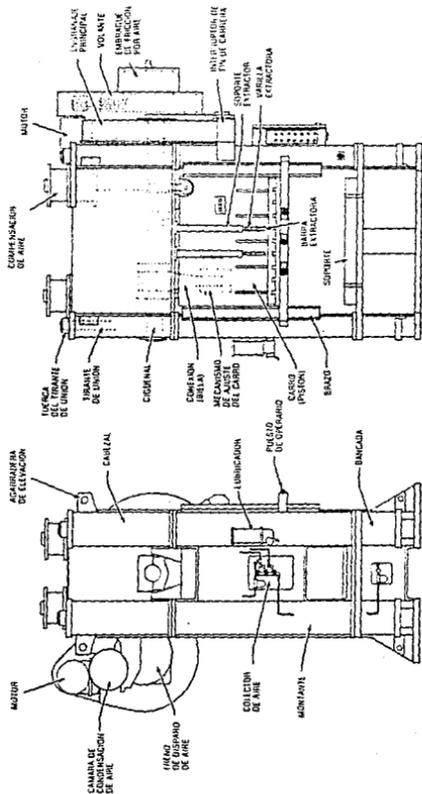
### A. Prensas mecánicas automáticas.

"Las prensas mecánicas automáticas son de dos tipos básicos de fabricación, con variaciones características: el bastidor en C (lámina 1), que es como una <C>, y el bastidor lateral recto (lámina 2), que es como una H. El bastidor en C es el más común; generalmente más liviano, tiene una menor capacidad de tonelaje y se utiliza mucho para la producción de piezas de tamaño pequeño a mediano"(3). El bastidor lateral recto se utiliza para la conformación de piezas medianas o grandes, tiene una mayor capacidad de tonelaje y requiere de dos operadores, uno para colocar la pieza en las matrices (operador) y otro para retirarla después de ser conformada o cortada (ayudante).

Al ser accionada la prensa por el operador, se abre la válvula solenoide dejando pasar aire a presión al embrague de fricción. La fuerza del motor es transferida por un tren de engranes y bandas al cigüeñal, el cual, unido al carro, transforma el movimiento rotatorio en movimiento lineal.



Lámina 2. Prensa mecánica automática con bastidor en "H".



"Embragues: La mayoría de las prensas mecánicas automáticas son activadas por un sistema de embrague y freno que acopla el cigüeñal al pesado volante y de esta forma se realiza el ciclo de prensado.

El embrague que no puede soltarse durante el ciclo se denomina embrague de revolución completa .

El sistema de embrague y freno que puede liberarse en cualquier punto del ciclo se conoce como embrague de revolución parcial . La prensa dotada de este sistema y equipada con otras medidas de protección necesarias, resulta generalmente más segura de manejar, a causa de su facultad de arrancar y parar"(4).

#### B. Prensas hidráulicas y neumáticas.

Las prensas de accionamiento hidráulica y neumático tienen las mismas características de trabajo que las prensas mecánicas de embrague de revolución parcial. Cada una de ellas es accionada por un tren de engranes que puede iniciarse o detenerse con sólo suministrar la alimentación de energía. La función es la misma que el de las prensas mecánicas automáticas, la diferencia consiste en la utilización de presión hidráulica o neumática para imprimir mayor fuerza al carro o pistón.

#### C. Prensas de percusión.

Las prensas de este tipo son de bastidor lateral recto (lamina 2), también se les denomina prensas de tornillo, puesto que cuenta con un tornillo vertical de grandes dimensiones.

La acción de subir o bajar el carro es provocada al girar el tornillo, cuya respectiva tuerca es el mismo carro. En la parte superior del tornillo, está unido un disco horizontal o plato. Este plato gira por la acción de otros dos discos paralelos colocados verticalmente y que están unidos en su porción central a un embrague giratorio en forma de eje. Estos discos, a su vez, están colocados a uno y otro lado del plato sin tocarlo en ángulo de 90 grados.

Quando se aplica presión neumática en la 1ª dirección del tornillo (bajar), el embrague se mueve y el disco de 1ª dirección toca al plato; ejerciendo así presión sobre éste por la acción del embrague y provocando que el tornillo gire y baje el carro.

Al cambiar la dirección del embrague, 2ª dirección (subir), el 2º disco del embrague toca al plato y se efectúa la operación contraria.

El cambio de dirección del carro se realiza mediante la activación y desactivación de microswitches que son accionados por el carro al subir y bajar en forma mecánica.

#### D. Cizallas mecánicas.

Otra categoría de prensas para la conformación en frío de metales es la constituida por las cizallas. Pueden ser con accionamiento por freno/embrague de revolución completa o parcial, como cizallas mecánicas y también con accionamiento neumático o hidráulico. Su único fin es cortar metal.

E. Controles eléctricos de las prensas.

Los sistemas típicos de control de prensas, bien sean del tipo de control por freno/embrague de fricción neumático, o mediante un dispositivo eléctrico para accionamiento de un embrague (mecánico) de revolución completa proporcionan como requerimiento mínimo:

- "1. Un interruptor de desconexión principal o disyuntor para aislar la máquina de la corriente.
2. Arrancadores para todos los motores, incluyendo accionamiento principal, ajuste del carro, inclinación, lubricación y motores auxiliares.
3. Un transformador para reducir la tensión de línea a un valor que no exceda de 120 voltios para los circuitos de control, controles del operario, relés y solenoides.
4. Relés de control para los embragues, frenos, purga de aire y dispositivos auxiliares.
5. Controles del operario, freno del volante, disyuntores de seguridad giratorios, interruptores de presión de aire para el embrague y el freno, compensaciones y otros elementos de control.
6. Válvulas de aire para embrague, freno de volante, purga de aire y dispositivos auxiliares".(5)

1-3. TIPOS DE RESGUARDOS .

Un resguardo es cualquier medio para evitar en forma efectiva que el personal entre en contacto con las piezas en movimiento de la maquinaria o de equipo que pudieran ocasionar lesiones físicas. En prensas mecánicas nos referimos a las barreras diseñadas para proteger el punto de trabajo.

Los resguardos constituidos por barreras físicas fijas que se montan en una máquina, para evitar el acceso a las piezas en movimiento, reciben el nombre de cerramientos.

La Tabla 4 muestra los tipos de resguardos, su función, sus ventajas y limitaciones así como las máquinas en que se utilizan.

TABLA 4. PROTECCION EN EL PUNTO DE TRABAJO

TIPO DE RESGUARDO	ACCION DEL RESGUARDO	VENTAJAS	LIMITACIONES	MAQUINAS TIPICAS EN QUE SE UTILIZA
<b>CERRAMIENTOS O BARRERAS</b>				
Cerramiento completo de fijación simple	Barrera o cerramiento que permite el paso de material para uno o de las manos a la zona de peligro a causa de la abertura de alimentación.	Proporciona un completo cerramiento y se mantiene en posición. Dela libras ambas manos. Fácil de instalar. No interfiere la producción. Puede combinarse con alimentación automática o semiautomática.	Limitado a operaciones específicas. Puede precisar herramientas especiales para quitar el material atascado. Puede dificultar la visibilidad.	Cortadoras de pan en rodillos. Presas de estampar en seco. Sujetadores para metal. Picadoras de carne. Puntos de contacto de rodillos.
Cerramientos de advertencia (generalmente ajustables al material que se alimenta).	La barrera o cerramiento permite la entrada de la mano del operario pero la advierte antes de llegar a la zona de peligro.	Proporciona seguridad en máquinas del tipo de resguardar. Es ajustable no perturba la producción. Fácil de instalar. Permite la entrada de diversos tamaños de material.	Los manos pueden penetrar en la zona de peligro. Peligro de que el operario no silice siempre el resguardo. Frecuentes ajustes y un cuidadoso mantenimiento.	Serras de banda y circulares. Cortadoras de tela. Bompedoras de masa. Trituradoras de hielo. Máquinas de ramra. Raspadoras de cuero. Machacadoras de resaca. Cepillos para madera.
Barreras con contacto eléctrico o tope mecánico que active el freno mecánico o eléctrico.	La barrera detiene rápidamente la máquina e impide la rotación de una presión periférica cuando cualquier parte del cuerpo del operario hace contacto con ésta o se aproxima a la zona de peligro.	Proporciona seguridad en máquinas del tipo de resguardar. No perturba la producción.	Precisa un cuidadoso ajuste y mantenimiento. Favilidad de sufrir lesiones menores antes de que actúe el resguardo. El operario puede neutralizar el resguardo.	Calandría. Bompedoras de masa. Prensas de planchas de rodillo plano. Sujetadores de esquinas de cinta de papel. Presas automáticas. Molinos de caucho.
Cerramiento con enclavamiento mecánico o eléctrico.	El cerramiento o la barrera detiene la energía e impide que se ponga en marcha la máquina cuando está abierta el resguardo, evitando abrir el resguardo mientras la máquina está activada o continúa girando por efecto de la inercia.	No perturba la producción. Dela libras las manos. El accionamiento del resguardo es automático. Proporciona un cerramiento completo y positivo.	Precisa un cuidadoso ajuste y mantenimiento. El operario puede neutralizar el resguardo. No precisa en caso de repetición mecánica.	Motivadoras y rompedoras de masa. Tambor destrenador de fardillos. Extrectores, seradores y tambores giratorios de la vanderfas. Rebobinadoras de alambre.
<b>ALIMENTACION AUTOMATICA O SEMIAUTOMATICA</b>				
Carga no manual o parcialmente manual del mecanismo de carga, estando cerrado el punto de trabajo.	Material alimentado mediante rampas, folyas, transportadores móviles móviles, etc.	Generalmente aumenta la producción. El cerramiento no permite la penetración de ninguna parte del cuerpo del operario.	Excesivo costo de instalación para tiradas cortas. Precisa de un mantenimiento especializado. No es adaptable a las variaciones del material.	Máquinas de pastafleas y confitarías. Serras circulares. Prensas automáticas. Batanes textiles. Cepilladoras para madera.
<b>DISPOSITIVOS PARA RETIRADA A MANO</b>				
Retenedores de manos.	Una barra fija y correa con accesorios de mano que, cuando se usa y se ajusta, no permite que el operario llegue al interior del punto de trabajo.	El operario no puede colocar las manos en zona peligrosa. Permite un avance máximo con las manos. Se utiliza en máquinas de mayor velocidad. No interfiere la alimentación de una diversidad de materiales. Fácil de instalar.	Precisa de frecuente inspección, mantenimiento y ajuste para cada operario. Limita el movimiento del operario. Puede obstaculizar el espacio de trabajo del operario.	Prensas de estampar en seco. Prensas automáticas.
Dispositivo sujetador de las manos.	Un accesorio articulado por cables en el codo, unido a las manos o brazos del operario para retener las manos hasta automáticamente si permanece en la zona de peligro.	Actúa incluso en caso de repetición. Permite una alimentación máxima manual. Puede utilizarse en máquinas de mayores velocidades. Fácil de instalar.	Ajusta y mantenimiento extraordinario. Frecuentes inspecciones. Limita los movimientos del operario. Puede resultar peligroso. Obstaculiza el espacio.	Prensas de estampar en seco. Prensas automáticas.

**TABLA 4 (CONT.) PROTECCIÓN EN EL PUNTO DE TRABAJO**

TIPO DE RESGUARDO	ACCION DEL RESGUARDO	VENTAJAS	LIMITACIONES	MAQUINAS TÍPICAS EN QUE SE UTILIZA
<b>DISPARADORES DE DOS MANOS</b>				
Eléctricas.	La presión simultánea de las dos manos sobre botones conmutadores en serie, acciona la máquina.	Puede adaptarse al manejo múltiple. Manos del operario fuera de la zona de peligro. No obstaculiza la alimentación manual. No precisa de ajuste. Puede equiparse con centros de ajuste. Los remotes de presión continúan para permitir el avance intermitente. Es de fácil instalación.	El operario puede intentar alcanzar la zona de peligro después de disparar la máquina. No protege contra la distracción mecánica a menos que se empleen bloqueos o topes. Algunos disparadores pueden neutralizarse sujetando con el brazo, bloqueando o manteniendo pulsado un botón, permitiendo el accionamiento con una sola mano.	Meculadoras de masa. Prensas de estampado en masa. Prensas de planchar. Prensas automáticas. Tambores giratorios de lavanderías. Cortadoras de papel.
Mecánicas	La presión simultánea de las dos manos sobre válvulas de control de aire, palancas mecánicas, mandos con enclavamiento para control de aire, o la retirada de bloques o tapetes móviles permite el manejo normal de la máquina.			
<b>VARIOS</b>				
Recorrido limitado del carro.	El recorrido del carro está limitado a 6,35mm o menos.	No puede penetrar los dedos entre los puntos de presión. Proporciona una protección positiva. No precisa de mantenimiento ni de ajuste.	La pequeña abertura limita el tamaño del material.	Prensas automáticas de alfileres. Prensas automáticas.
Ojo electrónico.	El haz de ojo electrónico y el freno detienen rápidamente la máquina o evita que arranque si las manos están en la zona de peligro.	No interfiere la alimentación o producción normales. No ocasiona obstrucción en la máquina o alrededor del operador.	Instalación cara. Su empleo está limitado a máquinas lentas con embragues de fricción u otros medios de frenado durante el ciclo de trabajo. Puede neutralizarse.	Prensas de estampado en masa. Prensas automáticas. Cilindros metálicos. Molinos de caucho.
Herramientas o empuñaduras especiales en estampas.	Tenazas largas, elevadoras de varic, o sujetadores de estampas manuales que evitan la necesidad de que el operario ponga su mano en la zona de peligro.	Económico y adaptable a distintos tipos de material. A veces aumenta la protección de otros resguardos.	El operario debe mantener sus manos fuera de la zona de peligro. Precisa estrecha supervisión y buena formación para los trabajadores.	Bompedoras de masa. Estampado de cuero. Martillos de forja. Prensas automáticas.
Dispositivos alimentadores o plantillas especiales	Dispositivos alimentadores manuales de metal o de madera que mantienen las manos del operario a una distancia segura de la zona de peligro.	Pueden acelerar la producción, además de proteger las máquinas. Es generalmente económica para trabajos largos.	La máquina propiamente dicha no está resguardada. El funcionamiento seguro depende del uso correcto del dispositivo. Precisa un buen adiestramiento de los trabajadores y una estrecha supervisión.	Sierras circulares. Bompedoras de masa. Rasuradoras. Picadoras de carne. Cortadoras de papel. Prensas automáticas. Prensas taladradoras.

FUENTE: Manual de Prevención de Accidentes para Operaciones Industriales.  
Editorial Intapre. Avenida Baviera, 10 Madrid - 28. 1978.  
National Safety Council.

1-4. REQUERIMIENTOS INDUSTRIALES.

Actualmente las empresas en las cuales se utilizan prensas automáticas con una capacidad superior a 100 toneladas para la conformación en frío de metales, prefieren los resguardos electrónicos por ofrecer mayores ventajas que los resguardos de enrejado convencionales.

Para evidenciar lo expuesto, tomamos el caso de una empresa en particular en la cual se hizo el estudio de los requerimientos de protección para el punto de trabajo en este tipo de prensas.

A. Planteamiento del problema.

Kelsey Hayes de México, es la principal empresa fabricante de rines automotrices de México; con tres turnos de trabajo y una capacidad instalada que trabaja al 60%, logra una producción diaria que oscila entre 4500 a 7000 ruedas de acero terminadas.

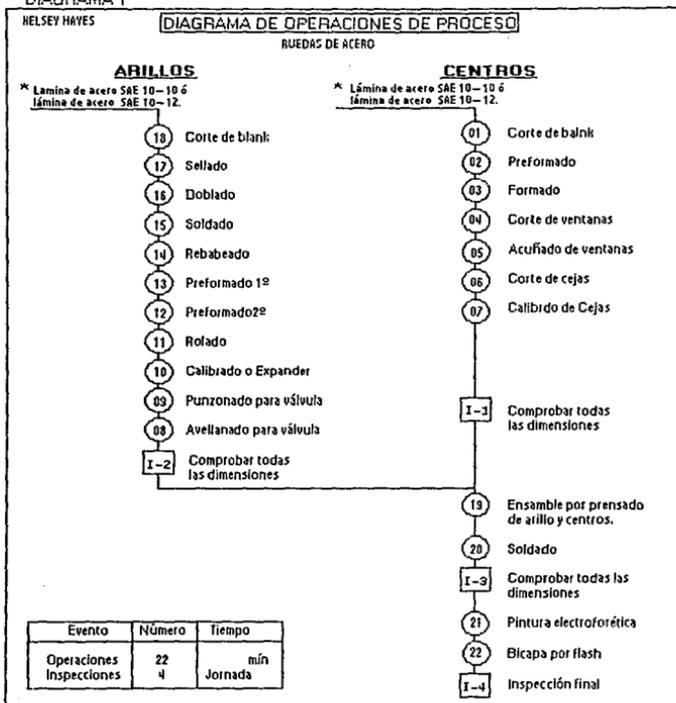
El proceso de fabricación de las ruedas de acero (rines de acero para automóviles) se muestra en el diagrama 1.

El área de centros, cuenta con 12 prensas distribuidas, para una producción en línea, de la siguiente manera:

De sur a norte:

OC 1	OC 12
OC 15	OC 18
OC 19	OC 20
OC 8	OC 21
OC 7	OC 22
OC 13	OC 14

DIAGRAMA 1



\* GROSOR DE LA LÁMINA.

Pulg	mm
.098	2,50
.118	3,00
.125	3,17
.167	4,24
.250	6,35

Con las siguientes características para cada prensa:

<u>CLASIFICACION</u>	<u>MARCA</u>	<u>TIPO</u>	<u>TONELAJE Tons - MN<sub>new</sub></u>
OC - 1	MÖLLER	HDRAULICA	315 Tons - 2.9 MN
OC - 7	BUSS	MECANICA	290 Tons - 2.66 MN
OC - 8	BUSS	MECANICA	250 Tons - 2.3 MN
OC - 12	CLEVELAND	MECANICA	135 Tons - 1.24 MN
OC - 14	BUSS	MECANICA	525 Tons - 4.8 MN
OC - 15	BUSS	MECANICA	1000 Tons - 9.2 MN
OC - 18	GAMEI	PERCUSION	1000 Tons - 9.2 MN
OC - 19	GAMEI	PERCUSION	400 Tons - 3.66 MN
OC - 20	CLEARING	MECANICA	800 Tons - 7.3 MN
OC - 21	CLEARING	MECANICA	800 Tons - 7.3 MN
OC - 22	CLEARING	MECANICA	800 Tons - 7.3 MN

Los requerimientos para un proceso de embutido profundo, necesario para la fabricación de centros se muestra en la lámina 3.

Kelsey Hayes cuenta con resguardos mecánicos móviles en cada prensa, que consisten en varillas de acero eslabonadas y encadenadas entre sí que, montadas sobre dos ejes laterales, forman un enrejado. Cuando el carro o pistón de la prensa baja, el enrejado sube mediante la acción de cables de acero que unen al pistón de la prensa con el enrejado, usando como ejes, poleas fijadas en la estructura de la prensa.

Algunos de estos resguardos, fabricados por la misma empresa, no ofrecen plena seguridad tanto para el operador como para el ayudante, y restringen el area para las maniobras de cambio de herramientas de las prensas así como para su ajuste.

**LAMINA 3. PROCESO DE EMBUTIDO PROFUNDO EN CENTROS.**

	
PROCESO ACTUAL DE CENTROS (ESTAMPADO)	
	BLANK
 —	PREFORMADO
 —	FORMADO TOTAL
 —	BIRLOS
 =	VENTANAS
 =	CORTE DE CEJAS

LOS REQUERIMIENTOS PARA UN PROCESO DE EMBUTIDO PROFUNDO SON:

<u>OPERACION</u>	<u>TONELAJE DE MAQUINA</u>
BLANK	500
PREFORMADO	250
FORMADO	500
CORTE DE VENTANAS	800
ACUÑADO DE VENTANAS	800
CORTE DE CEJAS	800
CALIBRADO	550

La lámina 4 muestra el funcionamiento de los resguardos de enrejado al subir y bajar el carro de la prensa.

A continuación se muestran algunos inconvenientes que representan estos resguardos con sus respectivas causas:

- 1) Algunas varillas de los resguardos presentan deformaciones sin ofrecer protección alguna.

Causa:

Al ser golpeadas por el montacargas, en la acción de montar o desmontar la herramienta de conformación en la prensa.

Dobladas deliberadamente por los operadores.  
Dobladas al ser utilizadas como punto de apoyo al ajustar la herramienta de conformación.

- 2) Algunos resguardos dificultan al motacargas el montaje o desmontaje de la herramienta en la prensa.

Causa:

Restringen el área de maniobra del montacargas.

- 3) Algunos resguardos pueden neutralizarse.

Causa:

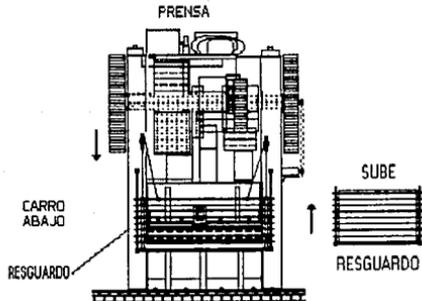
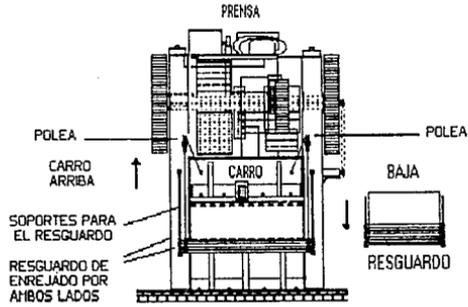
El operador puede inutilizar el resguardo, amarrando el enrejado e inmovilizándolo en un nivel superior.

- 4) No ofrece protección para el personal de mantenimiento que no observe medidas de seguridad apropiadas.

Causa:

Al efectuar trabajos de reparación en el punto de trabajo.

**LAMINA 4. RESGUARDO DE ENREJADO.**



B. Solución del problema.

Al realizarse un estudio de los requerimientos de funcionalidad y seguridad en las prensas de la empresa mencionada, se llegó a la conclusión de que es necesaria la instalación de resguardos optoelectrónicos que cumplan con los siguientes requisitos, en orden prioritario:

- 1.-Que ofresca una máxima seguridad para el operador, el ayudante, así como para el personal de mantenimiento de la prensa.
- 2.-Que no restrinja el area de tabajo del operador y el ayudante.
- 3.-Que tenga un bajo costo el sistema, así como su instalación y manutención.
- 4.-Fácil de instalar y adaptable a los más variados sistemas de control.
- 5.-Que sea de fácil mantenimiento y que requiera el mínimo de este.
- 6.-Que permita libremente montar o desmontar la herramienta de conformación.
- 7.-Que ofresca un control de gobierno seguro y rápido sobre los dispositivos de frenado o elevación del carro de la prensa.
- 8.-Que permita monitorear su funcionamiento a simple vista.
- 9.-Que permita versatilidad en los procesos de fabricación; por ejemplo, que el resguardo únicamente actúe cuando el carro baje, pero no cuando sube; que actúe durante todo el ciclo; que se adapte al selector MANUAL-AUTO del tablero de la prensa para su desactivación y activación automática.
- 10.-Que sea facilmente activado o desactivado por el supervisor en turno, mediante una llave.
- 11.-Que en caso de mal funcionamiento del resguardo, permanezca la prensa inoperable; siendo necesaria la desconexión del sistema por el supervisor, para que la prensa entre en operación nuevamente sin interrumpir la producción y el sistema sea reportado para su reparación o ajuste.

## II. FUNDAMENTO TEORICO DEL DISEÑO ELECTRONICO.

### 2-1. GENERALIDADES .

El diseño lógico del resguardo optoelectrónico, está basado en la lógica y tecnología CMOS (Complementary Metal-Oxyde-Semiconductor) y en el funcionamiento de los dispositivos fotovoltaicos. Por lo que será necesario, explicar y definir algunos conceptos para poder entender su funcionamiento.

### 2-2. CIRCUITOS INTEGRADOS MONOLITICOS.

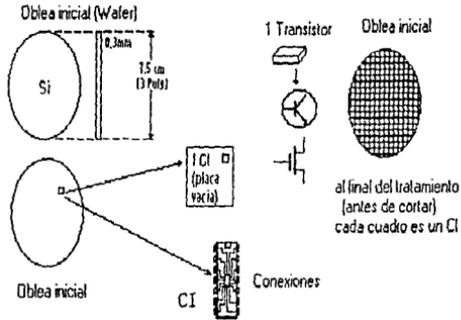
Los circuitos integrados monolíticos de tecnología planar, se componen de un único cristal de silicio, en el cual, después de haberlo sometido a diferentes operaciones consecutivas (oxidación, enmascarado, ataque químico, etc.), se producen elementos activos o pasivos que componen un circuito de características determinadas.

La fabricación de transistores, según el procedimiento planar, se efectúa a partir de obleas de silicio (Lámina 5-A). Los transistores así obtenidos se reparten en dos categorías: los bipolares y los unipolares. Los transistores bipolares son los conocidos canal PNP y NPN. Los unipolares son los transistores de efecto de campo FET.

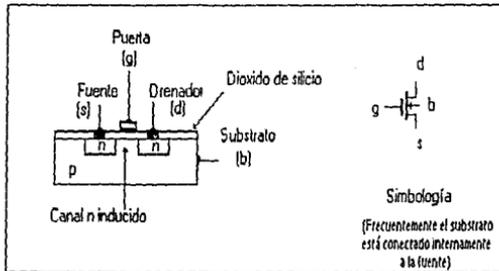
#### A. El transistor metal-oxido-semiconductor (MOS).

"Los transistores de efecto de campo FET (Field Effect Transistor) son los llamados unipolares porque la conducción se efectúa a través de un sólo tipo de portador: P para los PMOS o N para los NMOS. Los electrodos son: el surtidor o fuente (source), el drenador (drain), y el electrodo de control, graduador o puerta (gate). Los FET más conocidos y difundidos son actualmente los MOS (Metal-Oxyde-Semiconductor)".(6)

**LAMINA 5. TECNOLOGIA PLANAR.**



A. DE LA OBLEA DE SILICIO INICIAL AL CIRCUITO INTEGRADO.



B. EL TRANSISTOR METAL-ÓXIDO-SEMICONDUCTOR (MOS).

El material tipo N es el más utilizado porque sus portadores tienen una movilidad más alta que los de tipo-P (los electrones tienen una masa considerablemente menor que los huecos y se aceleran más rápidamente). Este tipo de transistores es el denominado de canal N (Lámina 5-B).

Para una tensión dada entre el drenador y la fuente (VDS), la resistencia del FET se incrementa cuando aumenta el potencial negativo VGS y por tanto, ID disminuye. Así, al igual que el transistor bipolar, una pequeña tensión, domina una corriente relativamente grande, con la diferencia de que el control en el FET es por aplicación de un campo eléctrico, cuyo establecimiento requiere corrientes en extremo bajas, siendo la resistencia de entrada a la puerta muy alta (del orden de los mega-ohms).

Basado en una ampliación del principio del FET, consistente en aislar la puerta respecto al canal, se obtienen, así, impedancias de entrada aún mayores (del orden de miles de megahomios). Se le llama transistor de efecto de campo con puerta aislada (IGFET), pero más comúnmente, transistor de meta-óxido-semiconductor (MOST).

"Los CMOS (MOS complementarios), utilizan también polaridades contrarias, donde un transistor de canal tipo N se empareja con uno de canal tipo P para conseguir facilidades especiales en los circuitos de conmutación, como son: mayor velocidad, bajo consumo, inmunidad al ruido y bajo costo, además de poder trabajar en un amplio margen de temperatura".(7)

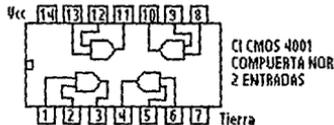
B. Circuitos integrados empleados en el diseño.

Entre la amplia gama de circuitos integrados, están aquellos que emplean la tecnología de los transistores bipolares y la de los unipolares en el mismo circuito, como es el caso del amplificador operacional TL075, cuya impedancia de entrada es muy alta (circuitos MOS) y hay una gran ganancia en la salida (Lámina 5).

Los circuitos integrados CMOS de la serie 4000 utilizados en este proyecto son: 4001, 4023 y 4082.

4001  
ORGANO NOR CUADRUPLE, CON DOS ENTRADAS POR SECCIÓN.

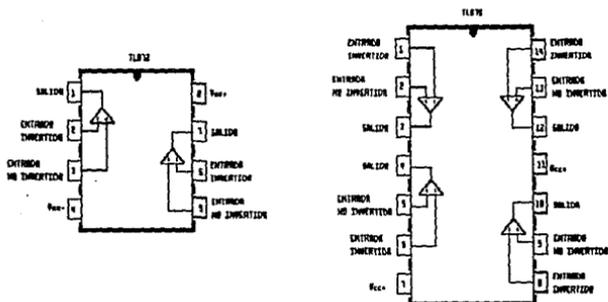
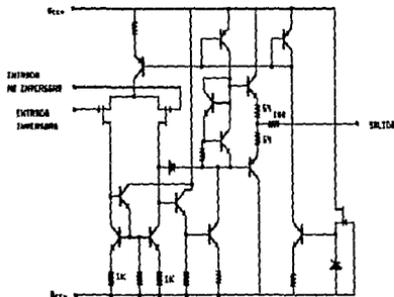
"El CMOS 4001 es un circuito integrado sobre un chip monolítico de silicio. Está compuesto por ocho transistores MOS de canal <n> y otros ocho de canal <p>, conectados entre sí como cuatro organos NOR complementarios-simétricos independientes, con dos entradas cada uno".(8)



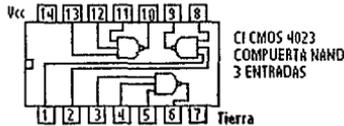
4023  
ORGANO NAND TRIPLE, CON TRES ENTRADAS POR SECCIÓN.

"El circuito integrado CMOS 4023 consiste en un chip monolítico de silicio compuesto de 9 canales <n> y 9 <p>,"

LAMINA 6.  
**CONFIGURACION INTERNA DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL CMOS TL072-TL072**

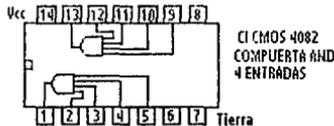


que forman tres transistores MOS conectados a tres disposiciones complementarias-simétricas (tres organos NAND independientes de tres entradas cada uno)". (9)



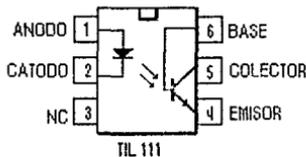
4082  
ORGANO AND DOBLE CON CUATRO ENTRADAS POR SECCIÓN.

El circuito integrado CMOS 4082 consiste en un chip monolítico de silicio compuesto de 8 canales <n> y 8 <p>, que forman dos transistores MOS conectados a dos disposiciones complementarias-simétricas (dos organos AND independientes de cuatro entradas cada uno).



OPTOACOPLADOR TIL111.

El circuito integrado TIL111 está compuesto por un diodo LED infrarrojo de CdAr y un fototransistor npn de silicio dentro de un encapsulado DIL.

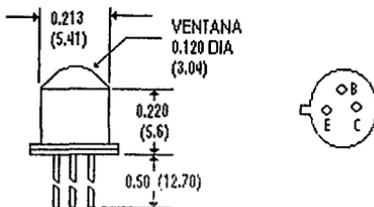


### 2-3. DISPOSITIVOS FOTOVOLTÁICOS.

"Las células solares, los fotodiodos y los fototransistores, pertenecen a la clase de dispositivos denominados fotovoltaicos".(10)

Cuando la energía luminosa incide sobre un dispositivo fotovoltaico, se genera una f.e.m. (fuerza electro motriz) entre sus terminales. Se genera energía eléctrica, en contraste con un fotoconductor o fotocelda (resistencia fotosensible de sulfuro de cadmio), que simplemente experimenta un cambio en la resistencia eléctrica y cuya frecuencia de trabajo es inferior a 1kHz, mientras que los dispositivos fotovoltaicos, como los transistores, pueden trabajar a frecuencias de más de 100kHz.

Un fototransistor, está construido por una placa de silicio tipo P, sobre cuya superficie se crea, por difusión gaseosa, una capa delgada tipo N. Así se constituye una unión N-P, como en un diodo semiconductor ordinario, y se forma una zona de agotamiento (depleción) a uno y otro lado de la unión, creandose un campo eléctrico a lo largo de la zona de depleción, con una diferencia de potencial. A diferencia de los transistores comunes, el fototransistor cuenta con una ventana o lente en su encapsulado, por donde entra la luz.



DIMENSIONES DEL FOTOTRANSISTOR TIL 81

Si la luz incide, através de la ventana, sobre la zona de agotamiento (material tipo N) y, siendo esta la base, los electrónes se estimulan, creandose pares electrón-hueco. Por lo tanto, la corriente de base del fototransistor, es directamente proporcional a la intensidad luminosa que incide sobre la zona de agotamiento.

El dispositivo fotovoltaico más apropiado para el resguardo optoelectrónico es el fototransistor, por su amplio espectro de recepción luminosa y alta velocidad de respuesta. El fototransistor TIL 81 será el utilizado en este proyecto, por tener polaridad NPN, grán sensibilidad a la luz y velocidad de respuesta de 300 kHz. Además, el encapsulado es adecuado par el diseño que se expondrá más adelante. Sus características son:

**FOTOTRANSISTOR TIL 81.**

CONDICIONES LIMITES					CARACTERISTICAS OPTICAS					
DISPOSITIVO DISCAPADOR Pt mW	COLECTOR CORRIENTE CONTINUA Ic mA	VOLTAJE DE RUPTURA			SENSI- BILIDAD MINIMA A/mW/ cm <sup>2</sup>	RETRASO Td S	TIEMPO DE RESPUESTA			FRECUEN- CIA DE RESPUES- TA. kHz
		COLECTOR A BASE Vcbo V	COLECTOR A EMISOR Vceo V	EMISOR A BASE Vebo V			RISO	CAIDA	CORRIENTE OBSCURA Iceo nA	
200	40	80	30	7	500	1.2	2	2	20	300

(11)

**2-4. DISPOSITIVOS EMISORES DE LUZ.**

Existen diversas formas de emitir luz. Entre las que destacan, para el fin deseado: luz incandescente, luz fluorecente y luz infrarroja. De entre las tres fuentes luminosas mencionadas, la más conveniente es la infrarroja, puesto que acepta menor interferencia en la recepción si se utiliza algun filtro cromático, que transmita la longitud de onda infrarroja (entre 7.7x10cm y 4x10cm) y absorba la mayor parte de las longitudes de onda de la luz visible. La luz

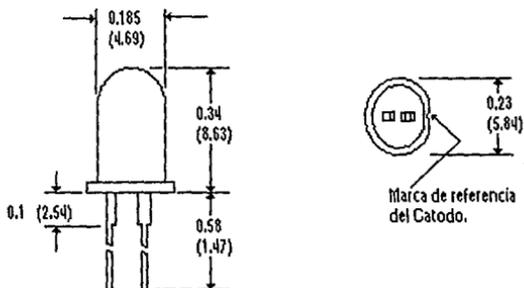
infrarroja se produce, electrónicamente, mediante diodos emisores de luz de estado sólido LED (Ligth Emiter Diode), fabricados con arsenuro de cadmio (CdAr), son inmunes a la vibración, tienen una larga vida, y son económicos.

El LED infrarrojo utilizado para el presente proyecto es el TIL38. Cuyas características y dimensiones son:

**DIDO EMISOR INFRARROJO TIL 38.**

CONDICIONES LIMITES			CARACTERISTICAS OPTICAS						
DISPOSITIVO	CORRIENTE CONTINUA	PICO	VOLTAJE INVERSO	MINIMO PODER DE RADIACION EXTERNA	LONGITUD DE ONDA EMITIDA	MAXIMO VOLTAJE DIRECTO	TIEMPO DE RESPUESTA	CORRIENTE INVERSA	
Pt mW	If mA	Ifsm A	Vr V	Po mW	p nm	Vfm V	ns	Ir A	
150	100	1	3	1	940	1.8	500	10	

(12)



**DIMENSIONES DE LED INFRARROJO TIL 38.**  
<PULGADAS (MILIMETROS)>

2-5. FUNCIONES LÓGICAS FUNDAMENTALES.

Los circuitos que realizan funciones lógicas se denominan compuertas. Las compuertas fundamentales son: Y (AND), O (OR), NO-Y (NAND), NO-O (NOR) y O EXCLUSIVO. Los símbolos propuestos por la American Standar Association (norma USA), son los utilizados en el presente trabajo:

Tabla 5.

FUNCION	SIMBOLO	ECUACION
Y (AND)		$X = AB$
O (OR)		$X = A + B$
NO-Y (NAND)		$X = \overline{AB}$
NO-O (NOR)		$X = \overline{A + B}$
O EXCLUSIVO		$X = A\overline{B} + \overline{A}B$
INVERSOR		$X = \overline{A}$

FUNCIONES LÓGICAS FUNDAMENTALES .(13)

### III. DISEÑO DEL SISTEMA.

#### 3-1. CONSIDERACIONES PREVIAS.

Para la selección de componentes electrónicos se tomaron los siguientes puntos como base:

- a.- Circuitos de fácil adquisición en el mercado.
- b.- Alta inmunidad al ruido.
- c.- Bajo consumo de corriente.
- d.- Bajo costo.
- e.- Alta densidad de integración.
- f.- Alta calidad y durabilidad de los componentes.
- g.- Alta velocidad de respuesta.
- h.- Que opere en un margen amplio de temperatura - (0 a +75°C, aproximadamente).

Los circuitos integrados CMOS (serie 4000B) cumplen con todos los requisitos citados, por esta razón fueron elegidos de entre otras familias de circuitos. En cuanto a los transistores NPN, resistencias, capacitores, etc. todos se eligieron respetando sus márgenes y tolerancias de voltaje y temperatura, con respecto a las condiciones de operación requeridas.

Para el diseño general del resguardo, después de un estudio funcional de operación realizado en Kelsey Hayes, división Ruedas de Acero (Area de Centros), se tomaron como base los siguientes requerimientos de control, seguridad y funcionalidad en las prensas:

- a.- Voltaje de alimentación: 110V CA.
- b.- Alta velocidad de respuesta.
- c.- Dispositivo neutralizador del sistema de resguardo durante el ciclo "subida" del carro de la prensa, para agilizar la maniobra de colocación (operador) y retiro de centros (ayudante) durante este ciclo.
- d.- Dispositivo adaptable al selector "MANUAL- AUTO" de la prensa, cuya función es desconectar el

relevador de amarre que origina una revolución completa, así como los botones de seguridad y dispositivos de seguridad. El carro se moverá al accionar el botón "MANUAL" del tablero de la prensa.

- e.- Inmunidad al ruido eléctrico y transitorios de voltaje.
- f.- Sistema que permita la visualización de su óptimo funcionamiento y que en caso de falla, permanezca la prensa inoperable hasta su desactivación.
- g.- Dispositivo a controlar: Relevador de 110V. de corriente alterna.

El sistema de resguardo optoelectrónico se divide en tres partes: control, emisor y receptor.

### 3-2. CONTROL Y FUENTE DEL RESGUARDO OPTOELECTRÓNICO.

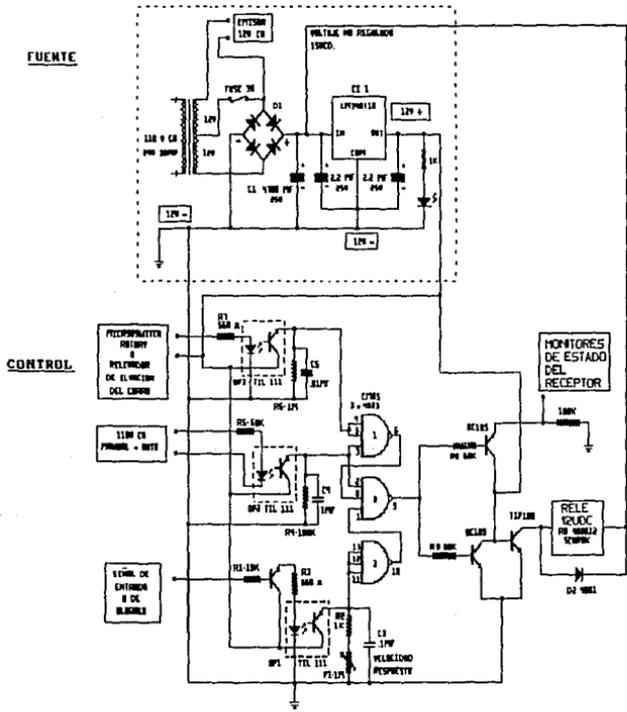
#### A.- Diseño electrónico del control.

El sistema fué diseñado para cubrir los requerimientos citados, empleando como alimentación una fuente regulada de voltaje (lámina 6), que proporciona una tensión de 12V y un amperio de corriente. El puente rectificador D1 y el capacitor C1 proporcionan una tensión continua no regulada de 15V aproximadamente. El circuito integrado CII es un regulador en serie completo que suministra 12VCD. Los capacitores de  $2.2\mu F$  eliminan el rizado de la salida.

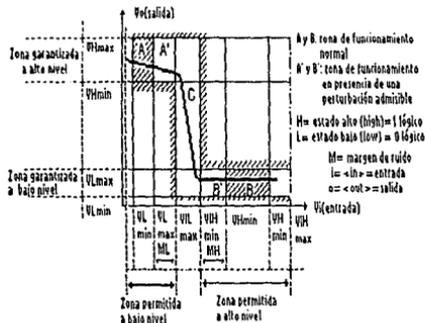
Las señales de entrada al control electrónico, están aisladas mediante optoacopladores TIL111 para evitar la interferencia de ruido eléctrico, estas señales son:

- \* **SEÑAL DE ENTRADA O DE BLOQUEO.**- Señal que manda el o los receptores infrarrojos cuando hay una obstrucción en la transmisión de luz entre emisor y receptor. Su estado permite o impide la operación de la prensa.
- \* **SEÑAL MANUAL-AUTO.**- Su estado activa o desactiva el sistema electrónico de resguardo sin desconectarlo.
- \* **SEÑAL DE INHIBICIÓN.**- Su pulso determina el tiempo que se deberá anular la señal de bloqueo. En algunas prensas el ciclo de elevación del carro se realiza al actuar un relevador, en cuyo caso el pulso se tomará de este.

LAMINA 7. FUENTE Y CONTROL ELECTRONICO.



Las características típicas de transferencia, en tensión, de los circuitos integrados CMOS permite controlar la velocidad de respuesta al disminuir el voltaje de entrada a un punto cercano al umbral de disparo.

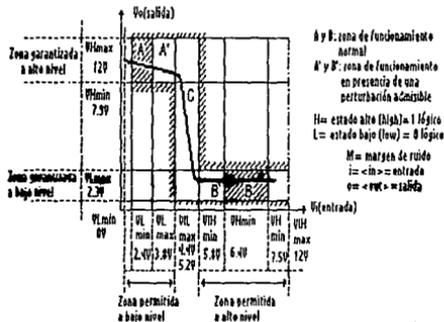


MODELO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE TRANSFERENCIA EN TENSION, MOSTRANDO LAS ZONAS DE FUNCIONAMIENTO NORMALES Y ADMITIDAS EN PRESENCIA DE PERTURBACIONES.(14)

**SEÑAL DE ENTRADA.-** La corriente, limitada por R1 (lámina6), es amplificada por T1 y aislada mediante el optoacoplador OP1. El capacitor C3 filtra cualquier perturbación, pero disminuye la velocidad en la respuesta de la señal; el potenciómetro P1 tiene como función disminuir la capacitancia de C3 y reducir el voltaje de la señal a un punto cercano al umbral de disparo y de esta forma, aumentar la velocidad de la respuesta. Este punto está determinado por la magnitud de la perturbación a la que es sometida la señal. R2 tiene como función evitar los valores inferiores de impedancia que anularían la señal.

La impedancia en P1 será directamente proporcional a los niveles de ruido eléctrico e inversamente proporcional a la velocidad de respuesta.

Las características típicas de transferencia, con respecto al voltaje utilizado en el sistema, que determinarán la velocidad de respuesta son:



La función MANUAL-AUTO en las prensas, está dada por un selector doble, que el operador de la prensa controla, y que abre o cierra la alimentación de 110 VCA. Esta será la señal enviada al control del resguardo.

La corriente de 110VCA, limitada por R5, entra al optoacoplador OP2 el cual, rectifica la corriente alterna mediante el diodo emisor de luz infrarroja, emitiendo una señal luminosa interna intermitente, que es captada y amplificada por el fototransistor del mismo OP2; la relación capacitor-resistencia C4-R4 convierte esta señal en corriente continua a nivel lógico.

SEÑAL DE INHIBICIÓN.- Este pulso se tomará de uno de los microswitch disponibles normalmente abierto del rotor de fin de carrera (rotary), o bien del relevador del ciclo de elevación del carro. Al hacer contacto las dos terminales del control destinadas para este fin, el optoacoplador OP3 emite una señal aislada libre de interferencias a nivel lógico; la relación C5-R6 elimina el ruido eléctrico sin alterar la velocidad de respuesta.

B. Diseño lógico del control.

Para que cada señal pueda lograr su función, se requiere de un sistema de entradas y salidas a nivel lógico que haga posible cada función.

Las entradas y salidas principales a las compuertas son:

- A = Señal de INHIBICION.
- B = Señal AUTO-MANUAL.
- C = Señal de ENTRADA.
- S1 = SALIDA DE CONTROL.
- S2 = Monitor de inhibición.

Las restricciones son:

- 1.- La salida S1 deberá ser 0 si y sólo si:  
A = 0 , B = 1 y C = 0
- 2.- La salida S2 deberá ser 0 si y sólo si:  
A = 1 y B = 1

La tabla de verdad que cumple con las restricciones es:

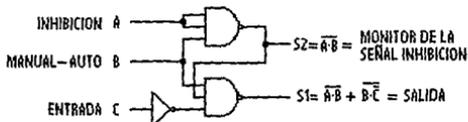
A	B	C	$\overline{A}\overline{B}$	$\overline{B}\overline{C}$	$\overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C}$
0	0	0	1	1	1
0	0	1	1	0	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	1

La ecuación Booleana es:

$$\overline{A}\cdot\overline{B} + \overline{B}\cdot\overline{C}$$

A y B tienen una función similar, que es la de inhibir o desconectar el sistema, pero tanto los datos de A como de C dependerán del estado de B que es una señal permisiva.

El circuito que cumple con la ecuación es:



Esta solución fué tomada también, con base en la minimización de los componentes utilizados. El CI CMOS 4023, tiene todas las compuertas necesarias para la realización del circuito descrito, al cablear una de las compuertas como inversor (lámina 6).

La salida S1 es amplificada mediante T1 y T2 siendo T1 un transistor NPN BC109 y T2 un transistor Darlington de potencia (Tip 100), el cual, acciona la bobina del relevador. Por ser una carga inductiva y evitar que la f.e.m. de la bobina circule por los circuitos, se protege esta salida mediante el diodo de silicio D1.

Para verificar el óptimo funcionamiento del sistema, cada salida tiene un monitor o LED, que serán colocados en lugares visibles del chasis en el resguardo y su control:

S1 Bloqueo	= 0	= 0 V	-> LED ROJO
S1 Desbloqueo	= 1	= 12V	-> LED VERDE
MANUAL	= 0	= 0 V	-> LED AMBAR
AUTO	= 1	= 12V	-> LED ROJO

#### C.- Circuitos anexos del control electrónico.

SWITCH INVERSOR DEL SELECTOR MANUAL-AUTO.- En algunos casos el selector MANUAL-AUTO manda una señal invertida al control. Aunque no es imprescindible la desconexión del sistema para el ajuste y colocación de la herramienta, este problema se soluciona mediante el switch SW1 y el CI CMOS4001 cableado como inversor (lamina7), para tener las opciones:

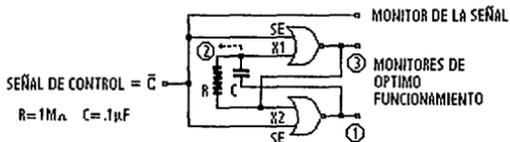
SW1 (posición 1)	= MANUAL	-110 VCA
	AUTO	- 0 VCA

SW1 (posición 2)	= MANUAL	- 0 VCA
	AUTO	-110 VCA

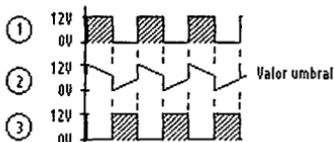
CIRCUITO MONITOR DE MAL FUNCIONAMIENTO.- El control electrónico puede tener algunos circuitos que permitan la fácil detección de falla en el sistema. Aunque el circuito expuesto en la lámina 6 por si sólo indica falla al quedar

bloqueados los monitores de estado y abre el relevador de control (evitando que la prensa entre en operación), pueden también incluirse circuitos anexos que permitan la pronta visualización de una falla tanto en el monitor de estado como en el circuito de control impidiendo que la prensa funcione hasta no ser desconectado el sistema por el supervisor. Esto es con el fin de que el operador este enterado de algún mal funcionamiento y tome medidas de seguridad mientras se le da mantenimiento al resguardo. Estos monitores se incluirán en el panel de control del resguardo (lámina 7).

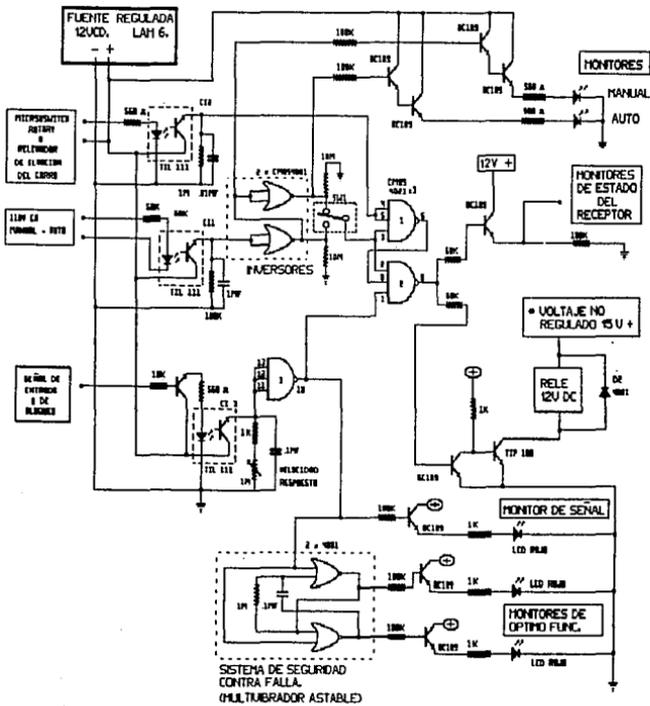
El circuito de detección de falla, se logra mediante el cableado de un multivibrador astable, con dos compuertas NOR.



La entrada de control del multivibrador, está tomada de la señal de bloqueo invertida, cada compuerta carga y descarga el condensador con una frecuencia de 3Hz aproximadamente, con el objeto de que su pulso sea apreciable a simple vista en los monitores del control.



LAMINA 8. CIRCUITOS ANEXOS DEL CONTROL.



En el momento en que la señal de control está en reposo ( $L=0V$ ) la salida (punto 1) es alta ( $H=+12V$ ). Cuando en el punto 1 hay señal H, en el punto 3 debe haber señal L, con lo que el condensador C puede descargarse a través de la resistencia R siguiendo una curva exponencial. La tensión que se desarrolla entre la resistencia R y el condensador C se aplica a la entrada del NOR (punto 2).

Cuando la tensión del condensador C alcanza el valor de umbral, bascula el circuito y el punto 3 toma señal H mientras que el punto 1 toma señal L. En estas condiciones, el condensador C puede cargarse a través de la resistencia R. Cuando el condensador alcanza el valor umbral de tensión, el organo NOR (punto 1) vuelve a bascular. El punto 1 toma señal H y el 3 L, el condensador puede iniciar un nuevo proceso de descarga.

Cuando la señal de control es alta H, las dos salidas de monitoreo (puntos 1 y 3), pasarán a señal L y el monitor de la señal de bloqueo se encenderá.

En el momento en que exista una falla en los circuitos del control, el multivibrador se detendrá, marcando falla generalizada. Por estar cableado en antiparalelo, el circuito tiende a quemarse internamente, quedando todas las salidas en un nivel alto H y todos los monitores encendidos, por lo que el relevador de control de la prensa quedará abierto, quedando la prensa inoperante hasta que el supervisor desconecte el sistema. Esto se debe a que los circuitos CMOS de la serie 4000, no toleran una salida que no corresponda a su entrada en las compuertas. Si cualquiera de los circuitos del control llegase a fallar, la cadena de entradas y salidas originan la falla generalizada y en consecuencia el cortocircuito en los componentes CMOS. Por lo que se procederá a su reemplazo y revisión del circuito.

D.- Diseño del circuito impreso del control.

Los pasos en el diseño de un circuito impreso son:

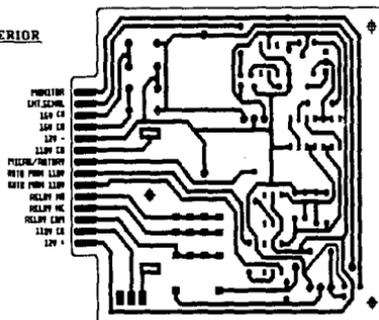
- \* Estudio de la localización de los componentes.
- \* Diseño de pistas por una o ambas caras.
- \* Realización de positivos de los enmascarados (Laminas 8 y 9):
  - A. Localización de perforaciones.
  - B. Enmascarado para pistas.
  - C. Enmascarado para pintura antisoldante.
  - D. Enmascarado para ensamble de componentes.
- \* Realización de negativas de los enmascarados.

El diagrama de flujo para la fabricación de circuitos impresos, se muestra en los anexos 1 y 2 (pags. 83 y 84) al final del proyecto; los requerimientos de materia prima, su uso, así como los proveedores, se muestran en el anexo 3 (pag. 85); el equipo y herramientas para la fabricación de circuitos impresos se muestran en el anexo 4 (pag.92).

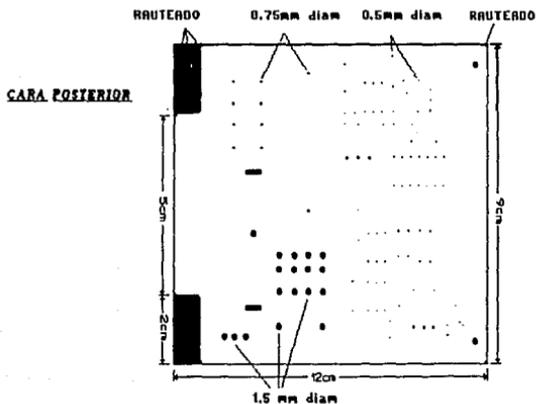
LAMINA 9. CIRCUITO IMPRESO DE LA FUENTE Y EL CONTROL.

PISTAS DE UNA CARA

CARA POSTERIOR



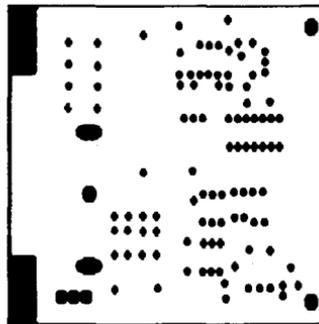
PERFORACIONES



LAMINA 10. CIRCUITO IMPRESO DE LA FUENTE Y EL CONTROL (CONT.)

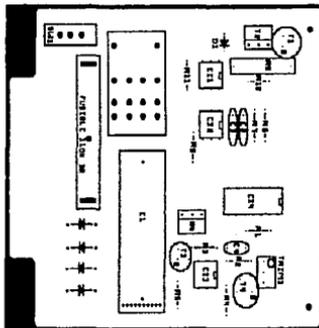
ENMASCARADO PARA PINTURA ANTIFOLDANTE

CARA POSTERIOR



ENMASCARADO PARA EL ENSAMBLE DE COMPONENTES

CARA ANTERIOR



La lista de componentes con respecto al enmascarado para el ensamble (lámina 9) es:

DIODOS DE SILICIO:

D1 - 1N4148; 0.2Amp 80V.    D4 - 1N5400; 5Amp 50V.  
D2 - 1N5400; 5Amp 50V.    D5 - 1N5400; 5Amp 50V.  
D3 - 1N5400; 5Amp 50V.

TRANSISTORES:

T1 - NPN BC 109.            T3 - NPN BC 109.  
T2 - Darlington TIP 100.    T4 - NPN BC 109.

CAPACITORES:

C1 - 4700  $\mu$ F 25V.            C3 - .01 $\mu$ F 50V poliester.  
C2 - .01 $\mu$ F 50V poliester.    C4 - .01 $\mu$ F 50V poliester.

CIRCUITOS INTEGRADOS:

CI1 - TIL 111.                CI3 - TIL 111.  
CI2 - TIL 111.                CI4 - CMOS 4023.  
RV - Regulador de voltaje 12V+; 1Amp.

OTROS COMPONENTES:

SW1 - Switch de alimentación.  
TR1 - Trimpot 19 vueltas; 1M ohm.  
FUS - Fusible. 127V. 3A.  
REL - Relevador SCHRACK RA400012; 12VCD.  
Base de relevador RA400012 para circuito impreso.

RESISTENCIAS:

R1 - 68K  $\frac{1}{2}$ W                R7 - 180K  $\frac{1}{2}$ W  
R2 - 1K  $\frac{1}{2}$ W                 R8 - 560  $\frac{1}{2}$ W  
R3 - 560  $\frac{1}{2}$ W                 R9 - 56 1W  
R4 - 100K  $\frac{1}{2}$ W               R10 - 1K  $\frac{1}{2}$ W  
R5 - 10K  $\frac{1}{2}$ W                R11 - 68K  $\frac{1}{2}$ W  
R6 - 100K  $\frac{1}{2}$ W

**E. Chasis del control.**

El circuito de control del resguardo optoelectrónico, estará dentro de una caja metálica de tapa abatible con dimensiones adecuadas en las cuales se puedan alojar:

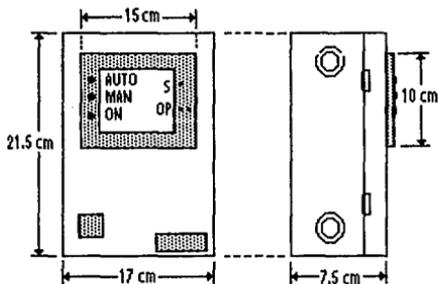
Transformador de 3Amp. 24VAC. con derivación central de 12VAC.

Circuito impreso:

12cm largo x 5cm ancho x 5cm de alto.

Conectores para cables y tarjeta.

Las dimensiones sugeridas para el chasis del control electrónico son: 21.5cm de largo x 17cm de ancho x 7.5cm de fondo.



### 3-3. RECEPTOR INFRARROJO.

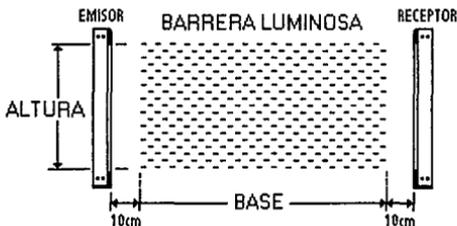
#### A. Generalidades.

La barrera luminosa está formada por el área ( $A=b \cdot a$ ) de una superficie plana cuya altura y base son:

Altura = disposición en línea de los fototransistores.

Base = distancia entre emisor y receptor tomada a 10cm de cada uno.

La región sensible de la barrera debe tomarse a 10 cm de cada dispositivo, como se muestra en la figura, debido al diseño del emisor, que se estudiará en el siguiente capítulo.



En las prensas, el área de esta superficie, es de una altura de 40cm (medida estándar) y una base que varía entre 1m. y 2.5mts, según el tamaño de la prensa.

La distancia entre la barrera y el punto de trabajo varía para cada prensa entre 40cm. y 70cm. El operador deberá cruzar la barrera luminosa para alcanzar el punto de trabajo salvando esta distancia, por lo tanto, la distancia mínima entre cada fototransistor para poder ser bloqueado por el brazo del operador sin interrupción, es 5cm. La distancia entre cada fototransistor para el bloqueo óptimo de la señal luminosa será de 4cm.

Por lo tanto, la altura de la barrera será de 44cm. con 12 fototransistores como requerimiento mínimo, ensamblados en línea a una distancia de 4 cm entre uno y otro.

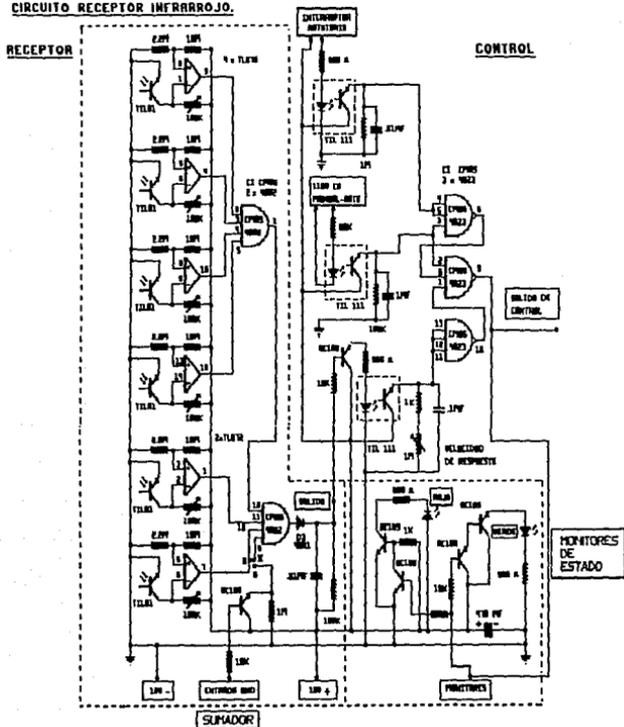
#### B. Circuito electrónico.

La luz infrarroja emitida con una frecuencia de 60Hz, es captada por los fototransistores y amplificada mediante los circuitos integrados CMOS TL075 (lámina 11). El circuito detector de luz se repite en paralelo tantas veces como sensores se requieran y esto dependerá de la altura de la superficie de la barrera y la resolución deseada (distancia entre cada fototransistor).

Los amplificadores operacionales mandan una señal cuadrada pulsante positiva de 60 Hz, la cual, entra en la compuerta AND que realiza la suma de todas las entradas, obteniéndose a la salida una frecuencia igual a la de las entradas si y sólo si todas las entradas están sincronizadas a la misma frecuencia y con un voltaje que esté por arriba del umbral de disparo de la compuerta, que en este caso corresponde al voltaje superior al umbral positivo de cada pulso, ajustable mediante los potenciómetros de 100k.

La salida de cada compuerta cuádruple AND puede sumarse con otra compuerta similar, conectando su salida a la entrada de la siguiente compuerta y así lograr un sistema con 12 sensores.

LAMINA 11.  
CIRCUITO RECEPTOR INFRERROJO.



La patilla 9 del 4082 servirá como entrada auxiliar de la señal de otro circuito receptor cuya función es sumar dos circuitos receptores completos en paralelo. Este conector auxiliar está indicado como "ENTRADA AND". Si no es necesario sumar los receptores, se conecta esta entrada a +12V, por lo que la pista del circuito impreso deberá permitir la aplicación de soldadura en el punto "x".

El receptor cuenta con monitores de estado, que son básicamente dos arreglos de transistores, uno cableado en Darlington para el LED rojo y el otro como inversor para el LED verde y cuya señal de operación está tomada de la salida de control. El capacitor de  $470\mu\text{F}$  elimina el rizado y transitorios de voltaje en la alimentación.

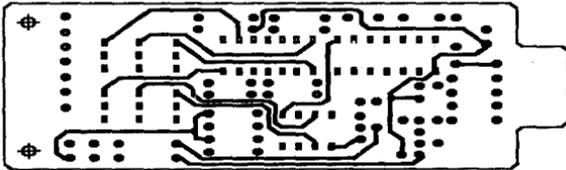
### C. Diseño del circuito impreso.

Para el diseño del circuito impreso del receptor se tomó como restricción una anchura máxima de 4.5cm en la tableta (por el tipo de chasis utilizado). Aunque la corriente máxima a circular por las pistas es de menos de 10mA, estas se diseñaron lo más gruesas posible para lograr un circuito robusto.

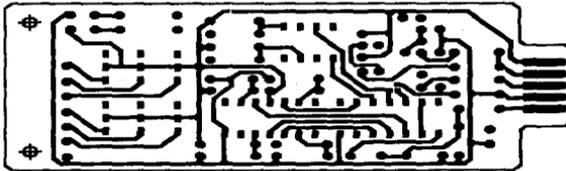
El circuito impreso del receptor está realizado por ambas caras y con agujeros metalizados (Thru-Con). Las positivas del enmascarado de las pistas por ambas caras se muestra en la lámina 12. La lámina 13 muestra la ubicación y diámetro de las perforaciones así como la mascarilla antisoldante. La lámina 14 muestra el enmascarado guía de ensamble con los componentes numerados.

LAMINA 12. CIRCUITO IMPRESO DEL RECEPTOR, PISTAS.

CARA ANTERIOR

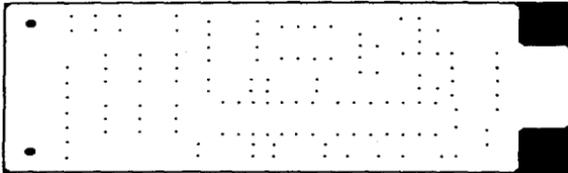


CARA POSTERIOR

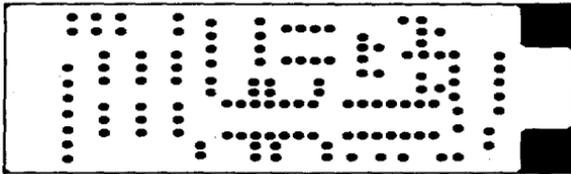


LAMINA 13. UBICACION DE PERFORACIONES. MASCARILLA ANTISOLDANTE.  
CARA POSTERIOR.

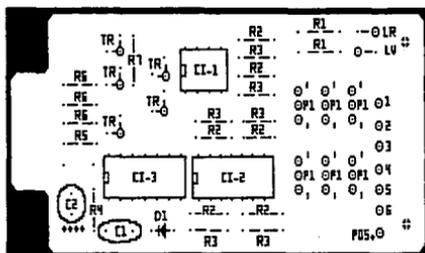
PERFORACIONES



MASCARILLA  
ANTISOLDANTE



**CARA ANTERIOR**



P1 - TRIMPOT 1M  
 LR - LED ROJO  
 LU - LED VERDE  
 R1 - 470  $\Omega$   
 R2 - 2.2 M  
 R3 - 10 M  
 R4 - 100K  
 R5 - 1M  
 R6 - 10K  
 R7 - 1K

D1 - 1N41  
 C1 - .01 Mf  
 C2 - 470Mf  
 TR - TRANSISTOR BC 109  
 CI 1 - TL072  
 CI 2 - TL075  
 CI 3 - C105 4082  
 1..6 - EMISOR FOTOTRAN.  
 POS+ .. COLECTOR FOTOTRAN.

D. Chasis y ensamble de componentes.

El resguardo se diseñó minimizando los costos de producción, siendo el chasis, el componente más importante de funcionalidad y presentación del resguardo. Por esta razón primero se determinó qué tipo de chasis se utilizaría y una vez seleccionado se realizaron los diseños de ensamble junto con las pruebas de resistencia y operación. Las características que debería tener este chasis son:

- \* Adaptación total al sistema de resguardo.
- \* Resistencia al trato industrial. (Golpes, vibración, maltrato de empleados).
- \* Resistente al aceite y a la corrosión.
- \* Económico y de fácil adquisición.
- \* Que sea fácil de maquillar.
- \* Que no ocupe espacio del área de trabajo.

La solución es la adaptación de un perfil tubular de aluminio extruido, que cumpla con los requisitos mencionados.

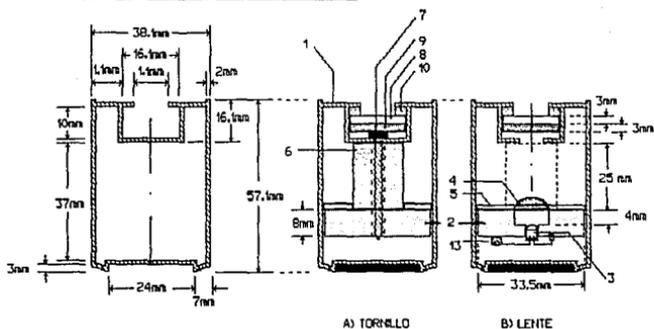
Con referencia a la lámina 15 el chasis(1) es el componente que cumple los requisitos de diseño por ser un perfil tubular de aluminio conocido en el mercado con el nombre de "Cercos chapa".

Los componentes anexos de ensamble sin el circuito impreso son:

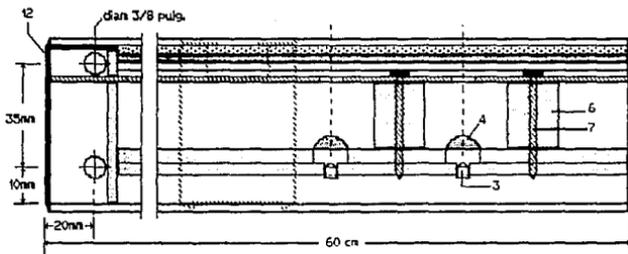
- |                                 |                        |
|---------------------------------|------------------------|
| 1.- Perfil tubular de aluminio. | 8.- Protector.         |
| 2.- Soporte p/fototr. y lentes. | 9.- Filtro cromático.  |
| 3.- Fototransistores            | 10.- Sellos.           |
| 4.- Lentes.                     | 11.- Soporte interior. |
| 5.- Plantilla de fijación.      | 12.- Tapa exterior.    |
| 6.- Separadores.                |                        |
| 7.- Pijas de 1½ Pulg.           |                        |

**LAMINA 13. DIMENSIONES DEL RECEPTOR INFRARROJO.**

**1) CHASIS SOPORTE PARA FOTOTRANSISTORES.**



**ENSAMBLE DE FOTOTRANSISTORES Y TORNILLOS. (SECCION LATERAL).**



**DESCRIPCIÓN.**- En la parte interior del perfil, se ensambla el soporte<2> de acrílico u otro material apropiado en el cual se han practicado los orificios rectificados a una distancia de 4cm entre uno y otro. Por la cara inferior del soporte, están ensamblados los fototransistores<3> en orificios cuyo diámetro es de 2.13mm, adecuado a las dimensiones fototransistor TIL81. Por la cara superior del soporte, estos orificios deberán tener un diámetro ligeramente inferior al radio de la lente<4> utilizada. La plantilla de fijación<5> permite la inmovilización de las lentes.

El soporte se fija al interior del perfil guardando una distancia mediante los separadores<6> y las pijas<7>.

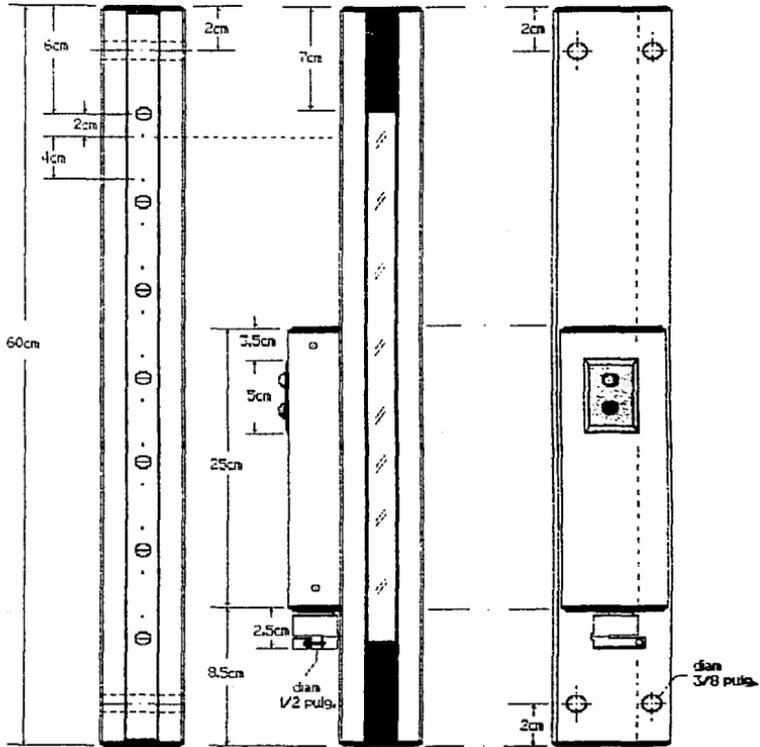
La luz penetra a través del protector traslúcido<8> que puede ser de materiales tales como: vidrio o acrílico u otro material apropiado, y pasa por el filtro cromático<9>. que permite el paso de la longitud de honda infraroja principalmente. La luz entra a través de un orificio practicado en el perfil tubular que deberá ser de un diámetro de 1/8 pulg.

El protector<5>, junto con el filtro cromático<6> se fijan al chasis<1> mediante un sellador de silicón o hule<10> cuya función es fijar el protector y evitar la entrada de polvo y aceite.

El circuito impreso estará situado dentro de una caja de aluminio conocida como canal con tapa lisa, situada a un costado del perfil tubular. Lámina 16.

**LENTES.**- Las lentes utilizadas están fabricadas de resina cristal poliéster (MC-40)+ (clasificación de la Cía.Mexicana de Resinas S. A.), mediante vaciados en moldes termoformados.

LAMINA 16. DIMENSIONES DEL RECEPTOR.



Las lentes son del tipo convergentes menisco, cuentan con una cara convexa (positiva), con un radio de  $R_1=6.5\text{mm}$  y otra cóncava (negativa), con un radio de  $R_2=-7.9\text{mm}$ . Para poder determinar la distancia focal apropiada se definen los siguientes conceptos:

El índice de refracción  $n$  de un material es la razón de la velocidad de la luz en el vacío respecto a la velocidad de la luz en el material. Para la resina cristal  $n=1.73$ .

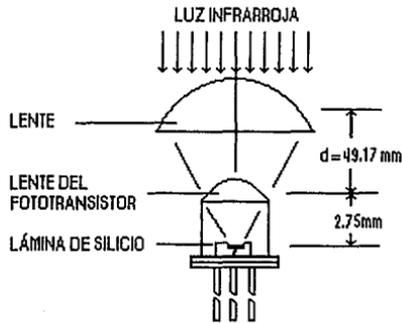
La longitud focal  $f$  de una lente es la distancia desde el centro óptico de la lente a uno u otro de sus focos y depende del índice de refracción  $n$  del material del cual está hecha.

Los cálculos se realizaron y se comprobaron con la experimentación, puesto que la velocidad de propagación de los infrarrojos es mayor que la de la luz visible y las distancias focales varían ligeramente en amplitud.

$$\begin{aligned}\frac{1}{f} &= (n-1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = (n-1) \frac{1}{R_1} \\ f &= \frac{1}{(n-1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)} = \frac{1}{(1.73-1) \left( \frac{1}{6.5} + \frac{1}{-7.9} \right)} \\ &= \frac{1}{(.73) (.153 - .126)} = 50.24 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$d = f - R_2 = 50.24 - 1.06 = 49.17 \text{ mm}$$

Siendo  $R$  el radio de la lente del fototransistor y  $d$  la distancia real utilizada para el ajuste del foco de las dos lentes:



AJUSTE DE LA DISTANCIA FOCAL DE LA LENTE DEL FOTOTRANSISTOR Y LA LENTE UTILIZADA.

### 3-4. EMISOR INFRARROJO.

#### A. Circuito electrónico.

El circuito electrónico se muestra en la lámina 17 con la fuente de voltaje, mostrada en la lámina 7.

El circuito emisor de luz infrarroja está construido básicamente por diodos LED TIL38 dispuestos, con una resistencia de 100ohms en serie. Cada diodo-resistencia, está conectada en paralelo al transformador 24VCA en la derivación central de 12VCA. La intensidad de corriente que circula en el semiciclo positivo, será la misma para cada diodo LED (150mA). Aunque la corriente de consumo máximo para el TIL38, es 150 mA en corriente directa, el LED no será dañado puesto que el período de duración del destello es igual al periodo de duración de reposo 60Hz, dando tiempo de disipar el calor, siendo la corriente nominal de aproximadamente 80mA.

Observaciones: En un lote de 50 diodos, se realizaron pruebas de duración. Hubo incremento en la temperatura de los diodos LED, pero ésta se mantuvo constante a 50°C en la resistencia y 30°C en el diodo. El tiempo de control de pruebas fué de 2 años 7 meses (24 horas diarias) con funcionamiento óptimo.

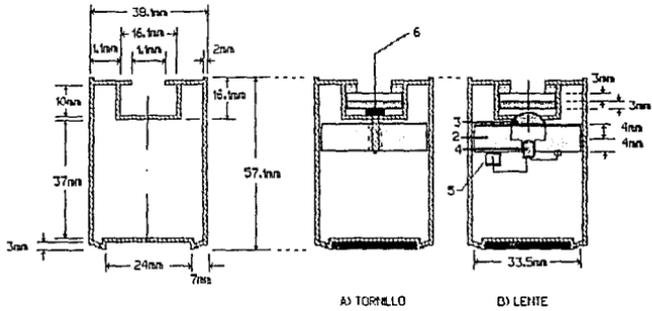
#### B. Chasis y ensamble de componentes.

Las láminas 18 y 19 muestran la forma como está fabricado el emisor infrarrojo.

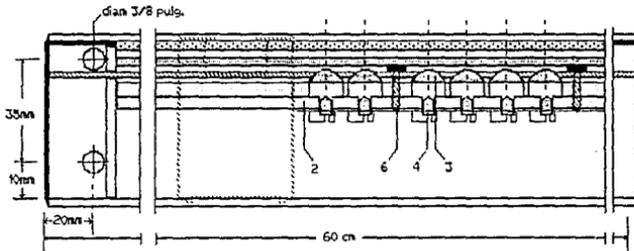


**LAMINA 18. DIMENSIONES DEL EMISOR INFRARROJO.**

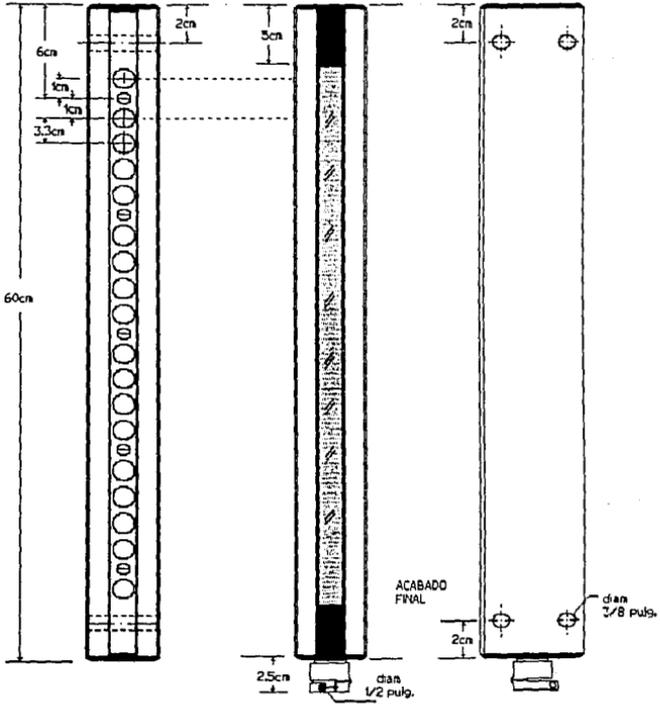
**1) CHASIS SOPORTE PARA LED INFRARROJO.**



**ENSAMBLE DE LED INFRARROJO Y TORNILLOS.**



LAMINA 19. DIMENSIONES DEL EMISOR.



**DESCRIPCIÓN.-** En la parte interior del perfil<1> se ensambla el soporte<2> de acrílico en cuya cara superior, se han practicado los orificios rectificadas con una profundidad de 4cm y en cuyo borde superior se han fijado las lentes<3>. En la cara inferior del soporte, están ensamblados los diodos LED TIL38<4> que están soldados directamente con su resistencia<5>, y estas a su vez, están fijadas en el soporte. El ensamble del soporte al perfil se logra mediante pijas<6> y las lentes quedan fijas al ser presionadas contra el perfil, de tal forma que no requiere de plantilla de fijación ni separadores.

El ensamble final del emisor infrarrojo, mostrado en la lámina 19, es similar al del receptor, omitiendo el canal con tapa lisa utilizado como chasis para circuito impreso y colocando el conector para tubo flexible en la tapa inferior del perfil tubular.

El alcance de captación luminosa entre emisor y receptor, está basado en la suma de la luz emitida por cada diodo. Por este motivo la cantidad de diodos no es proporcional a la cantidad de fototransistores, siendo el comportamiento del emisor infrarrojo, parecido al de una lámpara alargada (como las fluorescentes) y la distancia sensible del dispositivo estará a 10 cm. del punto de proyección.

La luz emitida por los diodos LED infrarrojos TIL38, es amplificada por las lentes, y se proyecta en un ángulo de 10°, por lo que la luz de los demás diodos paralelos, suma su intensidad luminosa desde 5cm de distancia de la proyección, hasta la distancia en que se coloque el receptor.

La captación de la luz infrarroja por los fototransistores es la suma de la emisión de dos o más diodos LED, por este motivo, al bloquear el haz a 10cm del emisor, se logra la disminución en la intensidad, y por lo tanto el bloqueo del fototransistor. Esto no quiere decir, que una distancia de bloqueo de la luz inferior a 10 cm, no permita el disparo de los fototransistores, pero puede estar sujeto a un mal funcionamiento. Por este motivo, el instalador deberá tomar las medidas preventivas de distancia entre el punto de trabajo y los resguardos, al efectuar la instalación colocando los resguardos a una distancia mínima de 10cm del punto de trabajo o zona de bloqueo.

El objeto de la suma entre la emisión de luz, es el aumento en la intensidad luminosa y en la distancia de alcance máximo (4m).

#### IV. INSTALACIÓN DEL SISTEMA.

##### 4-1. INSTALACIÓN EN PRENSAS MECÁNICAS AUTOMÁTICAS.

###### A.- PRENSA MECANICA AUTOMATICA BLISS.

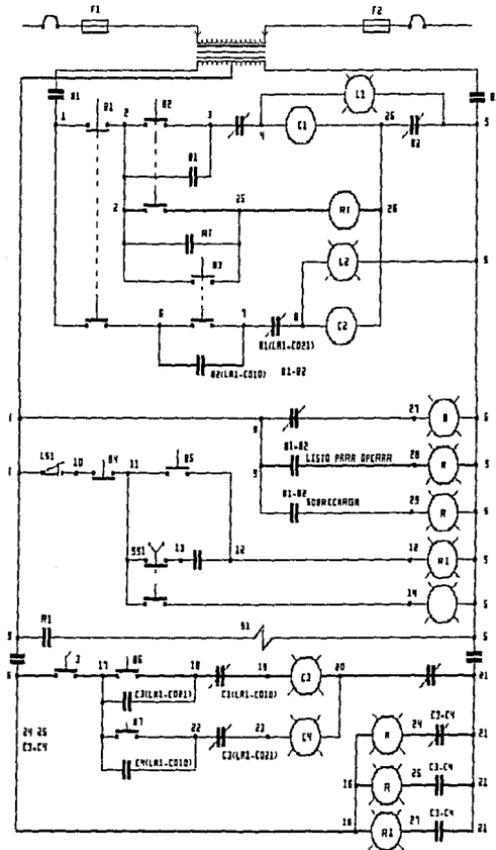
Para la instalación de un sistema de resguardo de cualquier tipo de prensa, se deberá contar con el diagrama eléctrico de la prensa. Dicho diagrama, muestra los transformadores, relevadores y dispositivos necesarios para la operación electro-neumática de la prensa, así como los dispositivos para el arranque de motores. También muestra la numeración que tendrá cada conexión, marcada en el cableado de la prensa y que deberá coincidir con la numeración del diagrama.

El diagrama 2 pertenece a la prensa mecánica automática BLISS (OC-14), equipada con rotor de fin de carrera como dispositivo de amarre; selector MANUAL-AUTO para operaciones de montaje, desmontaje y ajuste de la herramienta; 1 motor de prensado; 1 motor de ajuste del carro con su respectiva botonera; 2 botones de arranque normalmente abiertos en serie de seguridad; 2 botones normalmente cerrados de emergencia y dispositivos anexos.

En caso de carecer de dicho diagrama, la instalación se efectuará observando detalladamente el funcionamiento de los relevadores de control de la prensa, para determinar en cual de ellos se deberá intervenir.

La instalación de resguardos se efectúa por uno o ambos lados de la prensa, según el caso, observando los siguientes puntos, para determinar la óptima posición de emisores y receptores:

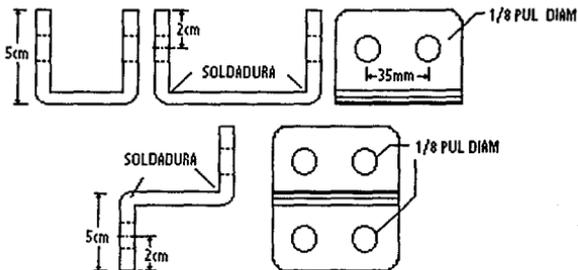
DIAGRAMA 2. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC- 14.

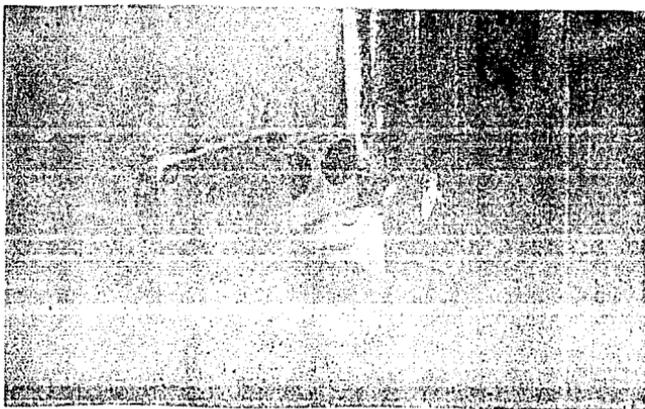


- 1.- Observar los movimientos del operador y del ayudante durante el ciclo de prensado.
- 2.- Observar los movimientos de colocación y retiro de la herramienta por el montacargas.
- 3.- Observar los movimientos de colocación, ajuste y retiro de la herramienta por los operadores.
- 4.- Determinar el lugar óptimo para la colocación de los resguardos.
- 5.- Fabricar los soportes correspondientes, si son necesarios.
- 6.- Instalación de resguardos.
- 7.- Instalación del control electrónico del resguardo.
- 8.- Instalación de tubería y conectores del cableado.

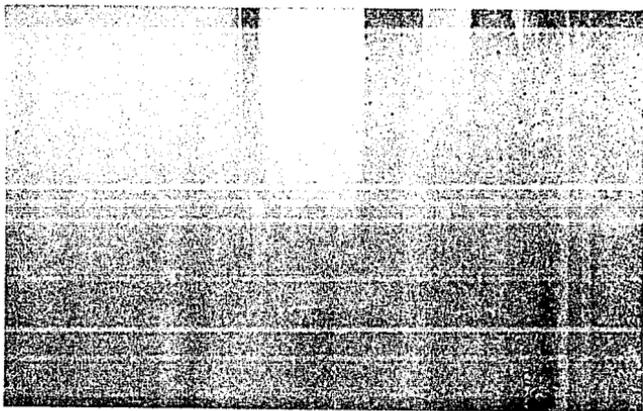
**SOPORTES.**- Aunque los resguardos están diseñados para su instalación en el bastidor o cuerpo de la prensa, puede ser necesaria la fabricación de soportes para la colocación de los resguardos en un lugar más adecuado, según el caso. Para la fabricación de soportes se requiere:

- a) Solera de acero soldada en angulo recto de 3 o 4 mm de espesor (figura).
- b) Puntas y salientes redondeadas.
- c) Barrenos de 1/8 Pulg. por ambos lados (figura) colocados a una distancia de 35mm entre uno y otro.
- d) Pintura electroforética u orneada.





SOLERA DE ACERO UTILIZADA PARA FIJAR LOS RESGUARDOS INFRARROJOS A LAS PRENSAS EN GENERAL.



VISTA INFERIOR DE UNO DE LOS RESGUARDOS INFRARROJOS, DONDE SE APRECIA EL SOPORTE QUE LO SOSTIENE.

Las dimensiones del soporte dependerán de la ubicación de los resguardos en la prensa, por lo que las únicas dimensiones estandar, corresponderán a los barrenos de 1/8Pulg y la distancia horizontal entre estos.

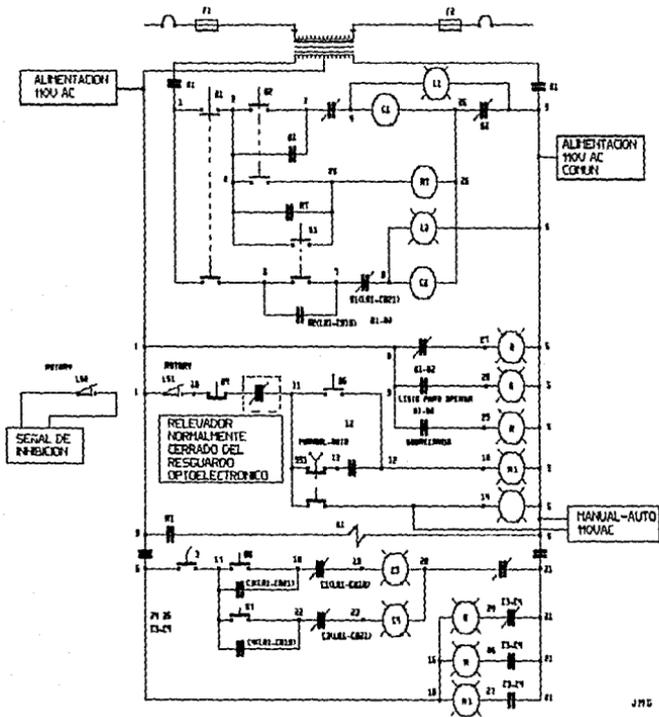
La instalación se efectuará colocando el emisor y el receptor, uno enfrente del otro en el lugar en que ofrezca una máxima seguridad para el operador y no entorpezca sus movimientos.

Si la barrera luminosa se instala en un lugar lejano al punto de trabajo, el área de trabajo del operador se incrementará. Por este motivo la barrera luminosa deberá ser situada lo más cercano posible al punto de trabajo, para poder disminuir la distancia de abastecimiento y retiro de piezas por los operadores.

El diagrama 3 muestra, la forma como fué intervenido el control de la prensa OC-14. El relevador normalmente cerrado del control del resguardo, efectúa la misma acción que los botones de seguridad, de esta forma, el resguardo puede ser desconectado cortando su alimentación con un switch de llave, para su mantenimiento, sin que por ello se interrumpa la producción.

CABLEADO.- Las dimensiones de las prensas de un tonelaje que oscila entre las 200 y 800 Tons. son parecidas, por lo que los requerimientos de tubo condwit, tubo flexible o tubo licuatite, presentan una variación mínima en cuanto a requerimientos en cantidad, además algunos materiales son de uso común y probablemente puedan existir en el almacén de la empresa.

DIAGRAMA 3. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC- 14.  
INSTALACION DEL RESGUARDO.

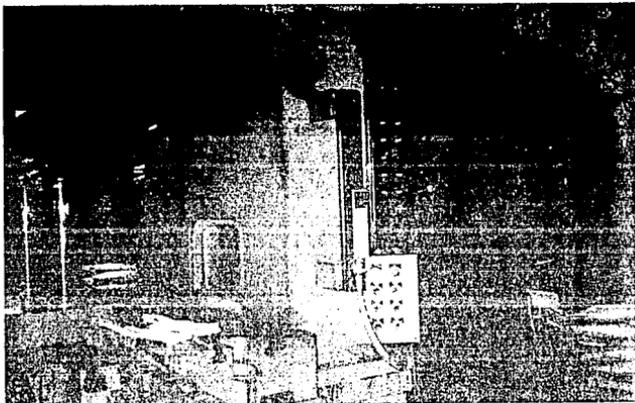


La requisición de materiales para la instalación de resguardos en la prensa OC-14, se puede tomar como un estándar de requerimientos para prensas con dimensiones y tonelaje similares:

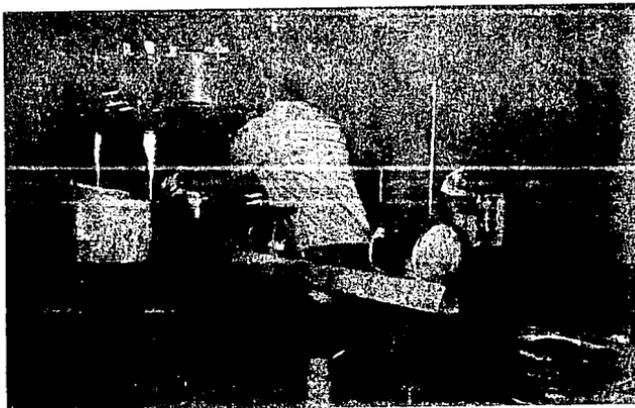
<u>MATERIAL</u>	<u>CANTIDAD</u>
TUBO CONDWIT 3/4 Pulg.....	3 mts.
TUBO CONDWIT 1/2 Pulg.....	3 mts.
TUBO LICUATITE 3/4 Pulg.....	3 mts.
TUBO LICUATITE 1/2 Pulg.....	2.5 mts.
CONECTORES TUBO LICUATITE 3/4 Pulg.....	2 Piezas
CONECTORES TUBO LICUATITE 1/2 Pulg.....	4 Piezas
COPLER TUBO LICUATITE 3/4 Pulg.....	2 Piezas
CAJAS CONDULEDT "OT" 3/4 Pulg.....	3 Piezas
CAJAS CONDULEDT "OLB" 1/2 Pulg.....	4 Piezas
CAJAS CONDULEDT "OLB" 3/4 Pulg.....	1 Pieza
CABLE AZUL CALIBRE 16.....	1 Rollo de 100 mts.
TORNILLOS LLAVE ALEN 1/16 Pulg y 2 1/2 Pulg....	16 Piezas
TORNILLOS LLAVE ALEN 1/16 Pulg y 1 1/2 Pulg....	16 Piezas
RONDANAS PLANAS 1/16 Pulg.....	16 Piezas
RONDANAS DE PRESIÓN 1/16 Pulg.....	16 Piezas

La lámina 20 muestra la forma como deberá ser colocada la tubería y coples, así como la numeración independiente del resguardo.

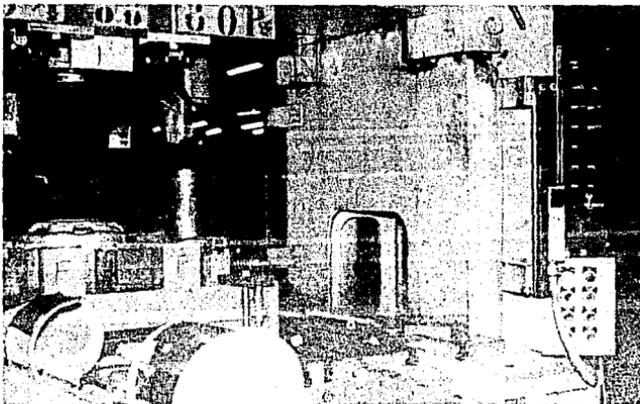
Nota: en la industria el cable azul significa control electrónico.



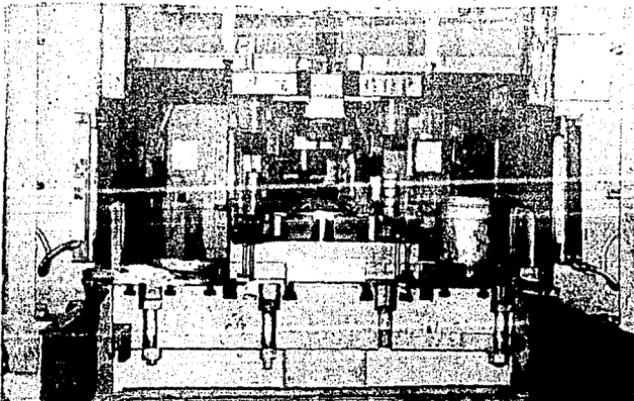
RECEPTOR INFRARROJO INSTALADO EN EL BASTIDOR DE  
UNA PRENSA MECÁNICA AUTOMÁTICA "BLISS"



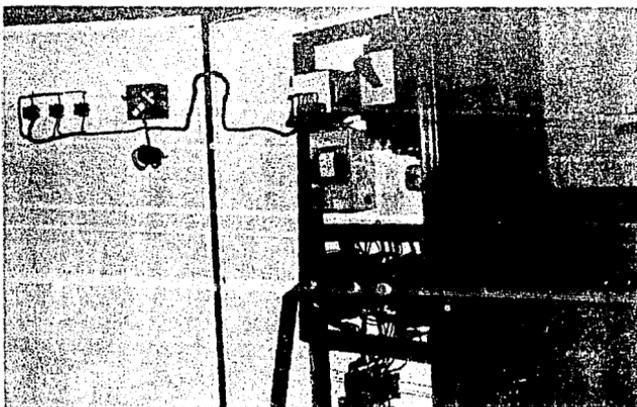
OPERADOR COLOCANDO UN CENTRO EN EL PUNTO DE TRABAJO  
DEL HERRAMETNAL Y CRUZANDO LA BARRERA INFRARROJA.



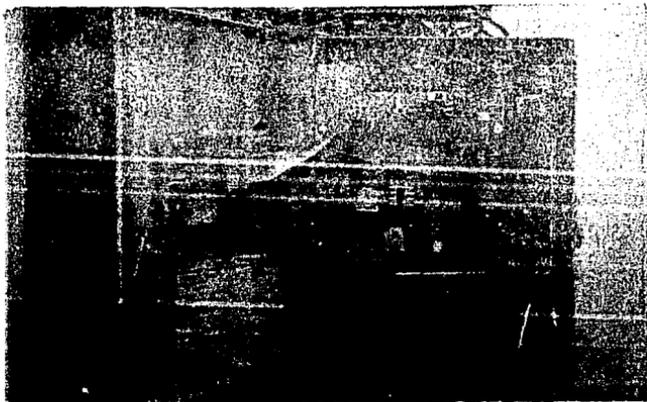
RECEPTORES INFRARROJOS EN AMBOS LADOS DE LA PRENSA MECÁNICA "BLISS". TAMBIEN SE APRECIA LA BOTONERA DE CONTROL DE LA PRENSA (DERECHA).



VISTA POSTERIOR DE LA PRENSA "BLISS" DONDE SE APPRECIA EL RECEPTOR Y EL EMISOR INFRARROJO QUE FORMAN LA BARRERA.



CONTROL Y FUENTE DEL RESGUARDO INFRARROJO INSTALADO  
EN EL PANEL DE CONTROL DE LA PRENSA "BLISS".

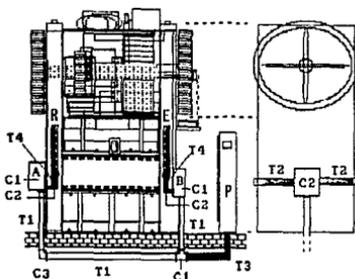


VISTA INTERIOR DEL CONTROL ELECTRÓNICO  
DEL RESGUARDO INFRARROJO.



RECEPTOR Y EMISOR INFRARROJOS VISTOS EN PERSPECTIVA  
MOMENTOS ANTES DE QUE EL OPERADOR CRUCE LA BARRERA  
LUMINOSA Y LA PRENSA SE DETENGA.

LAMINA 20. CABLEADO EN PRENSAS.



T1.- TUBO CONDUIT 3/4 Pulg  
 T2.- TUBO CONDUIT 1/2 Pulg  
 T3.- TUBO LIQUATITE 3/4 Pulg  
 T4.- TUBO LIQUATITE 1/2 Pulg

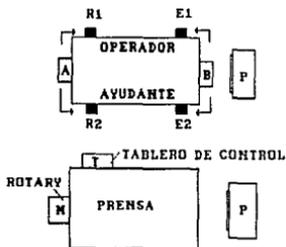
C1.- CAJA CONDULEDT "DT" 3/4 Pulg  
 C2.- CAJA CONDULEDT "DLB" 1/2 Pulg  
 C3.- CAJA CONDULEDT "DLB" 3/4 Pulg

= RESGUARDOS

P= PANEL DE CONTROL (PRENSA)  
 E= EMISOR #FRARRUJO  
 R= RECEPTOR

P>A No. CABLES= 3
NUM: 1.- 12V +
2.- 12V -
3.- SALIDA SEÑAL

P>B No. CABLES= 2
NUM: 4.- EMISOR (COLOR CAFE)
5.- EMISOR (COL. BLANCO)
CABLE: AZUL CALIBRE 16



A>R1 y R2 No. CABLES = 4
NUM: 1.- 12V +
2.- 12V -
3.- SALIDA SEÑAL
0.- ENTRADA SUMADOR
0.- R1 → R2 (UN SOLO CABLE)

B>E1 y E2 No. CABLES = 2
NUM: 4.- EMISOR (COLOR CAFE)
5.- EMISOR (COL. BLANCO)

P>T No. CABLES = 2
NUM: 6.- MANUAL-AUTO (MISMO NR)
7.- MANUAL-AUTO

P>M No. CABLES = 2
NUM: 7.- ROTARY
2.- 12V -

Nota: añadir un cable más en las conexiones con el panel (P).

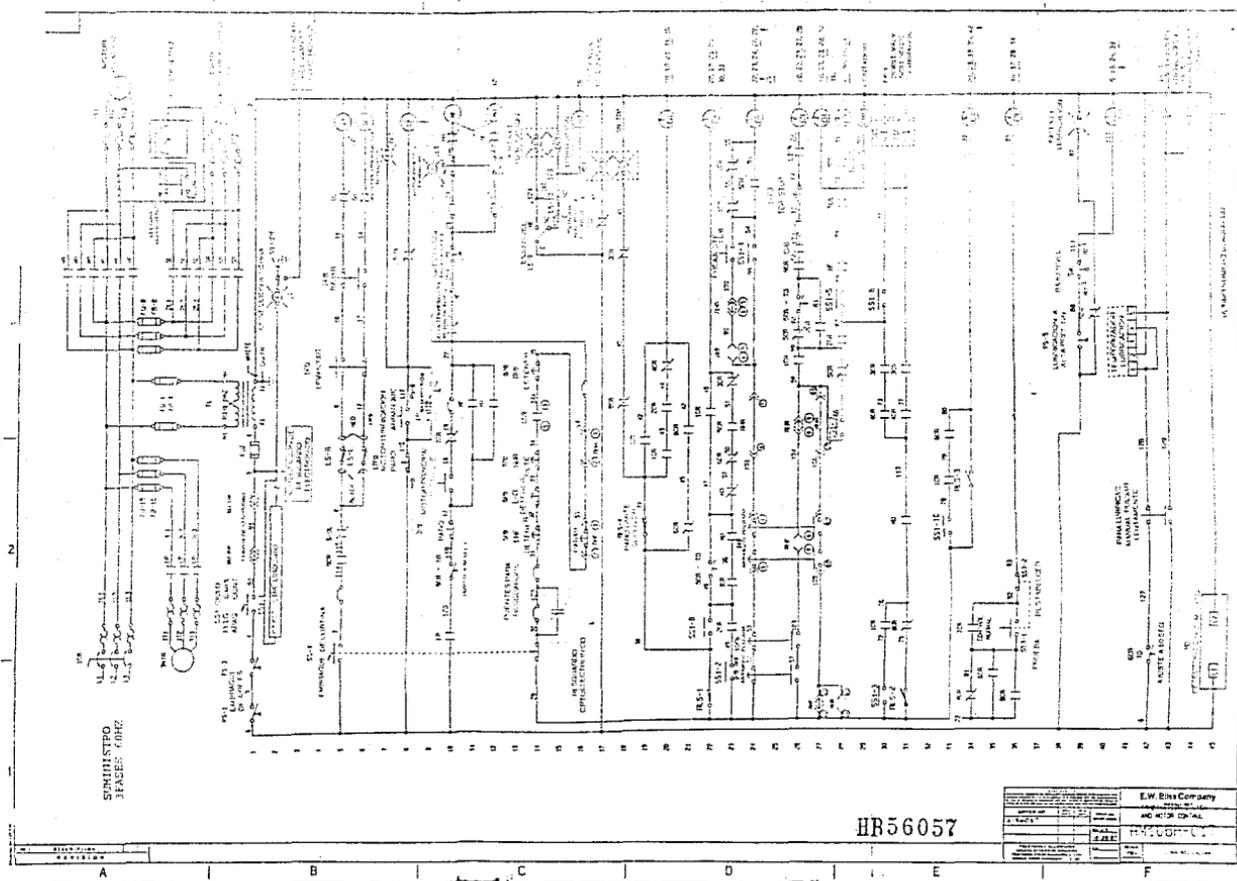
**B.- PRENSA MECANICA AUTOMATICA CLEARING.**

Los resguardos se diseñaron para que puedan ser adaptados a cualquier tipo de prensa, puesto que sus controles son muy parecidos y ambiguos en muchos casos. El diagrama 4 pertenece a una moderna prensa BLISS convertida y adaptada en CLEARING, que cuenta con resguardos incluidos, los cuales, funcionan mediante el bloqueo de luz fluorescente.

Estos resguardos, presentan problemas de funcionamiento cuando la luz solar incide directamente sobre su receptor o sobre el obrero que, haciendo las veces de pantalla, el resguardo no se bloquea por el exceso de luz. Además éstos, son de dimensiones considerables (de 50cm de alto x 40 cm de largo x 6 cm de ancho), por lo cual no permiten ser instalados cerca del punto de trabajo, aumentando la distancia que recorren los operadores en la acción de colocación y retiro de centros.

El diagrama 4 pertenece a la prensa CLEARING, mostrando el lugar donde fué intervenido por el relevador normalmente cerrado del resguardo optoelectrónico, por el que fué sustituido.

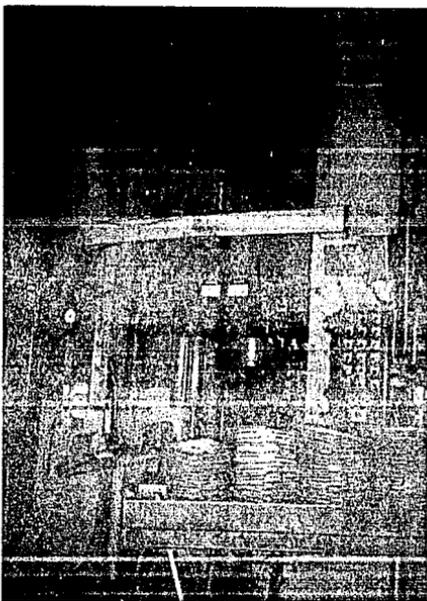
DIAGRAMA 4. DIAGRAMA ELECTRICO. STATION OC-20.  
 INSTALACION DE FRECUARDOS.



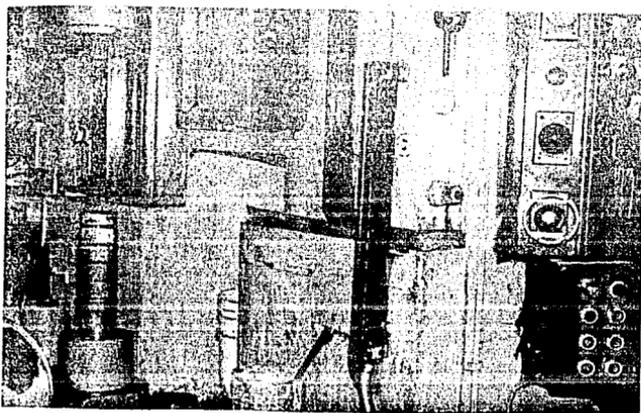
SMITHSTO  
 PHASE CODE

HR56057

E. W. Bliss Company	
Project No.	HR56057-01
Sheet No.	1
Date	
By	
Checked	
Approved	



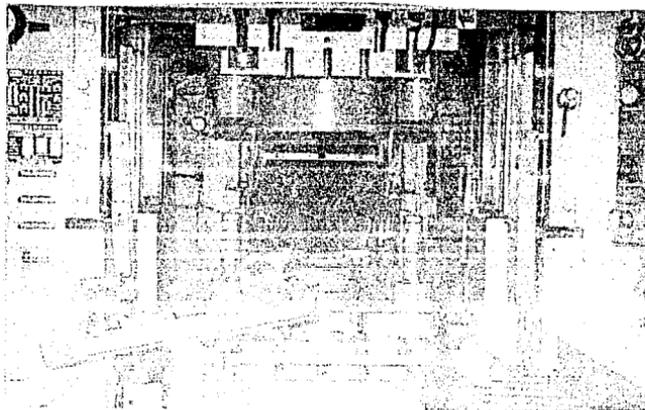
PRENSA MECANICA AUTOMÁTICA "CLEARING", DONDE SE APRECIA  
LA BOTONERA DE CONTROL DE LA PRENSA (DER.), LOS CENTROS  
POR MAQUINAR Y LOS RESGUARDOS INFRARROJOS.



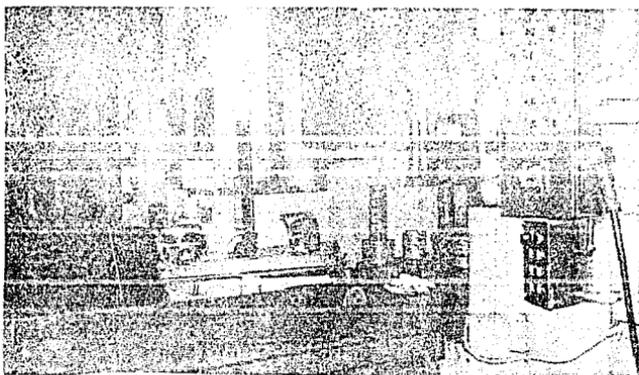
EMISOR INFRARROJO INSTALADO EN UNA PRENSA MECANICA  
"CLEARING", QUE POR SU TAMAÑO, PUEDE SER INSTALADO EN  
UN PUNTO CERCANO AL PUNTO DE TRABAJO.



RECEPTOR INFRARROJO INSTALADO ENFRENTA DEL EMISOR, EN  
LA MISMA PRENSA CLEARING, SE APRECIA TAMBIÉN LOS AVISOS  
DE PELIGRO, LA PATENTE DE LA PRENSA Y SU CAPACIDAD.



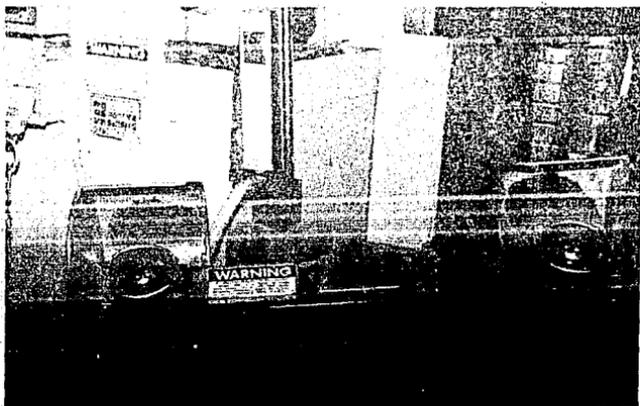
EMISOR Y RECEPTOR INFRARROJO INSTALADOS EN LA PRENSA MECÁNICA AUTOMÁTICA "CLEARING". TAMBIEN SE APRECIA EL HERRAMENTAL DE CONFORMACIÓN Y EL MANDO DE SIMULTANEIDAD (LOS BOTONES ROJOS DETIENEN LA PRENSA).



VISTA DE LA PRENSA "CLEARING", DONDE SE APRECIA CÓMO EL RESGUARDO INFRARROJO PERMITE ACERCAR LOS RODILLOS TRANSPORTADORES AL PUNTO DE TRABAJO.



MANDO DE SIMULTANEIDAD DE LAS PRENSAS EN GENERAL.



VISTA POSTERIOR DEL MANDO DE SIMULTANEIDAD, MOSTRANDO EL RIEL DE CARGA Y DESCARGA DE HERRAMENTALES DE LA PRENSA Y EL ACCIONAMIENTO DE AVANCE POR EL OPERADOR.

#### 4-2. INSTALACIÓN EN UNA PRESNA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA.

##### C.- PRESNA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA MÜLLER.

En algunas prensas automáticas el ajuste de la carrera del carro se obtiene mediante la acción de microswitchs accionados por levas, como es el caso de las prensas hidráulicas automáticas y de percusión. Por este motivo carecen de rotor de fin de carrera (rotary).

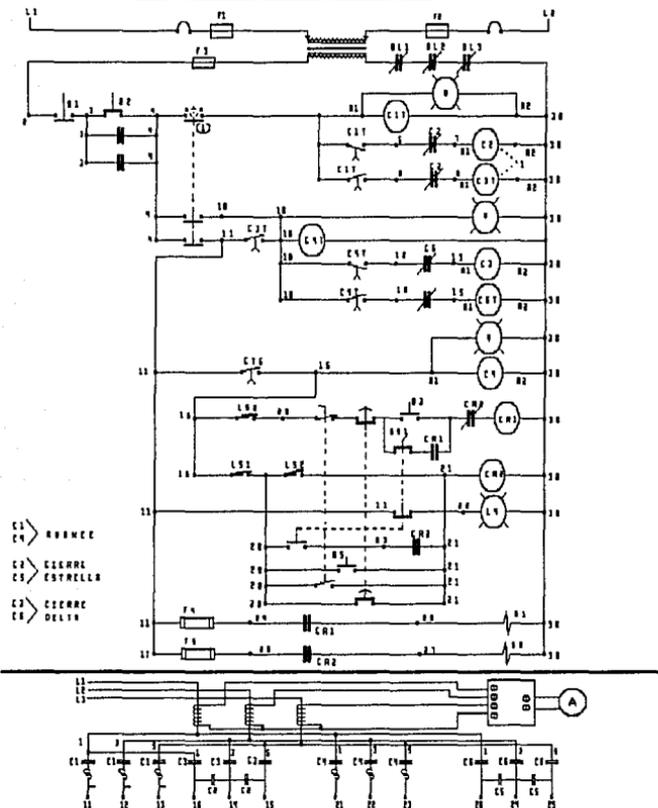
El diagrama 5 pertenece a una prensa hidráulica automática MÜLLER (OC-1), equipada con microswitchs de inicio y fin de carrera; relevadores de arranque de bombas de presión hidráulica; relevadores de control de carrera; 2 botones de accionamiento normalmente abiertos y 2 de emergencia normalmente cerrados, así como dispositivos anexos.

La prensa en cuestión, se utiliza para la realización del BLANK, (corte de la lámina y 1ª conformación). Dividiendo los movimientos en cuatro ciclos obtendremos:

<u>MOVIMIENTOS PRESNA.</u>	<u>MOV. OPERADOR</u>	<u>MOV. AYUDANTE</u>
C1.- Descenso del carro.	Accionamiento de descenso.	-----
C2.- Corte.	-----	-----
C3.- Blank.	-----	Retiro de lámina sobrante.
C4.- Ascenso del carro.	Mover la lámina hacia adelante.	Retiro del blank.

Despues de observar los puntos para la optima posición del resguardo (pag.68), se determinó que los ciclos 1º y 2º son los de mayor riesgo y que una vez realizado el corte, es necesario retirar manualmente los sobrantes sin que los ciclos 3º y 4º representen un peligro para el operador y el ayudante.

DIAGRAMA 5. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC-01.



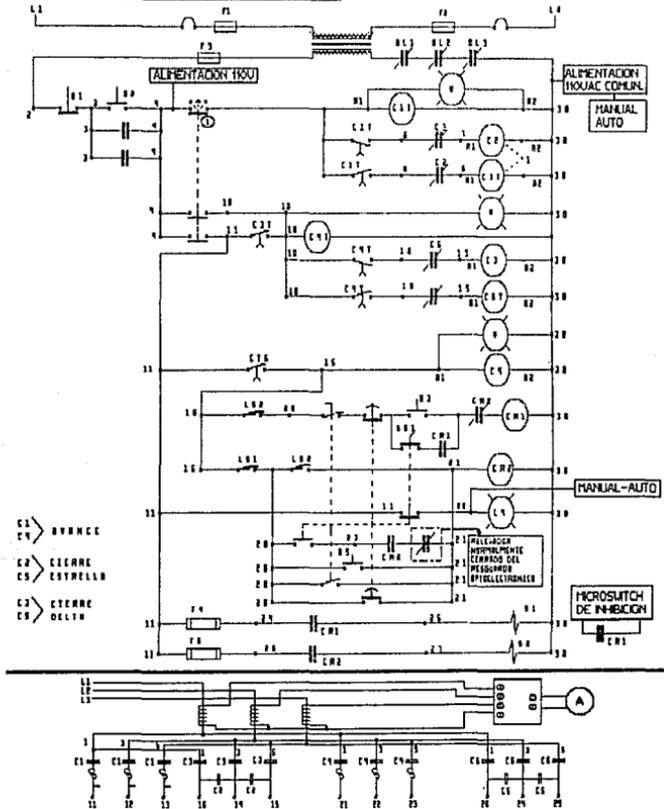
Como el control de resguardos únicamente cuenta con un dispositivo de inhibición para el 4º ciclo, fue necesaria la implantación de un microswitch con su respectiva leva conectado en paralelo al sistema de inhibición, cuya función es bloquear el funcionamiento de resguardos en el ciclo 3º, para que el ayudante pueda retirar la lámina sobrante traspasando la barrera luminosa, sin que ésta actúe sobre el relevador de elevación, y así poder continuar con la acción de conformación del blank.

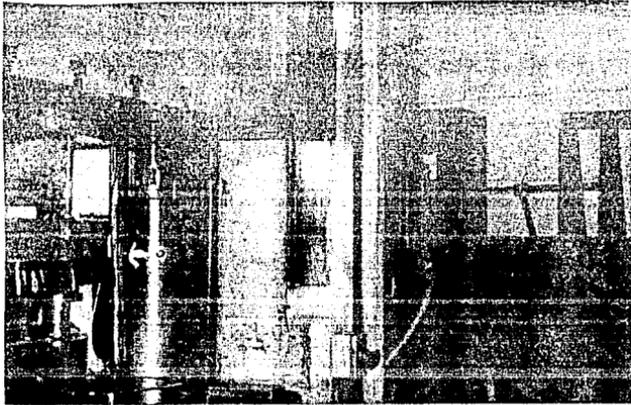
El diagrama 6 muestra la instalación de estos dispositivos en el panel de control de la prensa OC-1, siendo estos, todos los requerimientos necesarios para la intalación, además de los expuestos en el capítulo 4-1.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

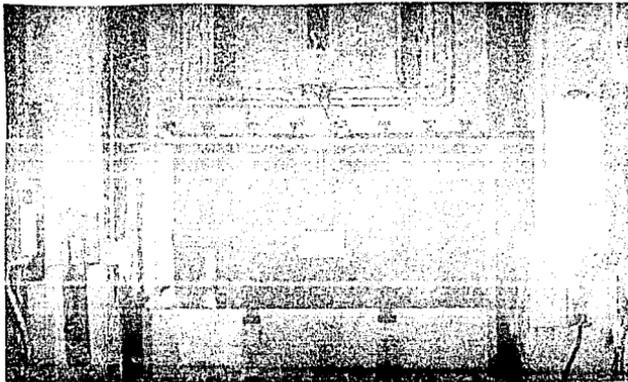
- 79 -

DIAGRAMA 6. DIAGRAMA ELECTRICO. PRENSA OC-01.  
INSTALACION DE RESGUARDOS.

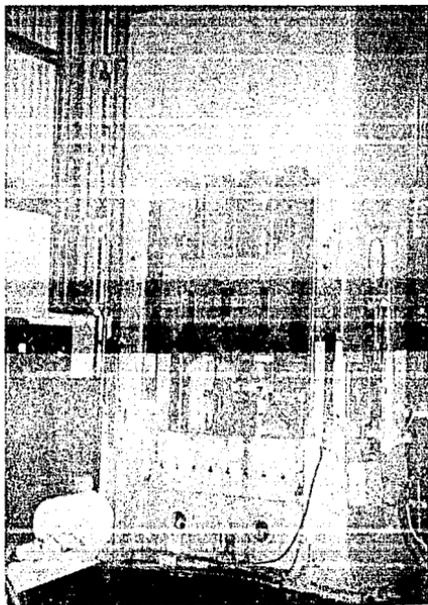




VISTA POSTERIOR DE LA PRENSA HIDRÁULICA "MÜLLER", DONDE SE APRECIA LA INSTALACIÓN DEL RECEPTOR INFRARROJO.



VISTA FRONTAL DE LA HERRAMIENTA DE CONFORMACIÓN PARA CORTE DE BLANK DE LA PRENSA MÜLLER. SE APRECIAN LOS RESGUARDOS INFRARROJOS A UNO Y OTRO LADO DE LA PRENSA.



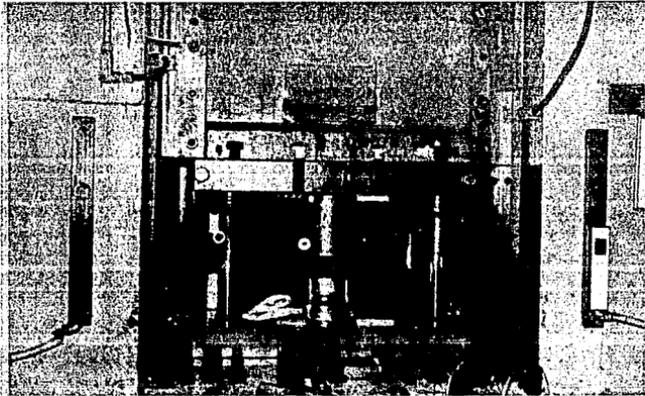
PRENSA HIDRÁULICA AUTOMÁTICA "MÜLLER", DONDE SE APRECIA EL CARRO, EL ERRAMENTAL DE CONFORMACIÓN, LOS RESGUARDOS INFRARROJOS A UNO Y OTRO LADO DEL BASTIDOR Y EL PANEL DE CONTROL DE LA PRENSA (IZQUIERDA).

**4-3. INSTALACIÓN EN UNA PRENSA DE PERCUSIÓN.**

**D. PRENSA DE PERCUSIÓN GAMEI.**

El diagrama 7 perteneciente a una prensa de percusión GAMEI trabaja en forma similar a la prensa hidráulica, aunque para su funcionamiento, combina la forma de control de las prensas mecánicas e hidráulicas.

Para la instalación, se siguen las indicaciones anteriormente señaladas para la prensa CLEARING.



PRENSA DE PERCUSIÓN "GAMEI", DONDE SE APRECIA LA  
INSTALACIÓN DE RESGUARDOS INFRARROJOS SIN SOPORTES,  
DADA LA PLANICIDAD QUE PRESENTA EL BASTIDOR.



VISTA POSTERIOR DE LA PRENSA "GAMEI", DONDE SE MUESTRA  
EL RECEPTOR Y EMISOR INFRARROJOS INSTALADOS EN EL  
BASTIDOR. TAMBIÉN SE APRECIA UN DISPOSITIVO DE SEGURIDAD  
PARA RETIRAR EL CENTRO DESPUÉS DEL PREFORMADO.

#### V. CONCLUSIONES

El resguardo optoelectrónico mostrado en el presente proyecto, demostró ser un dispositivo adecuado, cuyo objetivo de protección contra posibles accidentes permite al operador trabajar con mayor seguridad y en un ambiente menos tenso, aumentando su eficiencia y productividad.

Por sus dimensiones, el resguardo puede ser instalado a poca distancia del punto de trabajo, permitiendo colocar los transportadores más cerca del obrero y por tanto, disminuir la fatiga y aumentar la productividad.

El resguardo permite al operador trabajar con una libertad total de movimientos. Además cuenta con el sistema de inhibición, integrado en el control, que permite entrar al punto de trabajo en el momento en que el carro sube, sin componentes adicionales. Esto permite que el operador trabaje en forma continua y favorece el ciclo continuo de trabajo, sin ofrecer un riesgo por errores.

El resguardo provee de control al ayudante cuando el operador comete algún error; evita que la prensa repita un ciclo cuando alguno de los operadores está en la zona de trabajo.

Por sus características de diseño, el resguardo optoelectrónico puede ser fabricado e instalado por la empresa, abatiendo los costos de manera considerable, puesto que los componentes en un 100% pueden ser adquiridos fácilmente con diferentes proveedores, siendo posible mandar fabricar las piezas de difícil manufactura, como son los circuitos impresos y los cortes de acrílico.

El mantenimiento del sistema es sencillo y barato, pudiendo ser remplazado cada módulo (control, emisor o receptor), mientras se proporciona el mantenimiento o también se puede reemplazar la unidad deteriorada por otra nueva.

La resolución del resguardo puede aumentarse, colocando circuitos receptores en paralelo. Esta opción permite hacer mínima la distancia entre los fototransistores y permitirá proteger los dedos, en condiciones que así lo requieran.

La versatilidad del sistema también permite hacer más pequeña cada torre a lo largo y así disminuir la distancia entre los fototransistores y aumentar su resolución, como también adecuarlo al espacio del que se dispone para la instalación de los resguardos.

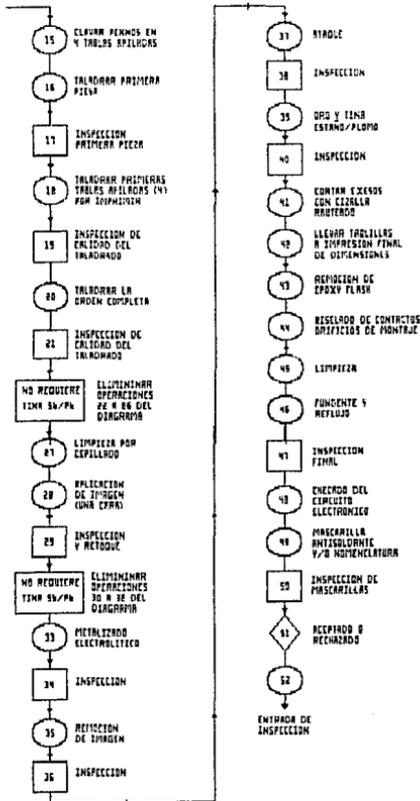
La luz infrarroja puede ser sustituida por luz incandescente que, a su vez, puede o no, ser amplificada mediante lentes dependiendo de la velocidad de respuesta y las condiciones extremas de trabajo o suciedad del ambiente.

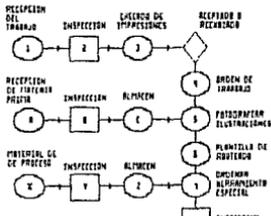
En general el resguardo optoelectrónico, ha demostrado ser un dispositivo confiable, eficiente y económico, que permite un aumento de la producción al hacer más segura la maniobra de ciclo continuo en las prensas automáticas, ofreciendo una seguridad al operador y disminuyendo accidentes y costos indirectos de operación, así como las altas cuotas del Seguro Social, que se imponen a empresas de alto riesgo.

ANEXO 1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS DE UNA CARA.

TABULAS DEL DIAGRAMA

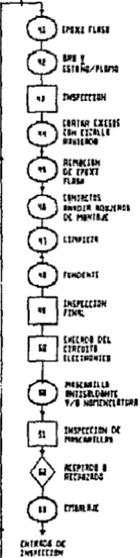
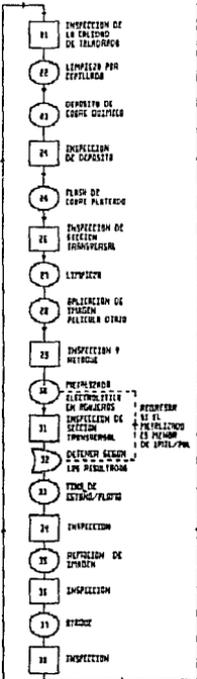
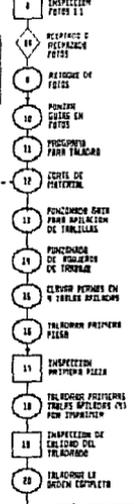
FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS METODO HUMEDO





**ANEXO 2.**  
**CIRCUITO IMPRESO.**  
**DIAGRAMA DE FLUJO**  
**DEL PROCESO PARA**  
**DOS CARAS.**

ENTRADA DEL MATERIAL  
 JUSTIFICACION



ENTRADA DE INSPECCION

**ANEXO 3.**

**MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS.**

**LISTA POR DEPARTAMENTOS:**

**FOTOMECANICA:**

PRODUCTO	USO	PROVEEDOR
1. Pelicula Kodaline .004"	Duplicado de negativos o positivos.	American Photo S.A. Tel. 5 21-85-20
2. Revelador Kodak.	Revelado de pelicula Kodak. Division Artes Graficas.	Kodak Mexicana S.A. de C.V. Tel. 5 77-32-44
3. Pelicula directa .007"	Duplicado de negativos o positivos.	Litoesecorios S.A. Div. Artes Graficas.
4. Pelicula reversible .007"	Duplicado de negativos o positivos.	Tel. 5 61-07-11 3 52-11-00 3 52-40-00
5. Revelador Riston.	Revelado de pelicula Riston.	
6. DIAZO .007	Pelicula para exponer DRY-FILM	"
7. Pelicula D-100. Cromo line.	Imagen en el stencil.	Tubelite. S.A.
8. Bloqueador de pantalla.	Tapar malla en stencil.	Probst. S.A. de C.V. Tel. 3 94-78-66
9. Fotoemulsion.	Aplicar imagen en stencil.	" 76-80 " 72-72 " 74-59
10. Sensibilizador AS.	Dureza a la imagen.	Juema. Tel. 6 55-37-00
11. Laca COPILAC 206.	Sensibilizar placa / plantilla de perforado.	Artes Graficas Internacionales S.A. de C.V. Tel. 5 87-33-77
12. Revelador COPUREV 200.	Revelador placa / plantilla de perf.	" 39-17 " 37-67
13. Algodón industrial	Limpiar stencil.	Tispaletria.
14. Diurex 1/2"	Armedo de planillas.	Papelaria.
15. Clarasol.	Levantado de imagen.	Tienda.
16. Tinta china.	Retoque de pelicula.	Tienda.
17. Resistol 5000.	Pegado de malla.	Tispaletria.
18. Thiner.	Limpieza de marcos.	Tispaletria.

**CORTE:**

PRODUCTO	USO	PROVEEDOR
1. Lámina fibra de vidrio en 1 onza de cobre por pie cuadrado, una cara. 1.58mm (0.062") de espesor en el epoxy. (F.V. 10-1C-1/16).	Fabricación de circuito impreso 1 cara.	Norplex o General Electric.
2. Lámina fibra de vidrio en 1 onza de cobre por pie cuadrado, una cara. 1.58mm (0.062") de espesor en el epoxy. (F.V. 10-2C-1/16).	Fabricación de circuito impreso 2 caras.	Norplex o General Electric.
3. Fenolico xxx P.C. en 1 onza de cobre por pie cuadrado, una cara. 1.58mm (0.062") de espesor. (xxx P.C. 10-1C-1/16)	Fabricación de circuito impreso 1 cara.	

**ESTACADO Y GUIAS.**

**PERFORADO.**

**REBARBADO:**

1. Lija para agua N. 100.	Se coloca en las lijadoras para quitar los rebabas en las placas perforadas.	Mapolería.
---------------------------	--	------------

**DEPOSITO DE COBRE ELECTROLESS O COBRE QUIMICO SHIPLEY:**

1. Acido Sulfúrico Q.P.	Se adiciona en la tina de microalaque (SHIPLEY)	RAW Materiales.
2. Peróxido.	Se adiciona en la tina de microalaque (SHIPLEY)	RAW Materiales.
3. Cleaner Conditioner 230	Limpiador de placas perforadas.	SHIPLEY.
4. Preposit. Rich. 745	Microalacante de placas.	SHIPLEY.
5. Catalprep.	Sólo se utiliza como pre-catalizador y mezclado con el Catalposit 44, como catalizador.	SHIPLEY.

PRODUCTO	USO	PROVEEDOR
6. Calaprep 44.	Se utiliza con el Calaprep 404 como catalizador.	SHIPLEY.
7. Accelerator 240.	Acelera el catalizador para mantenerlo activo y lograr un buen depósito de cobre.	SHIPLEY.
8. Cuposil 251 M.	Se utiliza en la línea del depósito de cobre químico.	SHIPLEY.
9. Cuposil 251 A.	Se utiliza en la línea del depósito de cobre químico.	SHIPLEY.
10. Cuposil Z.	Se utiliza en la línea del depósito de cobre químico.	SHIPLEY.

DEPOSITO DE COBRE ELECTROLITICO O COBRE QUIMICO - Mac. GERMAN:

1. Acido Sulfúrico Q.P.	Como microstacante con el 5 - 6	RAW Materiales.
2. Sulfato de Cobre.	Como parte del microstacante.	RAW Materiales.
3. Metex 9267.	Limpido de placas perforadas.	Quimetal S.A. de C.V.
4. Metex P.T.H. G 5 - 5	Componente del microstacante.	Quimetal S.A. de C.V.
5. Metex P.T.H. G 5 - B	Componente del microstacante.	Quimetal S.A. de C.V.
6. Metex P.T.H. G 5 - W	Tableta para el microstacante.	Quimetal S.A. de C.V.
7. Metex predip 9008	Solo funciona como pre-catalizador combinado con el 9070 M como catalizador.	Quimetal S.A. de C.V.
8. Metex P.T.H. 9070 M	Se utiliza como catalizador junto con el predip 9008.	Quimetal S.A. de C.V.
9. Metex 9074.	Es un acelerador que prepara la placa para un rápido depósito de cobre. Se utiliza mezclado con el 9008.	Quimetal S.A. de C.V.
10. Metex 9075.	Se utiliza junto con el Metex 9074 en la línea del acelerador.	Quimetal S.A. de C.V.
11. MA cu Dep. 70 - A	Componentes para la preparación de la solución para el depósito de cobre Electrolyte o Cobre químico.	Quimetal S.A. de C.V.
12. MA cu Dep. 70 - B		
13. MA cu Dep. 70 - C		

**LIMPIEZA:**

PRODUCTO	USO	PROVEEDOR
1. Persulfato de Amonio.	Limpieza de placas antes de aplicación de imágen y mascarilla.	RAW Materiales.
2. Acido Sulfúrico.	Enjuague ácido antes de la aplicación de la mascarilla.	RAW Materiales.
3. Sosa Caustico.	Levanta la Tinta de impresión de trayectorias.	RAW Materiales.
4. Ajax neutro.	Como limpiador al tallar las placas con la Scotch Brite antes de la aplicación de imágen.	Tienda.
5. Fibra Scotch Brite.	Tallados de las placas, antes de impresión de imágen y de mascarilla.	Tienda.
6. Trajo de algodón blanco.	Secado de placas después de cada operación húmeda.	Romano.

**IMPRESION:**

1. Tinta 9461 Mac. Dermid.	Impresión de imágen en placas de una y dos caras. Tinta curada por calor.	Quimetal S.A.
2. Tinta 9434 Mac. Dermid.	Impresión de imágen en placas de una y dos caras. Tinta curada por rayos Ultra Violeta.	Quimetal S.A.
3. Tinta azul Etch Resist Grace.	Impresión de imágen en placas de una y dos caras. Tinta curada por rayos Ultra Violeta.	Darex S.A. de C.V.
4. Tinta verde anisoldadura 9412.	Impresión de mascarilla anisoldante. Tinta curada por U. V. Circuitos de dos caras, perforaciones metalizadas.	Quimetal S.A. de C.V.
5. Tinta verde anisoldadura . SR 1900. HISOL	Impresión de mascarilla anisoldante. Tinta curada por U.V. Circuitos de dos caras, perforaciones metalizadas.	Hisol Hindael de México. S.A. de C.V.
6. Tinta verde anisoldadura . G B W.	Impresión de mascarilla anisoldante. Curada a calor .Circuitos de una cara.	Hisol Hindael de México. S.A. de C.V.
7. Solvente 000 006	Se utiliza para limpiar los estenciles y rebojar las tintas térmicas.	G. B. W. de México.

PRODUCTO	USO	PROVEEDOR
8. Xilol.	Se utiliza en rebojar las tintas curadas por rayos U. V.	Droguería Cosmopolita.
9. Trapo blanco de algodón.	Limpieza de stenciles.	
10. Tinta blanca GBW.	Impresión de serigrafía de componentes en el respaldo de circuitos de 1 cara. Tinta curada por color.	GBW de México.
11. Tinta blanca 9421 Mac. Dermid.	Impresión de serigrafía de componentes en el respaldo de circuitos de 2 caras con perforaciones metalizadas.	Quimetal S.A. de C.V.

**RETUQUE.**

**DEPTO. DE METALIZADO COBRE - Estano/Plomo:**

1. Acido Sulfúrico Q.P.	Como activador en la tina antes del cobre electrolítico.	RAW Materiales.
2. Acido Fluobórico.	En el baño de estano/plomo y como activador antes de este.	RAW Materiales.
3. Fluorato de Estano.	En el baño de estano/plomo.	Hershaw Juarez.
4. Fluorato de Plomo.	En el baño de estano/plomo.	Hershaw Juarez.
5. Formaldeido.	En el baño de estano/plomo.	Hershaw Juarez.
6. Sulfato de Cobre.	En el baño de cobre ácido.	RAW Materiales.
7. Acido Bórico.	En el baño de estano/plomo.	RAW Materiales.
8. Acido Clorhidrico.	En el baño de cobre ácido.	RAW Materiales.

**COBRE - Estano/Plomo - Mac. DERMID:**

1. Metex Acid Cleaner 9268.	Limpieza inicial a la placa impresa.	Quimetal S.A. de C.V.
2. Metex P.T.H. Etch G - 55.	Microsacante del cobre para placas de circuito impreso.	Quimetal S.A. de C.V.
3. Metex P.T.H. Etch G - 5B.	Microsacante del cobre para placas de circuito impreso.	Quimetal S.A. de C.V.
4. Metex P.T.H. Etch G - 5W.	Microsacante del cobre para placas de circuito impreso.	Quimetal S.A. de C.V.

PRODUCTO	USO	PROVEEDOR
5. Technic P.B. Brigh Tener.	Abrillantador para cobre acido (electrolitico).	Quimetal S.A. de C.V.
6. Tartan Sn - Pb 9255.	Abrillantador para estaño/plomo.	Quimetal S.A. de C.V.
7. Tartan Sn - Pb Make Up 9256.	Abrillantador para estaño/plomo.	Quimetal S.A. de C.V.

**COPPER - Estaño/Plomo - SHIPLEY:**

PRODUCTO	USO	PROVEEDOR
1. Limpiador 811.	Limpieza de placas impresas.	Shipley.
2. Microlacante 748.	Microtaque a placas impresas.	Shipley.
3. Abrillantador Cobre.	-- o --	-- o --
4. Abrillantador Estaño/Plomo.	-- o --	-- o --

**ATACADO:**

1. Solución 9110 Mac Dermid.	Para atacar exclusivamente en máquina, circuitos cubiertos con tinta o estaño/plomo.	Quimetal S.A. de C.V.
2. Acido Crómico (escamas).	Para atacar circuitos de 2 caras por inmersión en lina. (Alternativo).	Harshaw Juarez.
3. Acido Sulfúrico.	Se combine con el A. crómico para atacar en lina. (Alternativo).	RAW Materiales.
4. Cloruro Férrico.	Para atacado de cobre en circuitos de 1 cara. (Alternativo).	RAW Materiales.
5. Percloruro de hierro.	Para atacar en lina circuitos de 1 cara en caso de no encontrar el cloruro férrico.	RAW Materiales.
6. Amoniaco.	Se utiliza para limpiar las partes de la máquina de atacado.	RAW Materiales.

**ACONDICIONADO:**

1. Acondicionador Mac. Dermid 9110.	Quita mediante enjuague por inmersión, residuos contaminantes.	Quimetal S.A. de C.V.
2. Trozo de algodón limpio.	Secar placas después de enjuague.	

REFLUJO:

- |                               |   |         |
|-------------------------------|---|---------|
| 1. Aceite comestible vegetal. | Para llenado del criol donde se introducen las placas para sacarles brillo. | Tiende. |
| 2. Detergente neutro.         | Quitar la grasa en la placa después del reflujo.                            | Tiende. |
| 3. Trozo blanco de algodón.   | Secar placas después de enjuague.   |         |

**ANEXO 4.**  
**EQUIPO Y HERRAMIENTAS PARA LA FABRICACION DE CIRCUITO IMPRESO (C.I.)**  
**POR DEPARTAMENTO.**

EQUIPO	USO	PROVEEDOR
1. Equipo desionizador de agua con capacidad para 2800 litros diarios.	Tratamiento de agua para los procesos de galvanoplastia.	Industrias Mars. S.A. Tel 3 97-98-00 " -23-87 y " -84-06.
2. Equipo Tratamiento aguas residuales.	Tratamiento aguas de desecho.	-
3. Compresor de aire con purificador de aceite y agua, con capacidad de 5 HP y tanque de almacenamiento de 1000 kg.	Funcionamiento de: Máquinas de perforado (Perforado). Lijadoras orbitales (Retabecado). Desbloqueador de stencil (Fotomecánico). Router neumático (Corte).	-
<b>FOTOMECANICA:</b>		
1. Cámara expositora con marco de vacío y lámpara para película virgen. Con área de exp. de 30.5 x 45.7 cm (12" x 18")	Duplicado de negativos o positivos.	
2. Cámara expositora con marco de vacío y lámpara de 5 KWalta, para exposición de mallas sensibilizadas con marco (stencil).	Exposición de stenciles.	Probst S.A. de C.V. Tel. 3 94-78-66 " 72-72 " 76-88
3. Mesa con cubierta de acrílico opaco blanco de 50 x 70 cm y lámpara para iluminación del acrílico.	Retoque y armado de planillas.	Arte y Materiales.
4. 8 tensores para mallas con varillas para marcos de 60 x 45 cm.	Estiramiento de la malla en el marco.	Probst S.A. de C.V.
5. Mueble de acero inoxidable con lina copele cubierto, lámpara y drenaje (según diseño).	Desbloqueo del stencil.	Varios.
6. Tarje acero inoxidable.	Enjuse de negativos o positivos.	Varios.
7. Pistols de presión por agua.	Quitar película y bloqueador en el stencil.	De Vibiss.
8. Reglo metálicos de 40 cm.	Corte de películas.	Papeleria.
9. Juego de graphos. (Leroy)	Tapar puntos en positivo.	Arte y Materiales.
10. Juego de cortadores. (Exacto)	Reparación de negativos.	Arte y Materiales.

EUROS	USO	PROVEEDOR
11. Compás de precisión.	Elaboración dibujos de mascarilla.	Papelería.
12. Regla metálica de 50 cm.	Se utiliza para marcar líneas de corte o conectores en negativo.	Papelería.
13. Juego de graphos. (Leroy)	Tapado de puntos.	Arte y Materiales.
14. Cortador Exacto.	Sirve como rasador para retocar.	Arte y Materiales.
15. Compás de precisión para entintar.	Para marcar centros de perforación grandes.	Papelería.
16. Tijeras medianas.	Para cortar tela y película.	Ferretería.
17. Restirador p/dibujo. 90 x 122 cm.	Elaboración de dibujos de mascarilla.	Arte y Materiales.
18. Pincel 00 (dos cerros).	Para aplicar tinta en positivos y retocar malla de stencil.	Papelería.
19. Tinas de plástico. 40 x 50 x 5 cm.	Se utiliza para vaciar la solución de revelado y fijador de la película.	American Photo.
20. Tina de plástico. 30 x 40 x 10 cm.	Contiene la solución de revelado para la planilla de perforado.	Ferretería.
<b>CORTE:</b>		
1. Cizalla manual o automática con cuchilla de 125 cm.	Corte de lámina para la fabricación de circuitos impresos.	Ferretería.
2. Piezometro Stanley 2mts.	Poner medida en cortadora.	Ferretería.
3. Juego de llaves españolas de 1/4" - 1".	Ajuste de máquinas, poner tope y sujetarlo.	Ferretería.
<b>CORTE (final).</b>		
1. Cizalla manual con cuchilla 60 cm.	Separación de circuitos terminados.	Ferretería
2. Cortador de ángulo con cuchilla de 17 cm por lado.	Elaborar saques en las orillas del circuito para dejar la medida del peine (terminal).	Ferretería.
3. Punzonador con matriz de 2" de diámetro.	Se utiliza para saques que van en el interior del circuito.	Ferretería.

## BIBLIOGRAFIA

- Berenstein, H. Circuitos Integrados CMOS, Editorial Paraninfo, Madrid; 1983.
- Bishop, Owen, Montajes Electrónicos con Células Solares, Editorial CEAC, Barcelona; 1982.
- Bishop, Owen, Proyectos de Control Remoto, Editorial CEAC, Barcelona; 1981.
- Eirnarson, S. Norman, Printed Circuit Technology, Publicado por PCT, Massachusetts; 1977.
- Hill, J. Frederic, et al Peterson, R. Gerald, Teoría de Conmutación y Diseño Lógico, Editorial Limusa, México; 1982.
- Lilen, H., Circuitos Integrados MOS y CMOS. Principios y Aplicaciones, Trad. Puig Ferran, Editorial Marcombo, Barcelona; 1980.
- Maloney, J. Timothy, Electrónica Industrial. Dispositivos y Sistemas, Editorial Prentice Hall, México; 1986.
- Malvino, Paul Albert, Principios de Electrónica, Editorial McGraw-Hill, México; 1979.
- Manual de Prevención de Accidentes Para Operaciones Industriales, Trad. Diorki. National Safety Council, Editorial Mapfre, Madrid; 1979.
- Parr, A. E., Circuitos Básicos de Ordenador, Editorial CEAC, Barcelona; 1981.

RCA Guía de Reemplazo para Series SK de Estado Solido.  
SKG202D. Copiryght 1985 by RCA Corporation.

Wilson, F.A., Elementos de Electrónica. Tecnología de los  
Semiconductores. Tomo 3. Editorial CEAC, Barcelona;  
1982.

#### NOTAS

- 1.- Manual de Prevención de Accidentes Para Operaciones Industriales. Trad. Diorki. National Safety Council, Editorial Mapfre, Madrid; 1979, p. 948.
- 2.- Ibid. p. 948.
- 3.- Ibid. p. 948.
- 4.- Ibid. p. 951.
- 5.- Ibid. p. 957.
- 6.- Wilson, F.A., Elementos de Electrónica. Tecnología de los Semiconductores. Tomo 3. Editorial CEAC, Barcelona; 1982, p. 78.
- 7.- Lilen, H., Circuitos Integrados MOS y CMOS. Principios y Aplicaciones, Trad. Puig Ferran, Editorial Marcombo, Barcelona; 1980, p. 254.
- 8.- Berenstein, H. Circuitos Integrados CMOS, Editorial Paraninfo, Madrid; 1983, p. 66 y 67.
- 9.- Ibid. p. 200 y 201.
- 10.- Bishop, Owen, Montajes Electrónicos con Células Solares, Editorial CEAC, Barcelona; 1982, p. 9 y 10.
- 11.- RCA Guía de Reemplazo para Series SK de Estado Sólido. SKG202D. Copyright 1985 by RCA Corporation, p. 7-6.
- 12.- Ibid. p.7-2.
- 13.- Hill, J. Frederic, et al Peterson, R. Gerald, Teoría de Conmutación y Diseño Lógico, Editorial Limusa, México; 1982, p. 52.
- 14.- Lilen, H. Op. Cit. p. 10.

KELSEY-HAYES DE MEXICO, S.A. RINES Y ESTAMPADOS



MARZO 16, 1990.

A QUIEN CORRESPONDA.

Por medio de la presente hago constar el óptimo funcionamiento de los resguardos optoelectrónicos instalados en las prensas 0c-14 (Bliss), 0c-01 (Muller), 0c-18 (Ganey) y 0c-20 (Clearing). Cuya investigación, desarrollo y fabricación fue realizada por Jorge Háymez Galván e instalada por el personal de la empresa bajo su supervisión.

Atentamente,

Ing. Alejandro Reyes G.  
Jefe De Ingeniería. Hantto.  
Rines de Acero.

KELSEY-HAYES DE MEXICO, S.A. RINES Y ESTAMPADOS



MARZO 16, 1990.

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente hago constar el óptimo funcionamiento de los resguardos optoelectrónicos instalados en las prensas Oc-14 (Bliss), Oc-01 (Mullen), Oc-18 (Gomey) y Oc-20 (Clearing). Cuya investigación, desarrollo y fabricación fue realizada por Jorge Háyner Galván e instalada por el personal de la empresa bajo su supervisión.

Atentamente,

Dña. Lizett Cabrera C.  
Jefe De Seguridad.  
Rines de Acero.

ESTE LIBRO FUE EDITADO POR  
EDITORIAL JUAREZ<sup>SA</sup>  
SALVADOR DIAZ MIRON N°. 142-C Y D  
(ENTRE NARANJO Y SABINO)  
COL. STA. MA. LA RIBERA 06400 MEXICO, D.F.  
DELEGACION CUAUHTEMOC  
TELS. 541-01-41 Y 541-12-93