

ORGANO OFICIAL DEL

# 64(78) COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS

## 620 R TEMARIO



- 2 COMENTARIO
- 3 XV CONVENCION DE UPADI
- 10 SELECCION Y AJUSTE DE LOS CONTROLADORES  
EN UN SISTEMA DE CONTROL MULTIVARIABLE.  
Ing. Víctor Ml. Alfaro
- 18 TRES AÑOS DESPUES  
Pert. Top. Marcos Sequeira
- 20 PROBADOR DE CIRCUITOS INTEGRADOS  
Ing. Jorge E. Badilla Pérez
- 26 SEMINARIO DE PLANIFICACION REGIONAL Y UR-  
BANA.
- 28 DE LA ASOCIACION DE ESPOSAS DE INGENIEROS  
Y ARQUITECTOS.
- 30 BATERIAS CD-NI.  
Ing. Ismael Mazón G.  
Ing. Jorge G. Murillo B.
- 38 REGULADOR AUTOMATICO DE FACTOR DE PO-  
TENCIA.  
Ing. Guillermo Loría Martínez  
Ing. Julio César Quintana Morales

# 64

ABRIL - MAYO - JUNIO 1978







Av. 3y5 Calles 3y5 San José  
Tel: 21-01-22

# Para el acabado perfecto de residencias y edificios

★ PISOS ASBESTO VINIL

2 2.4 y 3 mm

★ CIELOS ACUSTICOS

*Residenciales y Comerciales*



★ PIEZAS SANITARIAS



★ VIDRIOS, ALUMINIOS Y CELOSIAS

★ PUERTAS PARA BAÑO

★ ESPEJOS BISELADOS

★ SOBRES Y TRABAJOS ESPECIALES

★ CERRADURAS *Tipo RESIDENCIAL e  
INSTITUCIONAL*

★ RECUBRIMIENTO PARA PISOS  
Y PAREDES

**CAMDURA**

## CONSULTE NUESTRO SERVICIO DE INSTALACIONES



**SINONIMO DE  
CALIDAD  
CONFIABILIDAD  
Y RESPONSABILIDAD**



# MAGON



## la casa del constructor

### ABRE SUS PUERTAS EN Ave:10



FERRETERIA EN GENERAL  
MATERIAL ELECTRICO  
BATIDORAS PARA CONCRETO  
BOMBAS PARA AGUA,  
Eléctricas y a Gasolina.  
VIBRADORES PARA CONCRETO  
COMPRESORES, SOLDADURAS

Y MUCHISIMOS OTROS MATERIALES PARA SU CONSTRUCCION  
AMPLIA ZONA DE PARQUEO

Ahora con sus dos locales:

**SAN JOSE**  
Frente Cementerio Obrero  
Tel: 22-48-66  
Apartado 449 – Centro Colón

**LIBERIA**  
50 mts. Sur de la Gobernación  
Tel: 66-04-11  
Apartado 120 – Liberia



# SURPLYSA

## SURTIDORA DE PLYWOOD S.A.

300 MTS. OESTE  
25 NORTE DEL  
TEATRO LIBANO

Se complace en ofrecerle todo para construcción y ornamentación



PLYWOOD (variedad) como: CEDRO, CAOBILLA, CENIZARO, CRISTOBAL, PINO, SURA, etc.

TUBERIA (Industrial y cañería)

FORMICA (El surtido mas completo del mercado)

PINTURAS (Toda la gama)

HIERRO PARA TECHO

RIEL PARA CLOSET

LOZA SANITARIA

AZULEJOS

MOLDURAS

TEL: 23-18-18  
21-61-49

**AMPLIA ZONA  
DE PARQUEO**

PEGAMENTOS  
TAPICERIA (uretano, tachuelas) etc.

ADEMAS OFRECIENDOLES EL MEJOR SERVICIO - PRECIOS LOS MAS BAJOS Y NUESTROS ARTICULOS DE LA MEJOR CALIDAD "A SUS ORDENES"



**LA EXPERIENCIA DE SUS DIRECTORES EN DIVERSAS  
RAMAS DE LA INGENIERIA, PERMITEN OFRECER:**

- ESTUDIOS TECNICO-ECONOMICO
- DISEÑO BASICO
- INGENIERIA DE DETALLE
- ASESORIA Y SUPERVISION

BUFETE DE INGENIERIA S.A. TEL: 24-17-39  
CARRERA 5457 San Jose, Costa Rica



sinónimos de lujo y categoría:  
**CARIARI INTERNATIONAL COUNTRY CLUB**  
**Y ALFOMBRA MAGICA**



Acorde con su prestigio, en el Cariari International Country Club, uno de los clubs de más categoría del país, todo el área de su nuevo bar y restaurante (350 metros cuadrados) fueron lujosamente alfombrados con ALFOMBRA MAGICA.

en los lugares de categoría  
se alfombra con



**ALFOMBRA MAGICA S.A.**  
**TEL.: 39-00-55**





La cerveza... más cerveza **TROPICAL SIN DISCUSION!**





PRODUCTO CENTROAMERICANO

COSTA RICA  
EL SALVADOR  
GUATEMALA  
HONDURAS  
NICARAGUA  
PANAMA



PARA CONDUCCION  
DE AGUA

# "POLITUBO" TUBERIA FLEXIBLE DE POLIETILENO

## CARACTERISTICAS PRINCIPALES

Dimensiones y pesos indicados son aproximados

DIAMETRO M/M	NOMINAL PULGADA	PESO POR KGRS/M	UNID.* LBS/PIE	LONGITUD	DIAMETRO MM	EXTERNO PULGADA	RESIST. PRESION KGRS/CM <sup>2</sup>	RESION LBS/PULG <sup>2</sup>	
12.7	1/2	0.0879	0.059	100.0 M	19.4	0.76	4.2	60.0	
19.0	3/4	0.1601	0.1075	100.0 M	25.5	1.00	4.2	60.0	
25.4	1	0.2508	0.1685	100.0 M	32.7	1.28	4.2	60.0	
31.7	1 1/4	0.3569	0.2398	100.0 M	41.6	1.63	4.2	60.0	
35.1	1 1/2	0.4896	0.3290	50.0 M	48.0	1.88	4.2	60.0	
50.3	2.0	0.5186	0.3434	50.0 M	58.7	2.31	4.2	60.0	

Politubo ofrece economía de  
costo inicial, de transporte  
y de instalación en ciertas  
aplicaciones.

Fácil instalación  
No pierde presión

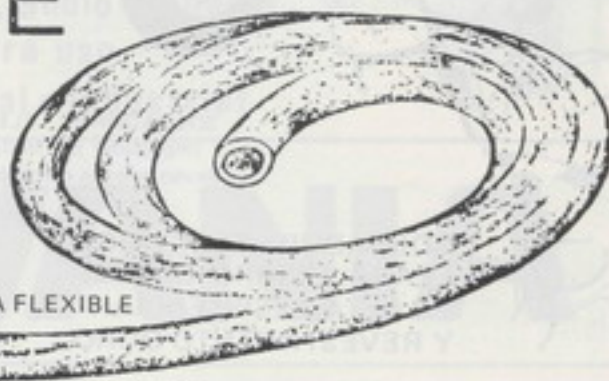
Politubo fácil adaptación en cualquier  
tipo de terreno.

No requiere pegamento.

## EN ROLLOS DE 100 Y 50 METROS

Requiere poco accesorio.

Politubo se puede doblar durante la instalación  
para así facilitar el paso alrededor de árboles o  
rocas y obstáculos.



TUBERIA FLEXIBLE



# moda-21 s.a.

CONFECCION E INSTALACION DE CORTINAS  
Y DAMASCOS PARA MUEBLES

Tel. 21-39-64 - Apdo. 1357

San José, Costa Rica

- CONFECCION E INSTALACION DE CORTINAS
- BELLOS DAMASCOS PARA MUEBLES
- PRECIOSOS DISEÑOS DE PISO VINILICO
- IMPORTACION DIRECTA DE TODOS NUESTROS ARTICULOS



PRESUPUESTOS SIN COMPROMISO

## INGENIEROS, ARQUITECTOS, CONTRATISTAS, QUE CONOCEN, PREFIEREN LO MEJOR...



SOLDADORAS ELECTRICAS MILLER  
Impulsadas por motor a gasolina.  
Sirven además como planta eléctrica.



Soldadoras eléctricas tipo transforma-  
dor, para corriente 110/220 voltios.

SOLDADURA ELECTRICA  
PARA HIERRO DULCE,  
ALTA RESISTENCIA  
Y REVESTIMIENTO DURO.

# MILLER HNOS LTDA

TELEFONOS. 22-43-83 y 22-44-83 - APARTADO: 2890



# NO EMPLEAMOS TODO NUESTRO TIEMPO EN FABRICAR TUBOS

Cuando se habla de "Sylvania", lo primero en que se piensa es en lámparas. Fluorescentes, incandescentes, y los famosos "Flash Cubes". Sin embargo, nosotros fabricamos también prácticamente todo lo demás relacionado con la iluminación. Desde los accesorios para conectar transformadores a la línea eléctrica, hasta los toma corrientes de pared. Ahora bien: ello incluye cosas pequeñas, como por ejemplo cajas de fusibles o disyuntores de circuitos, y grandes, como sistemas completos de distribución, subestaciones unitarias y tableros de control. Realmente si Ud. puede suministrar el alambrado, nosotros nos encargamos de todo lo demás.



Lámparas Fluorescentes,  
Incandescentes,  
Mercurio, Sodio y Cuarzo  
para uso  
Comercial o Industrial

# SYLVANIA

TELEFONO: 32-33-34

SAN JOSE—LAS PAVAS

APARTADO: 10130





# Así es más fácil colocar bellos pisos en su construcción

Instalando con economía, locetas de  
asbesto-vinil de la gran variedad Flint Kote.



PARQUETTE



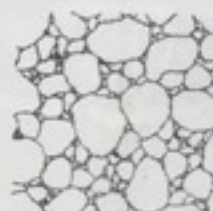
TAZA



ALMIERA



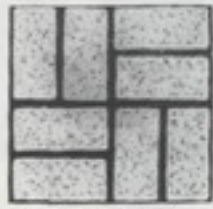
MICROFLEX



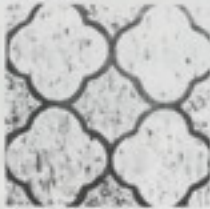
RENDEZ VOUS



PIEDRA



MADISON BRICK



ADRIANI



CLASSIC ROYALE  
Servicio Pesado



CLASSIC E  
Servicio Pesado

La elegante variedad Flint Kote, constituye  
la mejor manera de resolver el problema de los  
pisos en su construcción.

Visite Cebi, S.A., elija los diseños y colores que más  
le agraden y compruebe la economía de tiempo y  
dinero que brindan las locetas de asbesto-vinil  
Flint Kote. Además contamos con un equipo  
profesional para su instalación inmediata.

Distribuidores Exclusivos:



Calidad al servicio  
de su construcción

Teléfonos: 21-63-76 y 23-09-09

San José, Costa Rica

# piensa pintar? qué tipo de pintura emplear?



Hay, como quien dice,  
cientos de pinturas diferentes:  
Para exteriores. Para interiores.  
Para proteger contra la humedad.  
Contra el comején. Pinturas de agua.  
De aceite. Barnices.  
En fin, que cada parte de la

casa y cada casa en particular  
requiere un tratamiento distinto.  
Kativo tiene todos los tipos  
posibles de pinturas. Por eso,  
si piensa pintar, comience por el  
principio. Pregúntele a quién más  
conoce de pinturas.

**en pinturas, como en todo,  
el que sabe, sabe!**  
**consulte a su distribuidor** **KATIVO**





# **NOS INTERESA SU OBRA...**

**POR ESO LE  
RECOMENDAMOS  
EL EFICIENTE  
SISTEMA  
GUNITE**

**SERVICIO  
INMEDIATO  
A SU DISPOSICION**



**CONCRETO INYECTADO A PRESION  
PARA TODO TIPO DE CONSTRUCCION  
UNICO EQUIPO EN EL PAIS CON PERSONAL EXPERTO**

**LLAMENOS: TELEFONO: 23-32-74**



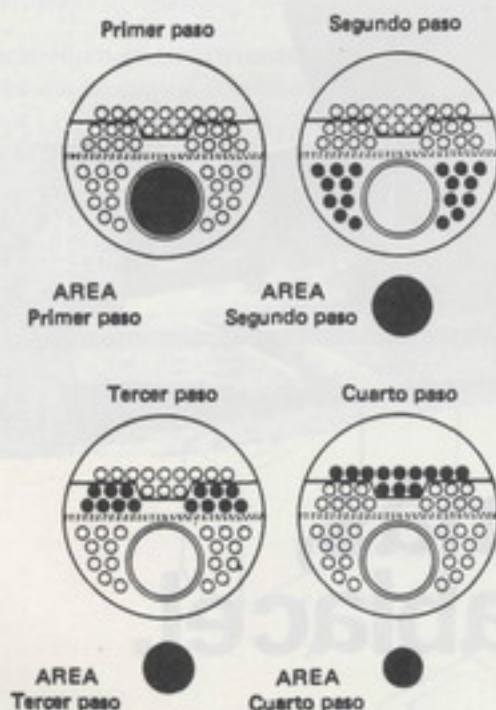
**Piscinas Pacific**

**CALLE 1A. Y AVENIDA 1A.**

## CALDERAS DE LA CONOCIDA MARCA

**Cleaver**  **Brooks®**

**de 15 a 700 H.P.**



# 25 AÑOS

de experiencia para un servicio eficiente y un completo surtido de repuestos en

**MATRA**

El distribuidor que atiende sus problemas de financiamiento.

## CONFIABLES PLANTAS ELECTRICAS



**CATERPILLAR**

PARA TODAS LAS NECESIDADES  
EN UN AMPLIO RANGO DE  
VOLTAJES Y POTENCIAS.

### PLANTAS ELECTRICAS

Modelo	No. Cilindros	Consumo	Potencia*
3304 NA	4 en línea	5 gph	55/50
3304 T	4 en línea	7 gph	75/60
3304 T	4 en línea	8.5 gph	100/85
3306 T	6 en línea	10 gph	125/105
3306 T	6 en línea	12 gph	150/130
3306 TA	6 en línea	14 gph	175/150
3406 T	6 en línea	15 gph	200/175
3406 TA	6 en línea	17 gph	250/200
3408 T	8 en "V"		275/225
3408 TA	8 en "V"		300/265
3412T	12 en "V"		350/300
3412T	12 en "V"		400/330
3412TA	12 en "V"		500/440
D 398	12 en "V"	52 gph	641/566
D 399	16 en "V"	68 gph	870/770

\*Potencia: servicio de emergencia/continuo.

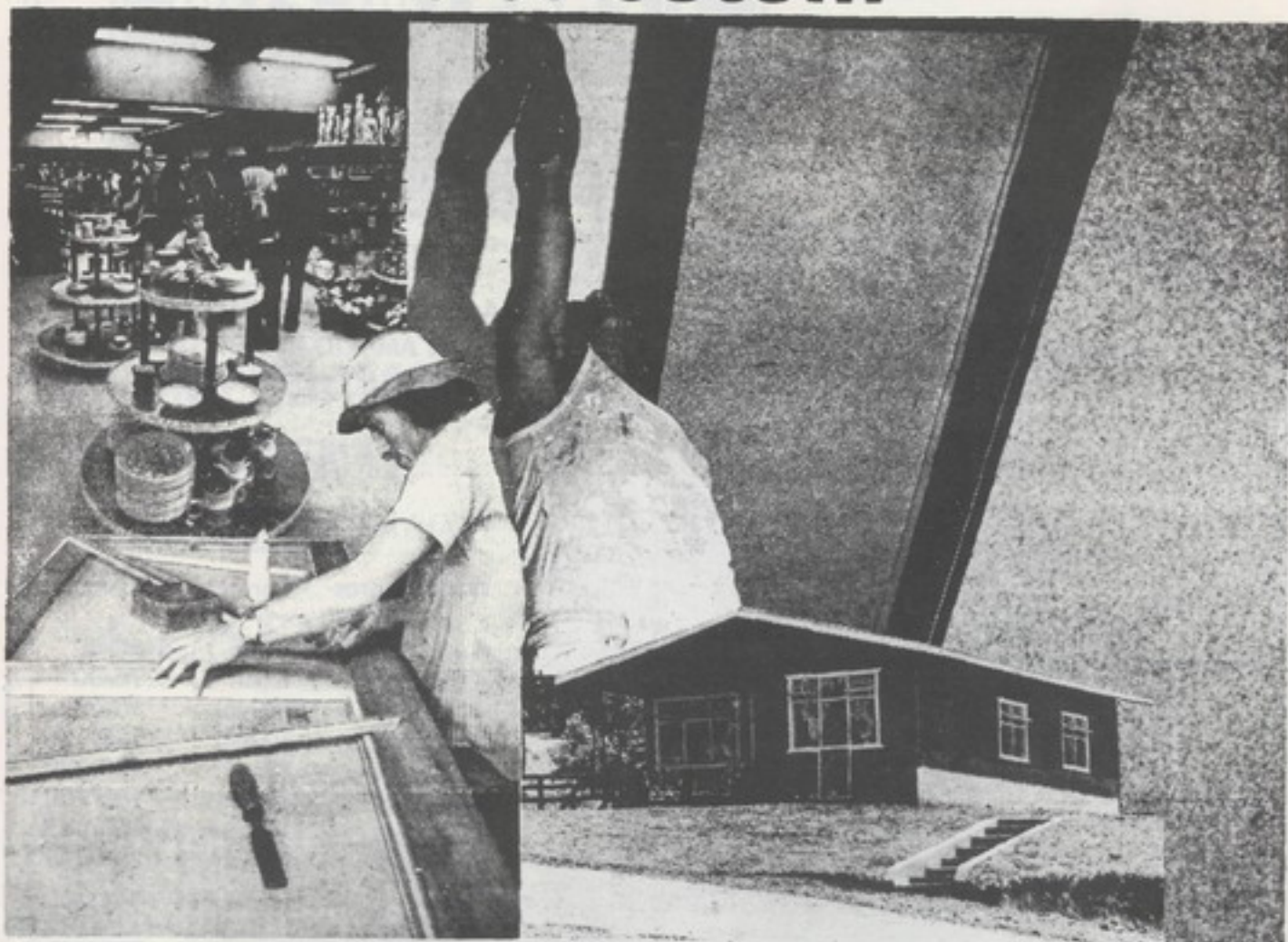


**MATRA**

MAQUINARIA Y TRACTORES LTDA.  
San José, Costa Rica  
Telex: CR-2110  
Apartado 426  
Teléfono: 21-00-01



# Por esto...



## y mucho más, se prefiere Tablcel.

Todos lo prefieren. El Centro Comercial El Pueblo para sus cielos rasos, y terminados. Pisos S.A. para fabricar la nueva estantería de Tienda La Gloria, Mueblería La Colonial para la fabricación de sus muebles. Puertas y Molduras S.A. para elaborar mejores y duraderas puertas y Diseños Prefabricados S.A. para la construcción de sus atractivas casas prefabricadas.

Todo hecho a base de Tablcel.

Sí, porque Tablcel demostró sus cualidades en uso. Porque ahora se produce con la más moderna maquinaria importada de Alemania y porque sólo Tablcel le da un tablero de madera aglomerada de fino acabado, resistente, en cantidad de espesores y en un económico tamaño de 175 x 305 cm.

Por esto y más se prefiere Tablcel, el más moderno tablero de madera aglomerada.



**MADERAS AGLOMERADAS S.A.**

Oficinas en San José.  
Teléfonos: 21-40-40 y 22-79-79  
Apartado: 4036  
Fábrica en San Joaquín de Flores,  
Teléfono: 41-24-49

# BLOQUES DE **TICO BLOQUE SUPERIOR S.A.**

**SI ES UNA BUENA INVERSION**  
**Respaldamos la calidad de**  
**nuestros productos**

Nuestros bloques están hechos bajo las normas más rígidas de calidad.

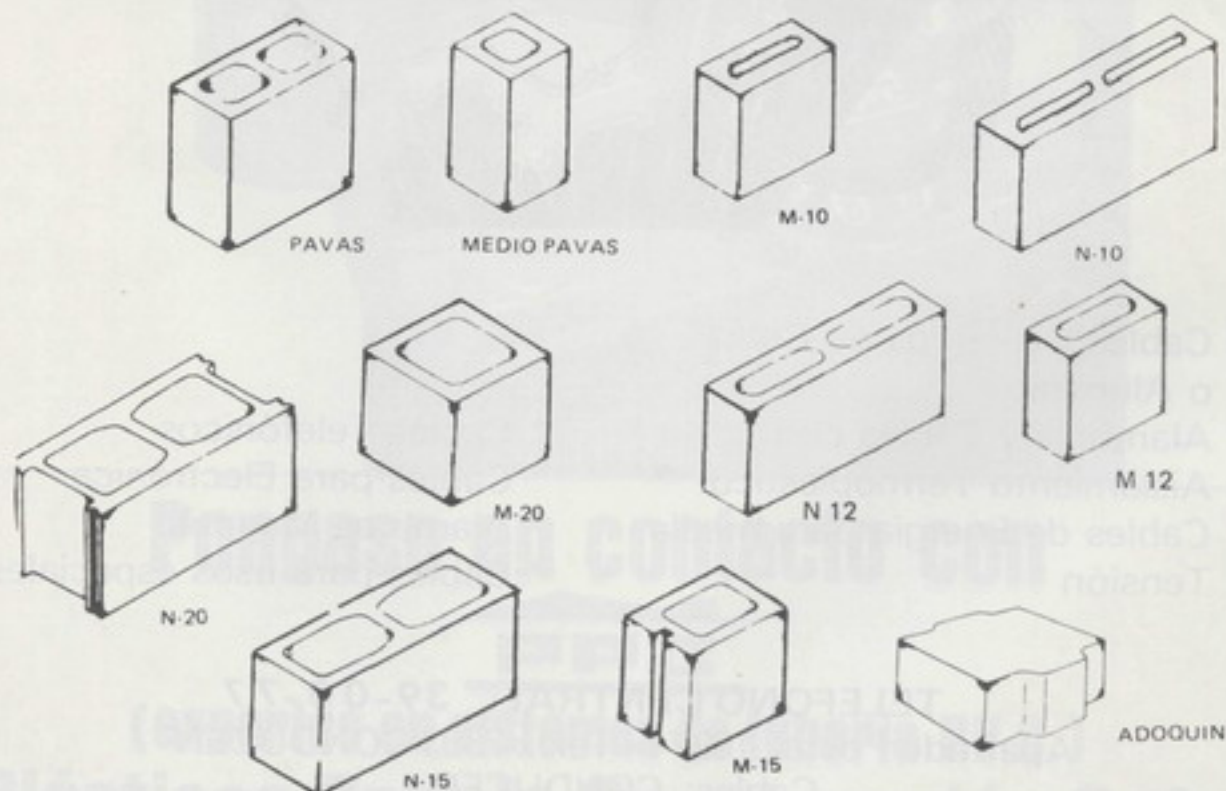
Todo bloque que sale al mercado de TICO BLOQUE SUPERIOR S.A.

ofrece calidad y respaldo al constructor, dados por continuas pruebas de Laboratorio.

Sea decisivo en su construcción y aproveche a construir con lo mejor.

¡No se arrepentirá!

**Estos son los famosos productos**  
**TICO BLOQUE SUPERIOR**



**construya con lo mejor...**

Teléfonos: 25-96-56  
25-85-25

Apartado 601 San José





## CONDUCTORES ELECTRICOS



- \* Cables Desnudos de Cobre o Aluminio
- \* Alambres y Cables con Aislamiento Termoplástico
- \* Cables de Energía para media Tensión
- \* Cables Telefónicos
- \* Cables para Electrónica
- \* Alambres Magneto
- \* Cables para usos especiales

**TELEFONO CENTRAL: 39-00-77**

Apartado Postal 10274 - Telex 7503 CONDUCTEN

Cables: CONDUCTEN  
San José, Costa Rica

# **Si lo que usted necesita son sistemas de tubería:**

**agua caliente  
cañería  
eléctrica  
riego  
sanitarias**



## **Pongase en contacto con**



**(expertos en sistemas de tubería P.V.C.)**

**Plásticos Para la Construcción S. A.**

**EL MAYOR FABRICANTE DE TUBERIA P.V.C. EN COSTA RICA**



# ESTRUCTURAS DE ACERO

*Ing. Rafael E. Cañas R.*

TELEFONO  
27-37-54

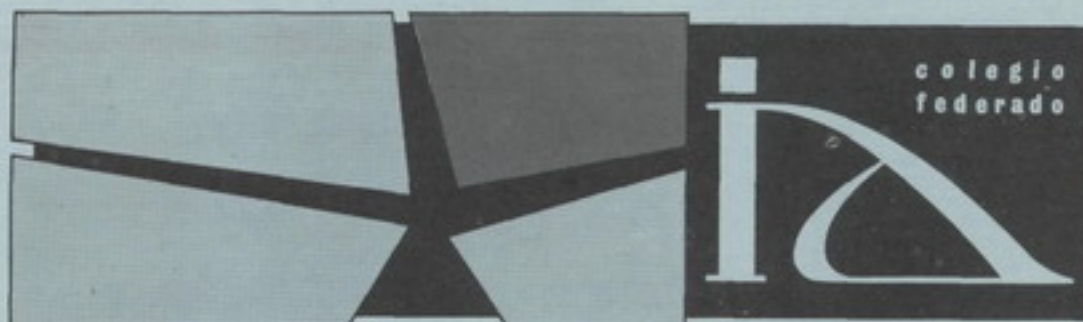
San José, Costa Rica

APARTADO  
988



**MARCOS DE ALMA LLENA Y ALMA ABIERTA**  
**MARCOS DE CHAPA DELGADA**  
**TANQUES PARA AGUA Y COMBUSTIBLES**  
**CERCHAS Y TODO TIPO DE ESTRUCTURAS**  
**EN ACERO**

**DE LA Y GRIEGA 200 SUR**  
**CARRETERA A DESAMPARADOS**



## ORGANO OFICIAL DEL COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

### CONTENIDO

No. 64 ABRIL - MAYO - JUNIO 1978

- 2 COMENTARIO
- 3 XV CONVENCION DE UPADI
- 10 SELECCION Y AJUSTE DE LOS CONTROLADORES EN UN SISTEMA DE CONTROL MULTIVARIABLE.  
Ing. Víctor M. Alfaro
- 18 TRES AÑOS DESPUES  
Pert. Top. Marcos Sequeira
- 20 PROBADOR DE CIRCUITOS INTEGRADOS  
Ing. Jorge E. Badilla Pérez
- 26 SEMINARIO DE PLANIFICACION REGIONAL Y URBANA.
- 28 DE LA ASOCIACION DE ESPOSAS DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS.
- 30 BATERIAS CD-NI.  
Ing. Ismael Mazón G.  
Ing. Jorge G. Murillo B.
- 38 REGULADOR AUTOMATICO DE FACTOR DE POTENCIA.  
Ing. Guillermo Loria Martínez  
Ing. Julio César Quintana Morales

El Colegio no es responsable de los comentarios u opiniones expresadas por sus miembros en esta revista. Pueden hacerse reproducciones de los artículos de esta revista, a condición de dar crédito al autor y al CFIA, indicando la fecha de su publicación.

### Dirección

Avenida 4a. Calle 42

**Teléfono 23-01-33**  
**APARTADO: 2346**  
**SAN JOSE**

### HORAS DE OFICINA:

Lunes a Viernes  
De 8 a.m. a 12 m.  
De 2 p.m. a 6 p.m.

Ing. Ana María Salgado Sayao  
Directora Ejecutiva

Sr. Donald Cruz Castrillo  
Jefe Administrativo



COMISION EDITORA  
Arq. Bruno Stagno L.  
Ing. Martín Chaverri R.  
Ing. Rafael A. Sánchez B.  
Ing. Róger Lorenzo B.  
Coordinador

Editada por



*Distribuidora*  
**PUBLICITARIA IUA**

Luis Burgos Murillo  
Editor



# EDITORIAL

## NOMBRADA NUEVA COMISION EDITORA

*Con la entrega de la Edición No. 64, de la Revista del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos, deseamos comunicarles un asunto importante para la futura marcha de esta revista.*

*A iniciativa de la actual Junta Directiva General se nombró una nueva Comisión Editora, que atenderá todo lo relativo a las futuras publicaciones de nuestra revista.*

*Con el propósito de lograr una mayor coordinación y eficiencia en esta labor, la Comisión Editora está formada por un representante de cada Colegio. De esta manera se espera una mayor participación de los colegas, en el aporte de artículos acorde a cada una de las especialidades que representan.*

*Este nuevo esfuerzo que hacen un grupo de estimables colegas, tiene el propósito de estimular a otros más, con el fin de que nuestra revista represente en todo sentido nuestras inquietudes profesionales.*

*Podemos sentirnos orgullosos de tener en nuestras manos en este momento la Edición No. 64 de nuestra revista. Para que esto haya sido posible habria mucho que decir, sinembargo tenemos la seguridad de que no escapa al entendimiento de nuestros colegas toda esta lucha y sacrificio silenciosos que al través de muchos años han hecho posible esta hermosa realidad.*

*Pensemos por un momento, cuanto más podremos lograr en beneficio de nuestra revista y el Colegio si aunamos esos esfuerzos con igual entusiasmo y cariño el mayor número posible de colegas!*

*Para que todo sea posible, les instamos a ponerse en contacto con el respectivo Miembro de la Comisión Editora de cada Colegio.*

*Ing. Roger Lorenzo B.  
Miembro de la Comisión  
Coordinador  
Colegio de Ingenieros Electricistas,  
Mecánicos e Industriales.  
Tel: 25-85-82*

*Arq. Bruno Stagno L.  
Miembro de la Comisión  
Colegio de Arquitectos  
Tel: 22-90-84*

*Ing. Rafael A. Sánchez B.  
Miembro de la Comisión  
Colegio de Ingenieros Civiles  
Tel: 26-08-45*

*Ing. Martín Chaverri R.  
Miembro de la Comisión  
Colegio de Ingenieros Topógrafos  
Tel: 25-53-35*



# XV

## CONVENCION DE UPADI

Instituto de Ingenieros de Chile

El Tema Central de la XV Convención UPADI que organiza el Instituto de Ingenieros de Chile, a realizarse en Santiago entre el 1o y el 7 de Octubre de 1978, es:

### LA INGENIERIA ANTE EL SIGLO XXI

Bajo esta idea matriz, el temario fijado para la Convención contempla los siguientes temas específicos:

- Alimentos
- Comunicaciones
- Concentraciones Urbanas
- Energía
- Medio Ambiente y su Impacto Socio-Económico
- Minería
- Transportes

El presente documento es la base para ponencias de los participantes.

### Consideraciones Generales en torno al Tema Central.

La Humanidad atraviesa por un período apasionante, de extraordinario desarrollo científico y tecnológico que ha permitido importantes aplicaciones de la ciencia en la solución de diversos problemas de la Sociedad y, además, proporcionar mayor salud, confort y esparcimiento al ser humano. En este proceso la Ingeniería ha tenido un papel relevante, tanto en el estudio y la realización de dichas aplicaciones, como en su operación y manejo.

Sin embargo, y a pesar del enorme desarrollo de la Ciencia y la Técnica durante el presente siglo, las perspectivas de la Humanidad en el Siglo XXI se ven ensombrecidos por la proyección de las dificultades



que ya se manifiestan en nuestros días y por la generación de nuevos problemas.

Una primera serie de problemas deriva de las crecientes necesidades de la Humanidad, como la disponibilidad de alimentos y de energía.

Una segunda serie de problemas tiene su origen en la desigual repartición de los beneficios y de los bienes entre los países y entre los hombres.

Una tercera serie de problemas se relaciona con la inconveniente aplicación de los logros científicos y tecnológicos, de modo que muchas de ellas, en lugar de favorecer la realización personal y la superación del hombre, tienden más bien a empobrecerlo intelectual, cultural y moralmente.

Finalmente una cuarta serie de problemas, relacionados con los del tipo anterior, se refiere a las limitaciones que puede sufrir el hombre frente a un medio ambiente inadecuado y a una sociedad cada vez más absorbente que tiende a disminuir en forma creciente su margen de libertad. La calidad de vida y la defensa del ámbito personal son pues, también, aspectos importantes por considerar en este evento.

#### Papel de la Ingeniería.

Gran parte de los problemas esbozados se han debido a que muchos aspectos del proceso de desarrollo de la Humanidad se han generado en forma más o menos espontánea, sin una adecuada aplicación racional de la inteligencia y capacidades humanas para prever el sentido del proceso ni para encauzarlo adecuadamente en beneficio de la Humanidad.

Si se permitiera que este proceso continuara en esta forma, los problemas que hoy detectamos se agudizarían extraordinariamente en el próximo siglo.

Para encontrar soluciones a estos problemas la acción del ingeniero adquiere inigualable relevancia. En efecto, el tipo y profundidad de su formación profesional y su experiencia en el manejo de métodos y procesos, en los cuales logra un gran conocimiento de los hombres y de los sistemas de organización y administración, hace que los ingenieros estén sin duda muy bien preparados para esta tarea.

De allí la importancia que le hemos asignado a la idea matriz "LA INGENIERIA ENTE EL SIGLO XXI", pues son los métodos de la ingeniería y la capacidad de los ingenieros los que permitirán una correcta previsión de las características de la Sociedad en el próximo siglo y encontrar desde hoy las soluciones a los problemas detectados.

#### Algunas Consideraciones Especiales.

Los países de América tienen diferencias substanciales entre sí que derivan principalmente unas de sus diferentes grados de desarrollo y las otras de sus distintas condiciones geográficas.

Así, las soluciones buscadas serán distintas para cada país, pero deberán tender a disminuir las diferencias entre ellos y simultáneamente a provocar una mayor igualdad entre sus habitantes.

Es necesario integrar equipos de especialistas de diversas disciplinas que en conjunto analicen desde un comienzo los diversos aspectos de cada tema y elaboren soluciones en que se unan las exigencias de todas las disciplinas involucradas.

#### Consideraciones Finales.

Esperamos que la magnitud, profundidad y trascendencia del Tema Central y del Temario de la Convención sean una justificación valedera a las imperfecciones y debilidades de este "Documento Base", con el que pretendemos incentivar y encauzar los trabajos que se presentarán a la consideración de la XV Convención.

#### ALIMENTOS

La comisión preparatoria de la Conferencia Mundial de la Alimentación de 1974 estableció, al aprobar el programa de la Conferencia, los lineamientos generales de una estrategia internacional para resolver el problema alimentario mundial, concediendo máxima prioridad al objetivo de aumentar la producción de alimentos con los propios países en desarrollo. El objetivo mínimo es que la tasa media de crecimiento de la producción de alimentos, que ha sido de 2,6 por ciento en los doce años precedentes, aumente por lo menos al 3,6 por ciento en los próximos años, y dado el probable aumento de la demanda, los países en desarrollo, considerados en conjunto, tendrán quizás que hacer frente a un déficit anual de 85 millones en los años de malas cosechas.

¿Qué posibilidades reales existen para al menos detener este déficit en el futuro? Hasta ahora no ha podido obtenerse la ayuda desinteresada y masiva de los países desarrollados. Y si bien las Naciones Unidas recomendaron en el año 1963 a dichos países que dedicaran al menos el 1 por ciento del Producto Nacional Bruto a la ayuda de los subdesarrollados, esto no se ha logrado y es posible que nunca se logre.

Es necesario en todo caso que los países pobres aumenten por sí mismos la eficiencia de su sistema alimentario, y, que además puedan controlar el crecimiento vegetativo desproporcionado. En los últimos 30 años, la población americana se ha duplicado, pero el porcentaje de población urbana ha crecido 5 veces. En cambio la producción de granos ha crecido sólo en un 0,5 por ciento anual. Toda Latino América (excepto Argentina) tiene un déficit de alimentos, lo que explica que el 50 por ciento de los menores de 6 años presente algún grado de desnutrición.

El incremento de la producción de alimentos de los países desarrollados ha sido consecuencia de la aplicación de nuevas tecnologías. ¿Será posible transferir éstas eficientemente a los países subdesarrollados? ¿Podrán ellos absorberlas eficientemente? La economía del mundo es hoy día global y progresivamente fuerza a realizaciones que ni los países ricos o pobres podrán lograr en forma aislada. Existe un



mercado internacional de productos alimenticios y éste necesariamente tendrá que ser creciente.

La experiencia nos señala que no es posible mantener un crecimiento económico vigoroso si se frena la producción de alimentos.

Pocos países americanos parecen haber comprendido que el desarrollo agrícola debiera ser prioritario, no sólo para solucionar sus problemas de nutrición, sino que también éste podría ser la base para modernizar su economía. También hay poca comprensión de parte de los países industrializados respecto a este desarrollo, de cual todos dependen.

Sólo un desarrollo agrícola integral podrá sustentar la etapa siguiente — el desarrollo agro industrial — que ofrece enormes posibilidades para absorber la cesantía y permitir el progreso y redistribución de la población en sectores rurales. El simple perfeccionamiento de la agricultura de subsistencia ya no es solución, desde el momento en que el 50 por ciento de la población latinoamericana está ya en áreas urbanas y la mayor parte de ellos viven en cordones de miseria.

El mercado de alimentos del mundo de hoy, nos debe hacer tomar muy en cuenta el sentido global de la economía mundial. Ya no es posible hablar de agroindustrias monoprodutores basadas en la satisfacción solamente de demandas internas, y si queremos competir en mercados más amplios deberían crearse complejos agroindustriales donde se aprovechen marginalmente los subproductos de cada proceso.

Esta opción, que pareciera ser la más rentable, implica elevadas inversiones de capital. Sabido es que en Latinoamérica no existe fácil disponibilidad de medios financieros y por lo tanto puede inferirse que no es viable el postulado, o sea, se cae en un círculo vicioso. . . a falta de capital, ausencia de complejos agroindustriales y vice-versa.

¿Cuáles son las alternativas para romper este impase?

Finalmente debe destacarse que no basta con centrarse en el aumento de la producción y de la productividad del sector agrícola y con mejorar la preservación y la distribución de alimentos. También es indispensable actuar en forma que mejoren simultáneamente el nivel nutricional y el equilibrio alimentario.

## COMUNICACIONES

Durante todo el desarrollo de la humanidad las comunicaciones, entre personas o entre pueblos, han tenido una importancia trascendental en la transmisión del conocimiento y en la posibilidad de comprensión mutua, pero hasta fines del siglo pasado los medios de comunicación permitían nada más que contactos restringidos y de alcance limitado.

A partir de ese momento y por efecto del vertiginoso avance tecnológico alcanzado en este siglo, con su enorme impacto en los aspectos de velocidad de transmisión y de alcance de las telecomunicaciones, se ha establecido realmente la posibilidad de una difusión masiva y casi instantánea de los conocimientos y

de los sucesos, con sus efectos en la amplitud y profundidad del saber de las grandes mayorías y del conocimiento y comprensión recíprocos de los pueblos y puede afirmarse que el desarrollo técnico y económico actual casi no podría concebirse sin el aporte de las telecomunicaciones, que han pasado a convertirse en un índice de progreso.

Desde los puntos de vista socio-cultural y económico, las telecomunicaciones constituyen un factor de importancia decisiva, en especial para países como los del Continente Americano, pues facilitan la integración nacional permitiendo enlazar poblaciones dispersas y separadas por grandes distancias y posibilitan la oportuna y correcta asignación y manejo de recursos a través de la información recibida y entregada por los agentes económicos.

Todo lo dicho plantea, a ingenieros y demás profesionales, un espectro de problemas del que se propone considerar los siguientes, que se estiman relevantes para las Américas en el lapso que resta del siglo XX y que se presentan en un cierto "orden cronológico" relacionado con el desarrollo que actualmente existe en la materia:

- 1.— Creación, implementación y expansión de "Redes Internas" — zonales o nacionales— de transmisión de sonidos o imágenes, ligadas entre sí a través de satélites que pueden ser de propiedad nacional, regional o internacional. Estas redes pueden ser tanto de difusión (unidireccionales o de mensaje con destino libre) como de intercomunicación (bidireccionales o de mensaje con destino fijo). Entre las primeras estarían la televisión y las radio-emisoras, y entre las segundas se contarían las de teléfonos, telex, etc.
- 2.— Desarrollo y expansión del "transporte de datos" con fines de información general, técnica, comercial, etc. Es indudable que en este caso, las telecomunicaciones tienen un objetivo más inmediato y de fuerte contenido económico y que por esa razón tienen un destino y una oportunidad muy definidos.

En relación con los dos temas mencionados cabe preguntarse, ¿hasta qué punto las tecnologías nacionales o regionales pueden o deben desarrollarse e influir en las actividades relacionadas con la creación o expansión de las "Redes Internas" y el "transporte de datos"?

- 3.— Desarrollo y expansión de sistemas de enseñanza y educación, a escala zonal, nacional o regional, mediante sistemas de telecomunicaciones tanto a través de redes existentes como de redes desarrolladas exprofeso.
- 4.— Creación y desarrollo de sistemas de sustitución parcial del transporte de personas (a escala urbana en una primera etapa) para facilitar las relaciones interpersonales, sean éstas de carácter privado, profesional, de negocios o cualquier otro. La consideración de estos temas y la respuesta a las preguntas planteadas constituyen un apogeo de magnitud casi inconmensurable al desarrollo de los pueblos americanos.



## CONCENTRACIONES URBANAS

(La ciudad del año 2000)

Faltan sólo 22 años para llegar al siglo XXI y 22 años ya no constituyen un largo periodo en términos de la vida del hombre. Es menos que la mitad de la duración de su vida y la mayoría de las personas que tienen menos de 40 años vivirán en ciudades el año 2000. No es prematuro pensar seriamente acerca de lo que serán estas ciudades y es nuestra obligación examinar los cambios que se están operando actualmente y las tendencias que al respecto prevalecerán a comienzos del próximo siglo.

Para esta fecha, se prevé la casi duplicación de los actuales 3.500 millones de habitantes del planeta, así los centros urbanos aumentarán sus problemas de transporte, vivienda y salud. La vida será menos apacible en las ciudades y el hacinamiento puede conducir a serios problemas de adaptación mental y social, hasta ahora no bien definidos y en parte desconocidos.

En todas las zonas urbanas el espacio se está haciendo cada día menor. La filosofía básica de los planes con que se espera recibir al año 2000 podría ser la de dar una nueva forma al medio ambiente urbano, con miras a un diseño celular, semejante al sistema que la naturaleza misma utiliza en todas sus manifestaciones, desde el ser unicelular hasta la organización del sistema planetario.

Habría células simples para sectores residenciales y comerciales y para actividades culturales y recreativas que formarían constelaciones de varios tipos de estas células simples. Dichas células formarían conjuntos y estos conjuntos se agruparían en constelaciones y varias de estas constelaciones constituirían la galaxia de una zona metropolitana.

Es un hecho que la actual urbe es representativa del espíritu de nuestro tiempo. Las ciudades, igual que la mayor parte las actividades contemporáneas, se han desarrollado más como resultado de esquemas economicistas de ventas y de publicidad que bajo el imperio de un urbanismo sano. El urbanismo es una fuerza en favor del orden, contra el caos o la espantosa indiferencia.

Cada día se reconoce la necesidad de tomar medidas definitivas a fin de planificar la ciudad.

En la Conferencia Mundial "Habitat 1976" en Vancouver, quedó ya establecido que no es suficiente dar alojamiento a los habitantes. Se trata de que vivan humanizadamente en la ciudad. Este es el desafío que todo Gobierno tiene que abordar con ahínco y decisión. Un torrente demográfico avanza, que amenaza destrucción y caos. Integremos todos nuestros conocimientos. Planifiquemos desde ya las ciudades urbanas.

¿A cargo de quiénes deberá estar la planificación integrada de tan trascendental materia?

He aquí algunas de las principales interrogantes que esas personas deberán resolver:

- ¿Es solución, para todos o algunos de los problemas planteados, la ciudad pequeña con vida propia?
  - ¿Es solución, para las grandes metrópolis, la ciudad dormitorio unida por carretera de tránsito expedito al núcleo industrial o comercial?
  - ¿Es solución la renovación urbana que destruye lo antiguo para dar paso a la construcción moderna? ¿No será mejor un barrio o ciudad nueva debidamente planificada?
  - ¿Hasta dónde conviene orientarse hacia la construcción en altura y de alta densidad?
  - ¿Es solución la villa lejana de construcción horizontal?
- No dejemos esta avalancha al azar.

## ENERGIA

La última Conferencia Mundial de la Energía celebrada en Estambul, Turquía, en Octubre de 1977 consideró un gran número de trabajos e informes agrupados bajo cuatro puntos de vista: Los relacionados con las formas "convencionales" de la energía; los relativos a las formas "no convencionales"; aquellos relacionados con las maneras de ahorrar energía, y los aspectos tecnológicos de la obtención, manejo, transformación y utilización de las diferentes formas de energía.

En el primer caso, que incluyó los combustibles fósiles (hidrocarburos, carbón), la electricidad y, en cierta medida, la energía nuclear (aquella producida por fisión del átomo en cualquiera de sus variantes tecnológicas), se destacó la renovación del interés por el carbón como energético básico y el convencimiento ya casi definitivo de que el petróleo desaparecerá como fuente de energía en los primeros años del próximo siglo.

El segundo grupo de informes dejó en claro que la energía nuclear por "fusión" no estará desarrollada para uso intensivo antes de las primeras décadas del siglo XXI y que, por otra parte, las demás formas de energía no convencional (geotérmica, solar, eólica, bioquímica), no parece que llegarán a ser muy significativas a escala mundial pues, en general, son muy localizadas y no parecen adecuadas para desarrollo masivo, prestándose fundamentalmente para sustituciones o ahorro de las fuentes no renovables de energía.

En el tercer tema, el ahorro de energía, se puso gran énfasis no tanto en la disminución de los consumos como en la disminución o eliminación del desperdicio, lo que en una gran cantidad de situaciones es tanto un problema psicológico y social (por ejemplo: cambio de costumbres) como un problema tecnológico (por ejemplo: mejor eficiencia de procesos).

El cuarto grupo de temas fue de interés más que todo para los especialistas en tecnología de energéticos.

Las características propias de una convención de UPADI, que reúne a ingenieros de todas las especialidades, parece destacar a priori la consideración de



temas de especialidad.

Creemos que despertar conciencia en todos los usuarios, grandes o pequeños, y educarnos respecto al mejor uso de las formas y cantidades de energía que cada uno de nosotros maneja a diario, constituyen un área en la que la guía y la acción de la UPADI pueden ser relevantes.

Para ello, y entre otras acciones, debemos tratar de dar respuesta a preguntas como las siguientes:

- ¿Cómo podemos disminuir o eliminar los desperdicios de energía en nuestra vida familiar, en los procesos industriales, en el transporte de bienes y personas, en la producción de alimentos, etc?
- ¿Cómo podemos ahorrar formas de energía no renovable sustituyéndolas por energía renovable?
- ¿Cómo podemos mejorar la eficiencia de la transformación de una forma de energía en otra?

Simultáneamente debería tratarse de formar conciencia en los respectivos gobiernos nacionales e instituciones internacionales americanas en la urgencia de establecer una clara y definitiva política energética, que debiera tener los grandes objetivos generales?

- 1) Desarrollar la oferta de energía de acuerdo con la economía de cada país o región.
  - 2) Racionalizar el uso de la energía para conseguir la máxima eficiencia en el proceso de conversión desde la fuente primaria hasta su consumo final.
- Para lograr estos objetivos habría que crear y poner en acción los siguientes instrumentos

- a) Políticas de precios.
- b) Políticas de sustitución
- c) Políticas de conservación de la Energía.
- d) Políticas de Investigación científica y tecnológica.
- e) Políticas institucionales a nivel de gobiernos.

## MEDIO AMBIENTE Y SU IMPACTO SOCIOECONOMICO

El medio ambiente ha ido siendo modificado por la acción del hombre a través de toda la historia de la humanidad y aún cuando con distinto ritmo y características en diferentes momentos y lugares, se puede estar cierto de que la acción recíproca hombre-medio ambiente seguirá produciendo cambios en el entorno natural.

No se puede concluir a priori que los cambios ambientales en sí mismos sean perjudiciales para el hombre aún cuando algunos de dichos cambios lo sean, pues, desde un punto de vista exclusivamente biológico, el ser humano parece ser la especie viviente con mayor capacidad de adaptación al ambiente actual de la tierra.

Sin embargo, este éxito de nuestra especie se ha basado, en una manipulación y explotación del medio tal que sus efectos negativos llegarán a ser desastrosos.

Sólo recientemente se ha admitido la existencia

de esa amenaza, comenzándose a evaluar los efectos del "progreso" e iniciando el diálogo sobre la manera de reducir los efectos que son perjudiciales para el sistema ecológico, mediante el empleo de igual capacidad intelectual, científica, técnica o de otra índole que la que creó el desequilibrio.

Es urgente que se reconozcan las consecuencias humanas de la composición, la estructura y la función urbanas en el diseño, la construcción y el funcionamiento de las ciudades. Ningún otro lugar muestra tan claramente cómo el medio pone en peligro la salud y el bienestar como el contraste entre los barrios de una gran comunidad.

Con el crecimiento de la población urbana se ha producido simultáneamente en muchos países americanos una disminución proporcional en la población rural y en la producción agrícola. Estos cambios señalan la interacción existente entre el desarrollo urbano y el rural. La estructuración de un medio rural humanamente aceptable y agrícolamente fructífero podría contrarrestar las tendencias hacia la concentración urbana y mantener al mismo tiempo un programa de producción de alimentos adecuados al crecimiento nacional total.

De todos los cambios ambientales parecen de especial importancia, por su impacto en las comunidades urbanas, los relacionados con la contaminación atmosférica, el nivel de ruidos y la contaminación de suelos y cosechas.

### Contaminación atmosférica.

La contaminación del aire, ha empezado a producirse, como se podía prever, en las zonas urbanas de América Latina, por lo general en relación directa con el grado de urbanización e industrialización y con el uso de vehículos. Ya se ha admitido que es necesario elaborar programas de vigilancia y control de la calidad del aire.

La contaminación del aire debe tratarse también en el plano internacional, ya que las emanaciones locales de dióxido de carbono y de materia en partículas aumentan la cantidad existente de estas sustancias en el aire de todo el mundo.

### Contaminación sonora.

Aunque hay consenso acerca de la amenaza que significa el ruido para la salud, aún no se ha identificado un tipo de exposición al ruido que cause un problema de salud pronosticable para la población en general. Sin embargo, en nuestros días, el ruido se considera uno de los mayores contaminantes urgentes, observándose hace ya algún tiempo que el ruido promedio al cual se está expuesto va cada día en aumento, especialmente en la vecindad de los aeropuertos.

### Contaminación de suelos y cosechas.

Los efectos que el uso de pesticidas pueden



ner, sobre el ser humano y el ambiente que lo rodea, deben ser una preocupación constante. Los países que investigan situaciones potencialmente peligrosas relacionadas con los pesticidas y los residuos que dejan en el ambiente, ya han comenzado a prohibir el uso de pesticidas o residuos clorados. A pesar de que el uso de los pesticidas es aún bajo, se nota un incremento que debe preocupar no sólo a los encargados de este problema, sino también a aquellos que reciben el impacto de la contaminación ambiental.

#### Contaminación por desechos.

La civilización industrial y la elevación del nivel de vida tienen como contrapartida inevitable una producción de desechos cada vez más abundante, de los cuales las materias sólidas (basuras y otras) constituyen una parte importante. Estos desechos sólidos se producen tanto en la vida urbana como en las actividades agropecuarias o mineras, y aunque su destinación principal es el suelo, contaminan el ambiente en forma múltiple. Es característica la heterogeneidad de los desechos sólidos urbanos y en nuestros países predomina en ellos en gran proporción la materia orgánica putrescible (principalmente desechos culinarios) con alto contenido de humedad. Sin embargo, esta composición tenderá en los próximos decenios a seguir, aunque en menor escala, el fenómeno evolutivo que ha experimentado en los países desarrollados, reflejando los cambios en el nivel de vida de la población y contendrá más materiales de envase (papel, cartón, hojalata, vidrio, plásticos) que materia orgánica fermentable.

#### La Calidad de Vida.

Finalmente, cabe enfatizar la conveniencia de dar a la idea de "calidad de vida", el concepto integrador de reunir en sí la medida del agrado o disgusto, de la contaminación o limpieza del entorno, de la aglomeración o tranquilidad de la vida en un determinado lugar, ligando en esa forma las diferentes ciencias o técnicas que deben colaborar en la solución de estos problemas.

### MINERIA

Des hace casi exactamente 200 años, cuando comenzó la Revolución Industrial con el invento de la máquina a vapor por Watt y hasta la fecha, el consumo de minerales, metales y combustibles ha aumentado en 150 veces y, en nuestra época, se duplica entre cada 15 a 20 años.

Tomando en cuenta que las reservas comprobadas de estas materias por lo general lo superan, al ritmo corriente del consumo, un abasto superior a 20-30 años, es legítimo preguntarse cómo la humanidad va a enfrentar sus necesidades dentro de una o dos generaciones, qué va a hacer por ejemplo a principios del Siglo XXI.

Nuestros países deben plantearse el aprovechamiento de su potencialidad minera a través de un desarrollo programado de la explotación de sus recursos, tomando en consideración, cuando existan ventajas, la posibilidad de agregar valor nacional a nuestras materias primas básicas.

El concepto de desarrollo programado de la explotación de dichos recursos mineros dice relación con el hecho de que por tratarse de una riqueza no renovable, el momento y la intensidad de su explotación debe considerar las conveniencias económicas para cada país.

Dado que la actividad minera es fuertemente intensiva en capital, al mismo tiempo que las faenas mineras conllevan un rápido desgaste de la maquinaria, sería conveniente el desarrollo, paralelo al de la minería, de industrias complementarias de ésta, especialmente en lo referente a bienes de capital, repuestos e insumos en general. Por otra parte, el desarrollo de industrias que incrementan el valor agregado nacional a los productos mineros es otro rubro susceptible de expandirse paralelamente con el desarrollo de la minería.

Nuestra civilización siempre ha tenido, en distintas etapas de la historia algún material base. Recordemos la Edad de Piedra, la Edad de Cobre, la Edad de Bronce y, finalmente la presente Edad del Hierro. Obviamente este material —base siempre ha sido el más disponible, el más universal en sus usos y aplicaciones y el más conveniente en su precio. Es totalmente lícito por lo tanto preguntarnos: ¿Cuál será el material o los materiales base de nuestra civilización del futuro inmediato?

Tenemos antecedentes geológicos de que el hierro y el aluminio son los dos metales más abundantes de la corteza terrestre y que, por lo tanto, cada uno en su jardín tiene una pequeña mina de hierro o de aluminio. Sin embargo, ¿alcanzarán nuestros recursos energéticos y nuestra tecnología actual para hacer un uso efectivo de estas materias primas?

En este mismo contexto: ¿Cuáles son las perspectivas de desarrollo de materiales sintéticos, plásticos y otros, en reemplazo de los materiales naturales? El Hombre ya ha ideado maneras y métodos de producir materiales con características programadas y en una variedad asombrosa. ¿Cuáles son los factores limitantes para seguir en esta dirección dentro de los marcos geopolíticos, económicos y energéticos de nuestro continente?

Y hablando de fuentes energéticas: ¿Cuál es la capacidad de este globo finito para autoabastecerse con recursos energéticos de origen mineral? ¿Hemos agotado todas las alternativas naturales disponibles? ¿Hay perspectivas reales de llegar a un "breeder" o al manejo efectivo del proceso de fusión?

A esto hay que agregar otros problemas, que con frecuencia inquietan y ofrecen preguntas: ¿Qué futuro vemos para el cobre, plomo, zinc y otros metales no ferrosos? Esto, tanto del punto de vista de su disponibilidad, como de efectivos usos tecnológicos. ¿Hay un factor de limitación



natural de disponibilidad, como lo señala el informe del Club de Roma o se trata sólo de una visión muy pesimista?

Y si es así: ¿No pasarán de moda algunos minerales o metales, como ha sucedido con el salitre natural o el estaño? ¿Cuáles son las posibilidades y necesidades reales de su sustitución por otros minerales o por materiales sintéticos?

En fin, toda esta problemática, compleja en su naturaleza e insegura en su desarrollo, depende de miles de factores difíciles de prever y menos factibles todavía de modelar a computer, amén del factor casi impronosticable de posibilidades de nuevos descubrimientos revolucionarios.

¿Quién pudo prever los fantásticos desarrollos en semiconductores y su impacto sobre nuestras comunicaciones? ¿Qué impacto tendrán las fibras en telefonía u otros materiales en distintos campos?

Todo esto conforma un fascinante tema de prognosis tecnológica donde puedan llegar a confundirse la ciencia y la ficción y donde todavía resulta difícil mantenerlas separadas. El desafío nuestro en esta oportunidad es el determinar rumbos de desarrollo que sean concordantes con los acontecimientos futuros.

## TRANSPORTES

La contribución que ha prestado el transporte al desarrollo de los países de nuestra América no sólo debe medirse por los parámetros usuales del aporte del sector al Producto Interno, sino que representa también un factor dinámico en el avance e integración de nuestros pueblos. Satisface requerimientos tales como integración nacional y continental, seguridad y relaciones internacionales.

El crecimiento del sector no es autónomo, ya que la capacidad de transporte está determinada por el crecimiento de los sectores productivos y por el crecimiento de la población y el ingreso.

El transporte es hoy en día la gran herramienta material que tiene la civilización moderna para acercar e integrar los pueblos. Tiende a igualar las condiciones materiales de vida de los hombres transpando los recursos de unas regiones a otras y optimizando su aprovechamiento.

La Ingeniería de Transporte es una rama de la Ingeniería que comprende una enorme variedad de técnicas especiales que van desde el proyecto genérico de establecimiento de Políticas Globales de Transporte hasta el proyecto específico acerca de formas de embalar o almacenar mercaderías en tránsito. El uso cada vez más generalizado del contenedor (container) en el transporte de carga ha revolucionado las técnicas de carga, descarga, fletes y ha influido en el diseño de los medios de transporte.

Estas cambiantes condiciones del transporte, aumentadas por las tendencias históricas del desarrollo de nuestros países de América son el desafío que la Ingeniería de Transporte deberá enfrentar en el cer-

cano futuro del Siglo XXI.

El aumento de la población mundial, la que se duplica cada 22 años, unido al aumento de la concentración urbana significará, solo en América Latina, que a comienzos del próximo siglo existirán 100 millones de nuevos ciudadanos urbanos.

Se ha estimado que un ciudadano americano recorrería, a principios del presente siglo, 700Km. como término medio del año. Hoy día ese ciudadano medio recorre 17.000 Km. y se estima que en el año 2.000 recorrerá 30.000 kilómetros al año.

Actualmente la población urbana crece en el mundo a una tasa de 6,50/o anual. Este porcentaje nos indica que la población urbana se duplica cada 11 años. Los transportes deberán posibilitar el expedito, rápido y seguro movimiento de personas y bienes, como así también posibilitar el desplazamiento de los mismos desde y hacia otros países.

Para ello deberá consultarse no sólo nuevos sistemas de transporte y de diseño urbano sino también deberá conciliarse esta solución con las condiciones de ecología del medio y con el uso de fuentes de energía renovables o inagotables como los recursos hidráulicos, madereros, eólicos, nucleares, geométricos, etc.

Desde el punto de vista de cada uno de nuestros pueblos el transporte deberá usar los recursos naturales de los países o regiones y ser congruente con sus características geográficas y factor de progreso en zonas con riquezas naturales inexploradas.

Será objetivo del sector obtener y mantener la mayor eficiencia en los servicios de transporte, tratando de estructurar la oferta en función del óptimo aprovechamiento de los recursos comprometidos, de manera de ofrecer el conjunto de servicios que se requiere a un costo mínimo.

En el contexto multinacional el transporte deberá propender a satisfacer las necesidades que justifiquen su existencia.

En este sentido debería propenderse a crear una infraestructura multinacional que proyecte tanto a través del Pacífico a Australia—Oceanía y Asia como a través del Atlántico al África. Estos continentes constituyen un mercado de miles de millones de seres con necesidades que podemos satisfacer convenientemente y con recursos naturales y productos manufacturados que necesitamos.

Esta infraestructura de transporte deberá ser Multinacional y deberá aprovechar los recursos naturales propios y riquísimos en medio de transporte de cada región como los lagos y ríos navegables que cruzan en todas direcciones nuestros países.

En síntesis el problema que abordará preferentemente la Ingeniería de Transporte de comienzos del siglo XXI estará concentrado en la solución del transporte masivo en las ciudades y a la creación de una infraestructura nacional y multinacional que no solo satisfaga la demanda interna de nuestros pueblos sino que sea factor de apertura de nuevos mercados de exportación e importación.



# SELECCION Y AJUSTE DE LOS CONTROLADORES DE UN SISTEMA DE CONTROL MULTIVARIABLE.

Ing. Víctor M. Alfaro  
Escuela de Ingeniería Eléctrica  
Universidad de Costa Rica

## RESUMEN

Se presenta el problema del ajuste de los controladores en un sistema de control multivariable, refiriéndose exclusivamente a aquellos métodos que pueden ser implementados mediante el uso de controladores analógicos industriales.

Se desarrollan los métodos del control no interactuante, desacopladores y ajustes experimentales.

### 1. Introducción

En la mayor parte de la literatura sobre el tema del control automático de sistemas lineales se tratan y desarrollan procedimientos de diseño de sistemas de control para plantas de una sola salida y una sola entrada. Aunque algunos procesos son de este tipo, lo cierto es que constituyen un porcentaje pequeño del número total de los sistemas de interés. En la realidad casi todas las unidades de procesos químicos tienen múltiples variables de estado y una variedad de entradas que pueden usarse como variables de control.

Podríamos tratar de aplicar la teoría de sistemas de una entrada-una salida a las plantas de múltiples variables seleccionando pares entrada-salida y diseñando entonces sistemas de control de un solo lazo. Sin embargo surgen los siguientes interrogantes: cuáles entradas y salidas se acoplarán entre sí?, interactuará un lazo simple con otro? [4]\*.

Aunque para los sistemas de lazo simple hay muchos algoritmos y métodos de ajuste cuando se emplean controladores convencionales (PID), para sistemas de lazos múltiples hay poco escrito. Cuando se aplica una de las técnicas de lazo simple a un sistema de lazos múltiples y los controladores se ajustan separadamente, el funcionamiento de los sistemas fuerte o medianamente interactuantes puede ser muy malo o totalmente inaceptable [12].

Podemos encontrar diferentes procedimientos teóricos para el desarrollo de sistemas de control multivariable entre los que podemos citar: "Control desacoplado" [1] [2] [4], el cual pretende mediante

la utilización de una matriz de realimentación y una matriz compensadora lograr que los modos de sistema de lazo cerrado estén desacoplados entre sí o sea que no exista interacción entre los estados, de manera que los traslucidos debidos a perturbaciones o cambios de referencia en una variable de estado no afecten a las demás; "Control modal" [2] [6] [11], con el cual se pretende manipular la localización de los polos de lazo cerrado mediante la escogencia de una matriz de salida, una de control y una compensadora.

La mayoría de estos sistemas presuponen que tanto el número de variables mediadas como de variables manipuladas es igual al número de variables de estado. No siempre es posible medir todos los estados o contar con un número de variables manipuladas igual al número de estados, aunque es más probable tener suficiente sensores pero no así actuadores.

Al tratar de aplicar los métodos anteriores a los casos con un número menor de actuadores se encuentran dificultades matemáticas a veces insalvables.

Además, los sistemas diseñados de esta manera son siempre posibles de implementar con controladores convencionales y requieren generalmente de un número muy grande de instrumentos.

Por las razones anteriores veremos algunos de los procedimientos de diseño de sistemas de control multivariable que puedan ser implementados mediante controladores convencionales.

### 2. Escogencia de las variables controladas

Uno de los primeros problemas encontrados en el diseño de cualquier sistema de control es la selección de las variables que se deben controlar para regular adecuadamente el proceso.

Generalmente la escogencia de las variables controladas se hace en base a la experiencia previa con procesos similares y hasta se extiende ésta a otros procesos mediante similitudes parciales.



Aunque la experiencia pasada ofrece a menudo una pequeña guía para un proceso nuevo, es necesario seleccionar las variables a controlar en base a ecuaciones matemáticas que relacionan las variables que afectan al proceso.

Un sistema físico puede representarse por un bloque como el de la figura 1., en el cual las variables  $u_1$  a  $u_m$  son las "causas" (independientes) las cuales actúan en el sistema para producir cambios en los variables  $x_1$  a  $x_n$  que son los "efectos" (dependientes), los cuales son rasgos individuales que definen el estado del sistema y representan variables controladas en potencia.

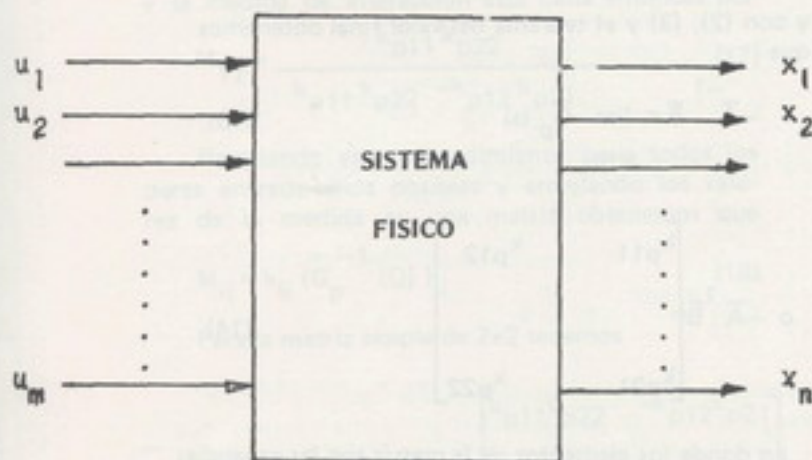


Fig. 1. — Representación de un sistema físico.

La interacción entre las variables del proceso está descrita por relaciones físicas en forma de ecuaciones matemáticas, las cuales se desarrollan a partir de un análisis estadístico de la información del laboratorio o planta piloto, obteniéndose correlaciones entre las variables; un estudio riguroso del proceso o una combinación de ambos. Es conveniente usar la forma más simple de las relaciones teóricas para el modelo matemático.

Algunos de los sistemas de ecuaciones lineales que relacionan las variables del proceso contienen más variables que ecuaciones. El número de variables en exceso del número de ecuaciones son los grados de libertad del sistema y como cada variable controlada agrega una ecuación de la forma  $x_i = f(u_j)$  puede no ser necesario o incluso conveniente el controlar cada variable en el sistema.

Analizando procesos típicos se ha llegado a demostrar que el número máximo de variables que se pueden controlar es igual al número de grados de libertad del sistema [10].

### 3. Sistemas de control multivariable

Tenemos un "Sistema de control multivariable" cuando medimos un número de salidas y usamos una combinación de las señales de error para alterar un número de variables de control.

Supóngase que tenemos una planta representada por la ecuación diferencial vectorial.

$$\dot{\bar{x}}(t) = \bar{A} \bar{x}(t) + \bar{B} \bar{u}(t) + \bar{F} \bar{z}(t) \quad (1)$$

en donde:  $\bar{x}(t)$  es el estado de la planta,  $\bar{u}(t)$  la variable de control,  $\bar{z}(t)$  las perturbaciones y  $\bar{A}$ ,  $\bar{B}$  y  $\bar{F}$  matrices constantes.

Tomando la transformada de Laplace de (1) y ordenando obtenemos

$$\bar{X}(s) = (sI - \bar{A})^{-1} \bar{B} \bar{U}(s) + (sI - \bar{A})^{-1} \bar{F} \bar{Z}(s) \quad (2)$$

Definiendo la matriz de transferencia de la planta  $\bar{G}_p(s)$  y la desviación debida a las perturbaciones  $\bar{W}(s)$  como

$$\bar{G}_p(s) = (sI - \bar{A})^{-1} \bar{B} \quad \text{y} \quad \bar{W}(s) = (sI - \bar{A})^{-1} \bar{F} \bar{Z}(s) \quad (3)$$

tenemos en el caso particular de un sistema de segundo orden

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{p11} & G_{p12} \\ G_{p21} & G_{p22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Supóngase ahora que instalamos un par de controladores no especificados ( $G_1(s)$  y  $G_2(s)$ ) y que hacemos un cambio en sus referencias haciendo  $r_1 = x_{10}$  y  $r_2 = x_{20}$ . Las ecuaciones para los controles serán

$$U_1 = G_1(s) (x_{10} - X_1) \quad \text{y} \quad U_2 = G_2(s) (x_{20} - X_2) \quad (5)$$

Sustituyendo (5) en (4) y resolviendo para las variables de estado se obtiene

$$X_1 = \frac{G_{p11}G_1x_{10} + G_{p12}G_2x_{20} - G_{p12}G_2X_2 + W_1}{1 + G_{p11}G_1} \quad (6)$$

$$\text{y} \quad X_2 = \frac{G_{p21}G_1x_{10} + G_{p22}G_2x_{20} - G_{p21}G_1X_1 + W_2}{1 + G_{p22}G_2} \quad (7)$$

Podemos hacer también un diagrama de bloques de la planta y el control como se muestra en la figura 2.

Tanto de las ecuaciones (6) y (7) como de la Fig. 2 podemos apreciar como cualquier perturbación que entre al sistema o cualquier cambio en las referencias de los controladores causarán cambios en ambas salidas.

Debido a la dependencia que existe entre  $X_1$  y  $X_2$  no podemos esperar que la estabilidad de los lazos individuales dependa solamente de los denominadores de (6) y (7) o sea que las raíces de las ecuaciones







O sea que el diseño del controlador  $G_1$  dependerá de los parámetros del controlador  $G_2$ .

En estado estacionario, el lado derecho de la ecuación (15) es constante. Supongamos además que el segundo lazo de control realiza un control perfecto, lo que implicará que la ganancia del controlador es infinita.

Entonces de (15) obtenemos

$$\frac{x_{1s}}{u_1} = \frac{k_{p11} k_{p22} - k_{p12} k_{p21}}{k_{p22}} \quad (16)$$

y la medida de interacción está dada entonces por

$$M_{11} = \frac{k_{p11} k_{p22}}{k_{p11} k_{p22} - k_{p12} k_{p21}} \quad (17)$$

Repitiendo este procedimiento para todos los pares entrada-salida posibles y arreglando los valores de la medida en una matriz obtenemos que

$$M_{ij} = k_{ij} (\bar{G}_p^{-1}(0))_{ji} \quad (18)$$

Para la matriz simple de 2x2 tenemos

$$\bar{M} = \frac{1}{k_{p11} k_{p22} - k_{p12} k_{p21}} \begin{bmatrix} k_{p11} k_{p22} & -k_{p12} k_{p21} \\ -k_{p12} k_{p21} & -k_{p11} k_{p22} \end{bmatrix} \quad (19)$$

Veamos algunos ejemplos:

$$\begin{aligned} \text{si } G_p(0) &= \begin{bmatrix} a_{11} & 0 \\ 0 & a_{22} \end{bmatrix} & \bar{M} &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ \text{si } G_p(0) &= \begin{bmatrix} 0 & a_{12} \\ a_{21} & 0 \end{bmatrix} & \bar{M} &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Después de analizar varios casos de este tipo, Bristol recomienda que deben escogerse los pares  $x_i$  y  $u_j$  de manera que la medida de interacción  $M_{ij}$  sea positiva y lo más cercana a uno.

Podemos entonces seleccionar parámetros para controladores de lazos individuales de manera que la interacción entre estos lazos simples sea minimizada, aunque no se garantiza que sea eliminada.

Aunque se requiere que  $\bar{G}_p$  sea una matriz cuadrada, lo que significa que exista el mismo nú-

mero de variables de control que variables de estado, en el caso de haber un número de variables de control menor, parece razonable hacer una escogencia arbitraria de un número de estados igual al número de variables controladas y evaluar la medida. Repitiendo este procedimiento para todas las combinaciones posibles y seleccionando las ecuaciones donde los valores de la medida son cercanos a uno, esperamos minimizar la interacción. En el caso de que las variables de control excedan al número de variables de estado, podemos considerar submatrices cuadradas que incluyan todas las variables de estado [4].

Con el procedimiento visto anteriormente podemos escoger los pares entrada-salida que se van a controlar de manera que las interacciones sean eliminadas al máximo y además podríamos investigar si dado un conjunto determinado de variables de control disponibles, existe un subconjunto de éstas que no afecta considerablemente el control debido a que tienen una interacción muy débil con todos los estados, lo que nos llevaría a un sistema de control más económico al reducir el número de actuadores.

## 5. Control no interactuante

Supóngase ahora que tenemos un sistema de control multivariable como el de la figura 4 en donde se conoce la función de transferencia de la planta  $G_p(s)$ , el estado es totalmente medible y el número de variables manipuladas es igual al número de estados y se desea que no exista interacción entre las entradas del sistema multivariable, que el error permanente sea cero y que el sistema sea estable ante variaciones en una o todas de sus entradas.

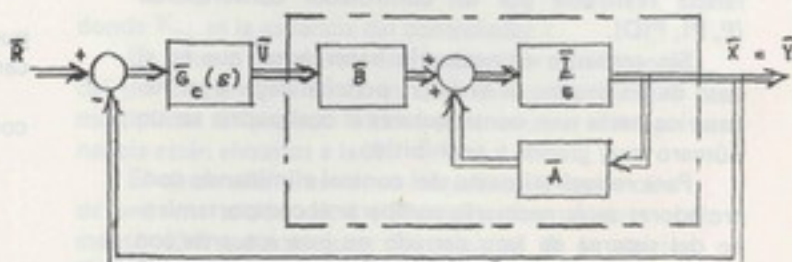


Fig. 4.— Sistema de múltiples entradas y salidas.

La matriz de transferencia de la planta es conocida y dada por (3).

La matriz de lazo abierto  $\bar{G}_o(s)$  será entonces

$$\bar{G}_o(s) = \bar{G}_p(s) \bar{G}_c(s) \quad (20)$$

en donde  $\bar{G}_c(s)$  es la matriz de transferencia del controlador y es lo que deseamos encontrar.

La matriz de lazo cerrado es

$$\bar{G}(s) = (I + \bar{G}_o(s))^{-1} \quad (21)$$

Como deseamos que la señal de error correspondiente a una determinada salida afecte solamente a la misma salida y no exista interacción entre las entra-



das, es necesario que tanto la matriz de lazo abierto como la de lazo cerrado sean diagonales ya que todos los elementos fuera de la diagonal contribuyen a la interacción.

Entonces el criterio del control no interactuante es que

$$\bar{G}(s) = \bar{K}(s) \quad (22)$$

$$\bar{G}_o(s) = \bar{K}(s) (\bar{I} - \bar{K}(s))^{-1} \quad (23)$$

donde  $\bar{K}(s)$  es una matriz diagonal.

Podemos obtener de aquí la matriz del compensador como

$$\bar{G}_c(s) = \bar{G}_p(s)^{-1} \bar{G}_o(s) \quad (24)$$

y la respuesta del sistema será

$$\bar{X}(s) = (\bar{I} + \bar{G}_p(s) \bar{G}_c(s))^{-1} \bar{G}_p(s) \bar{G}_c(s) \bar{R}(s) \quad (25)$$

El diseño del controlador partirá entonces del conocimiento de la matriz de transferencia de la planta y de la especificación de  $\bar{G}(s)$ , o sea del comportamiento deseado del sistema de lazo cerrado.

Como deseamos que el error permanente sea cero, los elementos de la diagonal de la matriz de lazo abierto deben tener por lo menos un integrador [4] [5] [7] [12].

Una vez escogida la matriz de transferencia de lazo cerrado y determinados los controladores de (24), debe comprobarse que tengan una función de transferencia realizable por un controlador convencional (P, PI, PID).

Sin embargo es necesario hacer notar que en el caso de un sistema de orden  $n$ , podrían llegar a ser necesarios hasta  $n \times n$  controladores el cual podría ser un número muy grande y prohibitivo.

Para reducir el costo del control eliminando controladores sería necesario comparar el comportamiento del sistema de lazo cerrado no interactuante con uno basado en la selección de los pares entrada-salida como en el punto anterior.

## 6. Desacopladores

Con los  $n^2$  controladores calculados como en el punto anterior se logra desacoplar el sistema de orden  $n$ , sin embargo como puede observarse de (23) y (24), para cualquier cambio en la especificación de la matriz de transferencia de lazo cerrado desacoplada  $\bar{K}(s)$ , es necesario recalcular la matriz de los controladores  $\bar{G}_c(s)$  lo cual puede causar no sólo una variación en los parámetros de éstos, sino también hasta una inclusión o exclusión de algún modo en todos los controladores.

Además, una variación en cualquiera de los parámetros de los  $n^2$  controladores no sólo afecta el com-

portamiento de la variable controlada asociada sino también el desacople, introduciendo interacción.

Una manera de evitar lo anterior pero lograr eliminar siempre la interacción, es mediante la utilización de los "desacopladores". Estos desacopladores serán funciones de transferencia adicionales que se incluyen de manera de mostrar una planta "aparente" desacoplada a  $n$  controladores independientes.

Supóngase por ejemplo un sistema bidimensional dado por (4) en el que las perturbaciones son cero.

Si una de las variables está en la referencia, debe ser cero, entonces lo que deseamos saber es como contrarrestar una variación en la variable de control no asociada de manera que no se altere.

Para  $X_1$  tenemos que

$$X_1 = G_{p11} U_1 + G_{p12} U_2 = 0 \quad (26)$$

y la función de transferencia entre  $U_1$  y  $U_2$  es

$$\left. \frac{U_1}{U_2} \right|_{X_1=0} = \frac{-G_{p12}(s)}{G_{p11}(s)} = D_1(s) \quad (27)$$

donde  $D_1(s)$  es el desacoplador de  $X_1$  con respecto a  $U_2$ .

Haciendo lo mismo para  $X_2$  obtenemos que

$$D_2(s) = \frac{-G_{p21}(s)}{G_{p22}(s)} \quad (28)$$

Como puede apreciarse de (27) y (28) no se puede garantizar que los desacopladores sean físicamente realizables.

En la figura 5 se muestra el nuevo sistema de control incluyendo los desacopladores.

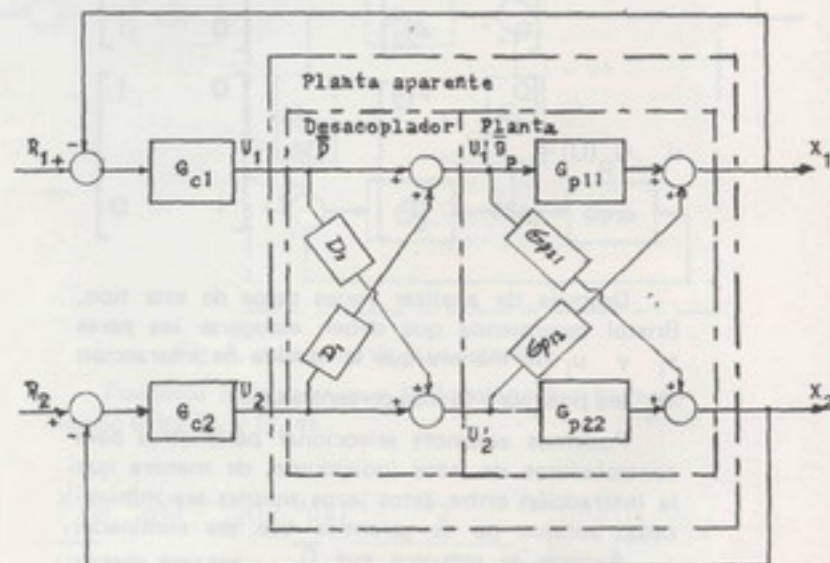


Fig. 5.— Sistema de control multivariable empleando desacopladores.



Tenemos ahora

$$\bar{X} = \bar{G}_p \bar{U}^1 = \bar{G}_p \bar{D} \bar{U} \quad (29)$$

donde

$$\bar{D} = \begin{bmatrix} 1 & D_1 \\ D_2 & 1 \end{bmatrix} \quad (30)$$

entonces

$$\bar{G}'_p = \bar{G}_p \bar{D} \quad (31)$$

siendo

$$\bar{G}'_p = \begin{bmatrix} G_{p11} - \frac{G_{p12} G_{p21}}{G_{p22}} & 0 \\ 0 & G_{p22} - \frac{G_{p12} G_{p21}}{G_{p11}} \end{bmatrix} \quad (32)$$

El sistema de lazo cerrado es entonces

$$\bar{X} = (I + \bar{G}_p \bar{D} \bar{G}_c)^{-1} \bar{G}_p \bar{D} \bar{G}_c \bar{R} \quad (33)$$

De (32) se puede apreciar como la planta aparente está desacoplada y los controladores  $G_{c1}$  y  $G_{c2}$

pueden ajustarse independientemente. Cualquier variación en los parámetros de uno de ellos sólo afectará a la variable controlada asociada a él [9]

## 7. Ajustes experimentales

La determinación por prueba y error de los parámetros de los controladores puede consumir mucho tiempo. Por otro lado, si uno tiene el modelo dinámico del proceso interactuante, se puede realizar una optimización de los parámetros para obtener los parámetros óptimos del controlador o utilizar alguno de los métodos anteriores. Sin embargo en la práctica tales modelos normalmente no están disponibles y no hay una manera sistemática de selección a priori de un índice de desempeño apropiado para sistemas de múltiples entradas y salidas.

Veremos un par de métodos que son una modificación y extensión del método de Ziegler y Nichols a un sistema multivariable.

El primero de estos métodos es un procedimiento iterativo tedioso pero seguro y que se resume en los siguientes pasos:

Paso 1: Empiece con todos los lazos de control abiertos.

Paso 2: Cierre un lazo y determine la ganancia y periodo últimos.

Cierre este lazo ajustando los parámetros del controlador según el criterio de Ziegler y Nichols para un lazo simple.

Paso 3: Determine la ganancia y periodo último del segundo lazo poniendo las constantes del controlador de este lazo en sus correspon-

dientes valores como en el paso 2.

Paso 4: Repita el paso tres para todos los lazos hasta que se hallan cerrado todos.

Paso 5: Vuelva a ajustar los controladores del primero al último

Paso 6: Repite el paso 5 hasta que la diferencia entre los viejos y los nuevos parámetros de cada controlador sea menor o igual a un valor arbitrario.

En la práctica el ajuste de cada uno de los controladores del sistema tiene que reajustarse muchas veces cuando la interacción es fuerte. Esto es un procedimiento tedioso y que consume tiempo. Sin embargo en muchos casos las interacciones fuertes existen solamente entre dos de los lazos.

Para el caso 2x2 (dos variables de control, dos controladores y dos válvulas de control) han sido correlacionados los resultados sobre un procedimiento de prueba y error en término de las ganancias y periodos últimos de lazo abierto y cerrado de los lazos 1 y 2, obteniéndose ecuaciones de ajuste las cuales se reducen a las ecuaciones normales de Z-N cuando el sistema no es interactuante [12].

El segundo método es similar al anterior pero se ha desarrollado sólo para sistemas 2x2 con la diferencia que el sistema se hace llegar al límite de la estabilidad con los dos lazos de control cerrados similarmente como en el criterio de Ziegler-Nichols monovariable cumpliéndose además con la relación

$$\frac{K_{c1}}{K_{c2}} = \frac{G_{p22}(0)}{G_{p11}(0)} \quad (34)$$

donde  $K_{ci}$  es la ganancia del controlador  $i$ .

El criterio de ajuste resultante difiere solamente del de Ziegler y Nichols en que las constantes que multiplican al periodo último para encontrar la ganancia están elevados a la .5.

El desarrollo anterior se hizo bajo la suposición de una interacción débil y cumpliendo en todo momento (34) para asegurar la unicidad de la pareja  $K_{c1}, K_{c2}$  que lleva el sistema al punto último [3].

## 8. Control envolvente

Con la utilización del calculador digital en el control de procesos se han podido implementar estrategias de control diferentes de las universales con gran facilidad. Un ejemplo de una nueva estrategia de control para los sistemas multivariables interactuantes que se puede realizar con un calculador digital, es el "Control envolvente" de Liptak [8].

El control envolvente utiliza dos nuevas maneras para describir y controlar el proceso: la carta de interacción y la envolvente de control.

La "Carta de interacción" lista todas las variables manipuladas y controladas y describe cuantitativamente sus interrelaciones.

Analizando y reconociendo estas interacciones



en el proceso las puede utilizar para asegurar estabilidad y razón de producción. Esto es realizado por la "Envoltura de control".

Cada variable manipulada tiene una envoltura de control la cual describe los límites de todas las variables controladas bajo su influencia. A las variables controladas se les permite "flotar" entre los límites indicados por la envoltura y a menos que la variable controlada exceda uno de sus límites, no se toma acción en la variable manipulada asociada.

El control envoltura combina controladores pre-alimentados y realimentados en sus algoritmos y le permite a una variable manipulada el influenciar más de una variable controlada.

Un análisis cuidadoso de las interacciones del proceso y una selección juiciosa de los límites de la envoltura permite a varias variables controladas el ser "arriadas" por una sola variable manipulada o por una combinación de varias variables manipuladas.

El Control Envoltura es una estrategia de control poderosa y flexible. Supera tres limitaciones del control convencional:

- i— El número de propiedades del proceso que se pueden controlar no está limitado grandemente.
- ii— Las interacciones entre las variables se predicen y usan con ventaja.
- iii— Reemplazando el control de referencia de punto por el control de referencia de ámbito son posibles estabilidad y optimización.

Puede convertirse fácilmente a cualquiera de las estrategias de control convencionales lo cual no requiere ninguna modificación de "hardware", solamente cambios del "software" el calculador [ 8 ].

## 9. Ejemplo

Consideramos un sistema dado por la siguiente ecuación diferencial vectorial.

$$\dot{\bar{x}} = \begin{bmatrix} -1 & .5 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} \bar{x} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \bar{u}$$

de donde la matriz de transferencia de la planta es

$$\bar{G}_p(s) = \begin{bmatrix} (s+3)/(s+1)(s+2) & .5/(s+1)(s+2) \\ 2/(s+2) & 1/(s+2) \end{bmatrix}$$

### 9.1 Control desacoplado

Escogiendo la matriz de transferencia de lazo cerrado (22) para un control no interactuante como

$$\bar{G}(s) = \begin{bmatrix} 10/(s+10) & 0 \\ 0 & 10/(s+10) \end{bmatrix}$$

La matriz compensadora  $G_c(s)$  se obtiene de (25) y (24) siendo

$$G_c(s) = \begin{bmatrix} 10(s+1)/s & -5/s \\ -20(s+1)/s & 10(s+3)/s \end{bmatrix}$$

de manera que los cuatro controladores necesarios son PI o I convencionales.

### 9.2 Desacopladores

Los desacopladores necesarios para este ejemplo utilizando (27) y (28) son

$$D_1 = \frac{-5}{(s+3)} \quad \text{y} \quad D_2 = -2$$

y la planta aparente resultante tiene una matriz de transferencia dada por

$$G'_p(s) = \begin{bmatrix} 1/(s+1) & 0 \\ 0 & 1/(s+3) \end{bmatrix}$$

Seleccionando los controladores  $G_{c1}$  y  $G_{c2}$  como controladores PI con los parámetros

$$G_{c1} = \frac{10(1+1)}{s} \quad \text{y} \quad G_{c2} = \frac{10(1+3)}{s}$$

se obtiene la misma respuesta que en el caso del control no interactuante.

### 9.3 Matriz de interacción

Calculado la matriz de interacción para este ejemplo a partir de (19) obtenemos

$$\bar{M} = \begin{bmatrix} 1.5 & -0.5 \\ -0.5 & 1.5 \end{bmatrix}$$

lo que implica que debemos escoger los pares  $(x_1, u_1)$  y  $(x_2, u_2)$  para evitar al máximo la interacción.

## 10. Conclusiones

Como se ha podido apreciar de lo antes expuesto, el ajuste de los controladores en el caso del control multivariable es un problema mucho más complejo que para el caso monovariable.

Como en la mayoría de los casos la interacción fuerte existe solamente entre unos pocos lazos, un ajuste experimental de los controladores individuales como el visto en el punto 7, puede dar resultados satisfactorios si se han seleccionado los pares entrada-



salida de manera de evitar al máximo la interacción.

Sin embargo, en el caso de existir interacciones muy fuertes entre algunos de los lazos, deberá tomarse en cuenta la posibilidad de diseñar desacopladores para estos lazos y llegando el caso hasta en un control no interactuante.

## 11. Bibliografía

- 1.- Aravena, J.— "Métodos para el análisis y compensación de Sistemas Multivariabiles lineales" Dep. Electric. No. 23 U. de Chile, 70.
- 2.- Brewer, J.W.— "Control Systems Analysis, Design and Simulation" Prentice-Hall, Inc., 74.
- 3.- Calin, S.— "Regulatoare automate" Editura didactica si pedagogica-Bucaresti, 76.
- 4.- Douglas, J.— "Process dynamics and Control-Vol II: Control Systems Synthesis" Prentice-Hall, Inc., 72.
- 5.- Elgerd, O.I.— "Control Systems Theory" Mc-

Graw-Hill, Inc., 76.

- 6.- Gould, L.A.— "Chemical Process Control: Theory and Applications" Addison-Wesley Publishing Co., 69.
- 7.- Kassis, W.A.— "Designing Compensation Networks for MIMO Control Systems" Control Engineering, April 69.
- 8.- Liptak, B.G.— "Envelope Control for Coal gasification" Ins. Tech. Vol 22 No. 12, Dic 75.
- 9.- Luyben, W.L.— "Process Modeling, Simulation, and Control for Chemical Engineers" McGraw-Hill, Inc., 73.
- 10.- Moore, R.L.— "Determining Control Variables" ISA Journal Set. 62.
- 11.- Takahashi, Y., Rabins, M.J. y Auslander, D.M.— "Control and Dynamic Systems" Addison-Wesley Publishing Co., 70.
- 12.- Williams, T.J. et al — "Digital Computer applications to process control" Vol II Perdue University, 73.



# TRES AÑOS DESPUES

Prof. Marcos Sequeira  
Perito Topógrafo

Consideraciones importantes para los profesionales  
en Topografía sobre el uso del Sistema Internacional  
de Medidas.

Con el Decreto Ejecutivo No. 4124 del 25 de setiembre de 1974, quedó en vigencia la ley No. 5292 que dice textualmente así en su Artículo 1º: "Se adoptó para uso obligatorio en la República, con exclusión de cualquier otro sistema, el Sistema Internacional de Unidades, denominado internacionalmente bajo las siglas "S.I.", basado en el Sistema Métrico Decimal, en sus unidades básicas, derivadas y suplementarias de medición."

De la misma manera deseo citar algunos aspectos que el Señor Presidente de la República Lic. Daniel Oduber Quirós en el Decreto Ejecutivo Artículo 1 dice: "A fin de que en las diferentes actividades del país se implante el uso del Sistema Internacional de Unidades se confiere:

a) Un plazo hasta de treinta días. Inciso 2: A los profesionales o cualquier otra persona, para que en los planos o cualquier otro documento que elaboren,

utilice exclusivamente las unidades de dicho Sistema. Una vez vencido, los Tribunales de Justicia y toda otra dependencia pública, rechazará los documentos que se le presenten que no se ajusten a lo dispuesto en este artículo y quedarán obligados a utilizar las unidades del Sistema Internacional en sus fallas, resoluciones, certificaciones y cualquier otro documento que expidan."

Se crea la Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida dependiente del Ministerio de Economía, Industria y Comercio, los cuales iniciaron su labor, los primeros afectados de momento fueron los comerciantes, ocasionando gastos extras al tener que cambiar las escalas de sus balanzas, cambiar precios en función de kilos, ir cambiando etiquetas, hasta las amas de casa sintieron el cambio, en fin fue algo que todos los sectores del país lo notaron.



Yo aplaudo esta gran ley en especial en los aspectos que confieren a mi profesión. Sin embargo, lo que he logrado ver, la ley se entendió en que era necesario cambiar de varas a metros y de pulgadas a milímetros; así se ve como el Ministerio de Salud obligó a los ingenieros a usar los milímetros en vez de las pulgadas, cuando se referían a decímetros de tuberías, varilla y otros, esta actitud fue respetada por instituciones autónomas, estatales y privadas, para poder "visar" sus proyectos. Trasladándonos al campo de la construcción, el maestro de obras sintió y vió la necesidad de aprender, al ver que en aquellos planos de la casa, del edificio, de su construcción, que de por vida venían las estructuras en la nomenclatura de varilla No. 4 que entendía como varilla 1/2" y ahora resulta ser varilla de 12 mm. o 12.7 mm.

También nosotros tratamos con planos, planos de Agrimensura, planos Topográficos, planos de una obra de urbanización. Qué pasó aquí con la ley?, no se entendió al implantarse el sistema "S.I." y vencido el plazo de treinta días, en este campo únicamente se prohibió el uso de las varas cuadradas en los documentos públicos tales como planos registrados por la Oficina de Catastro, comúnmente llamados "Planos Catastrados" y en los títulos de propiedad. Me pregunto qué pasó con las medidas angulares? Acaso el "S.I." no las considera, por qué se continúa el uso aún bajo el sistema sexagesimal ( $^{\circ}$  ' " )?

Algunos dirán que todos los instrumentos o la mayoría de ellos tienen sus limbos con graduaciones en grados, minutos y segundos, o que los transportadores de ángulos que se ofrecen en el mercado son de  $360^{\circ}$  y no de 400, y que no se puede pretender cambiarlos. El asunto no es cambiar los instrumentos, estos como tales son para uso del topógrafo, del agrimensor. Actualmente usamos en la mayor parte de los trabajos de campo una mezcla; las medidas longitudinales tomadas en metros y las angulares en grados sexagesimales. Esto se puede pues los resultados del

trabajo, desde el punto de vista técnico, son correctos, a nadie engañamos y además son datos propios, privados, no son documentos públicos. Pero qué costaría cumplir con la ley al hacer de estos datos, documentos públicos, cual es un "Plano Catastrado".

Tan sencillo como resulta cambiar de varas cuadradas a metros cuadrados igualmente de sencillo es cambiar de grados sexagesimales ( $360^{\circ}$ ) a grados centesimales ( $400^{\circ}$ ).

Las calculadoras modernas llaman estos grados como "Grad" y en Europa son llamados "Gon".

Cuando cité que el asunto no era cambiar instrumentos, esto, vemos que es cierto, pero no sería malo hacer recomendaciones a las instituciones, empresas, topógrafos y universidades que en sus futuras adquisiciones sean con graduaciones en este sistema. Está por demás recomendar las ventajas que esto ofrece, tanto en la lectura como en los trabajos de gabinete.

No quiero citar solamente a la Dirección de Catastro, que sigue permitiendo la recepción de planos con sus rumbos en grados y minutos, sino también a otras instituciones que también tienen que aprobar planos con medidas angulares; por ejemplo el mismo Ministerio de Salubridad, el I.N.V.U., Transportes, S.N.A.A., Municipalidades y otras, que les corresponde dar a los visados a planos para urbanizaciones dentro de las cuales existe un plano de ejes con acimut de cada eje del proyecto en sistema sexagesimal, llamada en algunos lugares como ángulos viejos.

Debemos ayudar al desarrollo, hagamos cumplir las leyes, cumpliéndolas, colaboramos a que se uniforme nuestro sistema de medida en todos los campos. No seamos la excepción. Aprendamos, exigiendo el cumplimiento de la ley 5292.



# PROBADOR DE CIRCUITOS INTEGRADOS

Ing. Jorge E. Badilla Pérez  
Ing. Luis A. Gutiérrez Flores

## RESUMEN

En el presente reporte se hizo una descripción lo más detallado posible de la realización del "probador de circuitos integrados lógicos", concerniente a este proyecto.

Este probador se construyó con el fin de que tuviera alguna utilidad para los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

El diseño del dispositivo se llevó a cabo de tal forma que éste sirviera para probar circuitos integrados ya montados, trabajando en un determinado sistema, para lo cual dispone de una prensa que se monta sobre el circuito integrado a probar.

Estos circuitos deben ser lógicos, de 14 ó 16 patas, y la prueba consiste en la comprobación de los niveles de voltaje de cada una de sus 14 ó 16 patas, cuyos estados ("0" ó "1") son desplegados simultáneamente sobre una serie de 16 diodos emisores de luz. Analizando las salidas dependiendo de las entradas presentes, se concluye si el circuito integrado está o no funcionando bien.

Con el dispositivo se pueden probar únicamente circuitos de la familia TTL.

## INTRODUCCION

Debido al uso ya muy generalizado que en nuestra Escuela se ha dado a los circuitos integrados, se ha hecho necesario el contar con un dispositivo que de una forma sencilla, indique si un determinado circuito integrado está operando normalmente o no. El presente proyecto consistió en construir un aparato de esa índole, que sirviera para probar solamente circuitos integrados (CI) lógicos.

Inicialmente se pensó en diseñar un dispositivo, que probara un circuito integrado comparándolo con otro que se sabía estaba bueno. Esto se desechó por considerarse muy poco práctico para nuestro medio, debi-

do a que para poder probar un determinado circuito integrado, había que contar con otro del mismo tipo que se supiera está bueno.

En realidad, se puede decir que —en forma general— la manera más simple de probar si un CI lógico está "bueno" es "chequeando" los niveles de voltaje de cada una de sus patas, para comprobar si éstos corresponden a lo que dice el manual del circuito (dependiendo, claro está, del tipo de circuito).

Entonces, el presente proyecto consistió en diseñar y construir un instrumento que sirviera para probar circuitos integrados lógicos, ya montados, "funcionando" en un determinado panel, y basándose en la comprobación de sus niveles de voltaje.

En las siguientes páginas se hará una descripción del aparato diseñado y de su construcción, lo mismo que se darán algunas otras alternativas posibles, en la construcción de un dispositivo de este tipo.

## GENERALIDADES

El aparato construido consiste de una prensa, la cual se monta sobre el circuito integrado a probar. Esta prensa tiene 16 pines, cada uno de los cuales hace contacto con una pata del CI. Conectada a cada uno de estos pines va una "punta de prueba", la cual "dice" si la pata correspondiente del CI está en "0" ó en "1" (por lo tanto, el dispositivo sirve para probar circuitos lógicos de 16 o de 14 patas). La alimentación para los diodos indicadores y los circuitos integrados empleados se toma de la misma fuente que alimenta al circuito integrado que se quiere probar. Esto se hace en forma externa (mediante extensiones) con el fin de que el dispositivo sirva para probar un CI independientemente de la "patilla" en que esté ubicado el Vcc y la tierra.

En la figura No. 1 se muestra esquemáticamente la conexión entre las 16 "puntas de prueba" y los



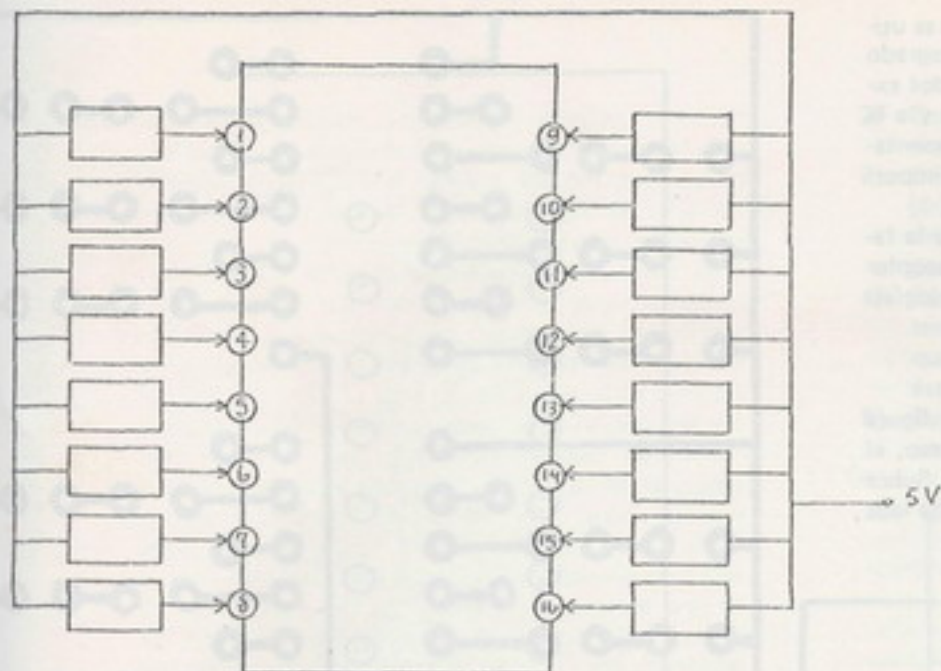


FIGURA No. 1

pinos de la prensa.

### LA "PUNTA DE PRUEBA"

Cada una de las 16 "puntas de prueba" está compuesta por un inversor, una resistencia y un diodo emisor de luz, dispuestos tal y como se muestra en la figura No. 2.

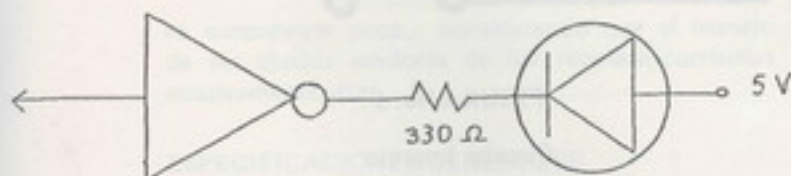


FIGURA No. 2

La "punta de prueba"

La resistencia se escogió de 330 ohmios para que limite el paso de la corriente, pero de tal forma que permita que el diodo se encienda lo suficiente (prueba experimental).

Se utilizaron tres circuitos integrados FAIRCHILD 9LO4/74SO4 para proveer los 16 inversores necesarios. Cada uno de estos circuitos consta de 6 inversores, tal y como se muestra en la figura No. 3. Los valores que se muestran en el cuadro No. 1 se midieron en forma experimental.

De esta prueba se determinó que los diodos indicadores empiezan a encender cuando fluyen 0.08 mA a través de ellos, o sea como se ve en el cuadro—cuando hay 1.3 voltios a la entrada de los inversores. Esto significa que el voltaje de decisión del aparato es de 1.3 voltios, o sea, que para voltajes de entrada iguales o superiores a 1.3 el led asociado se enciende

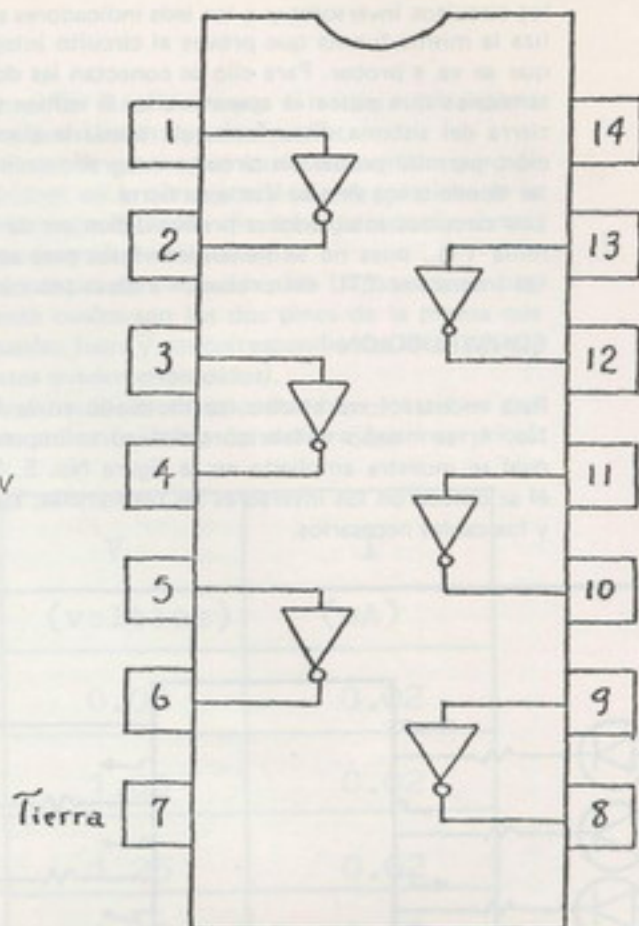


FIGURA No. 3

Circuito integrado

7404

indicando un "1" lógico o una entrada al aire, y para voltajes menores de 1.3 el led correspondiente está apagado, indicando un cero lógico, una tierra o una no conexión.

También obsérvese, que la corriente máxima a la salida de los inversores —que se produce cuando hay un "1" lógico a la entrada de ellos— es de 4,1 mA, que es la corriente que fluye a través de los diodos. La impedancia de entrada del dispositivo está dada por la impedancia de entrada de los inversores. Cuando el voltaje en la entrada es un "1", la impedancia de entrada varía de 100K a 135K ohmios, la cual hace que el probador le "quite" al CI que se está probando de 1 uA a 100 uA.

Cuando hay un "0" lógico a la entrada, se produce una corriente máxima de 0.36 mA en sentido opuesto, por lo que no se le "quita" corriente al integrado en prueba.

Entonces se concluye que el probador construido ofrece al circuito integrado a probar una impedancia de entrada sumamente alta que evita que se "cargue" a dicho circuito.

### ALIMENTACION

Como se mencionó anteriormente, para alimentar a



los circuitos inversores y a los leds indicadores se utiliza la misma fuente que provee al circuito integrado que se va a probar. Para ello se conectan las dos extensiones que posee el aparato a los 5 voltios y a la tierra del sistema. Esta forma de tomar la alimentación, permite probar un circuito integrado sin importar donde tenga éste su Vcc y su tierra. Los circuitos integrados a probar deben ser de la familia TTL, pues no se tienen interfaces para acoplar los inversores TTL del probador a otras tecnologías.

## CONSTRUCCION

Para montar todo el circuito mostrado en la figura No. 4, se diseñó y fabricó un circuito impreso, el cual se muestra ampliado en la figura No. 5. Sobre él se colocaron los inversores las resistencias, los leds y los cables necesarios.

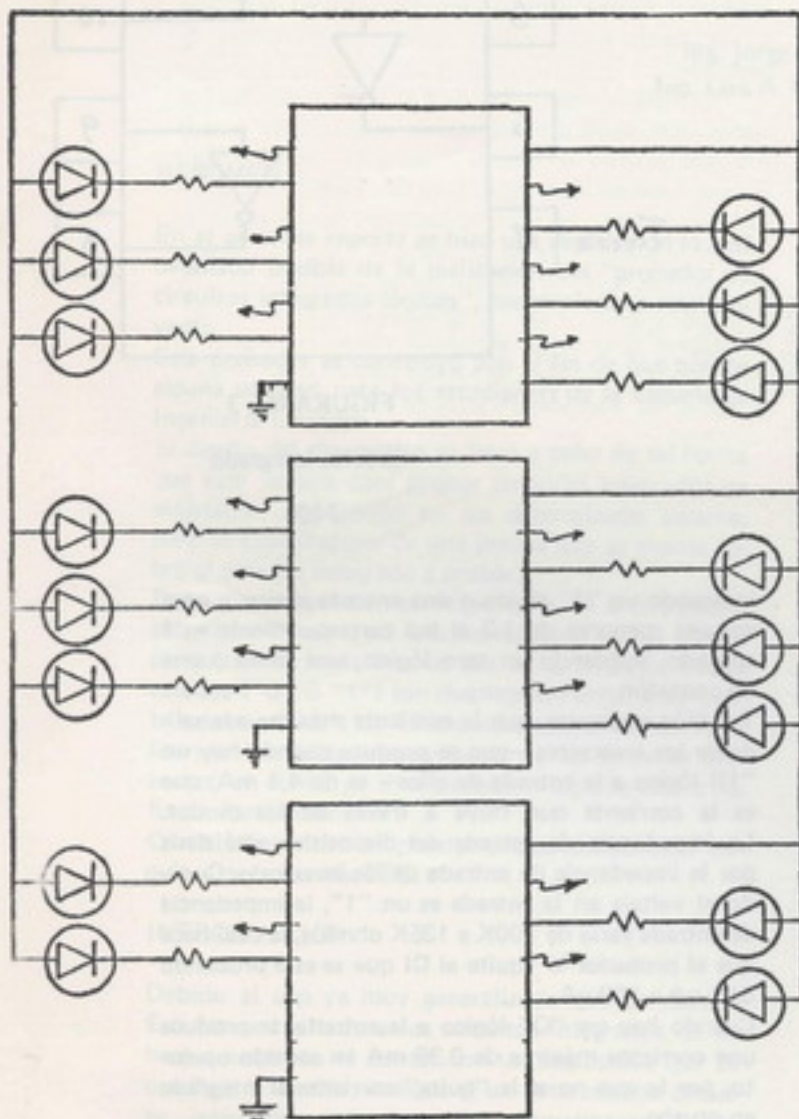


FIGURA No. 4

Conexión Real

de las

Puntas de Prueba

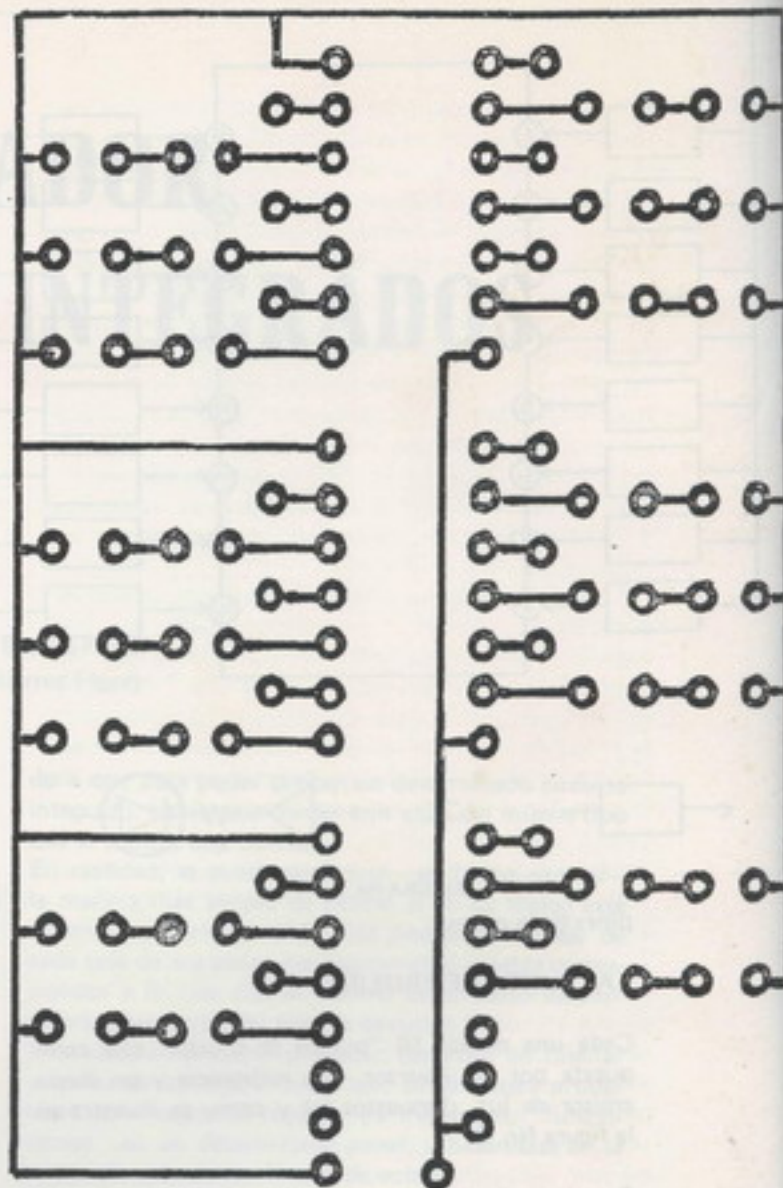


FIGURA No. 5

Circuito Impreso

Este circuito impreso se introdujo en una caja plástica cuyas dimensiones son: 5 x 9.7 x 5 cm.

Los diodos indicadores se colocaron en la parte superior de la caja y los cables para la alimentación y para la prensa se sacaron a través de orificios en la caja. La distribución de los leds sobre la caja se muestra en la figura No. 6.

## CARACTERISTICAS DE POTENCIA

La corriente máxima que fluye por cada uno de los leds es de 4.1 mA. Por lo tanto el consumo de corriente máximo del dispositivo es de  $16 \times 4.1 = 65.6$  mA (más exactamente  $15 \times 4.1 = 61.5$  mA, pues una de de las patillas del integrado a probar estará siempre a tierra).

La potencia máxima de consumo, que se da cuando las entradas están en "1", es de  $64.5 \times 5 = 328$  mW, o sea, un poco más de un cuarto de Watt, que



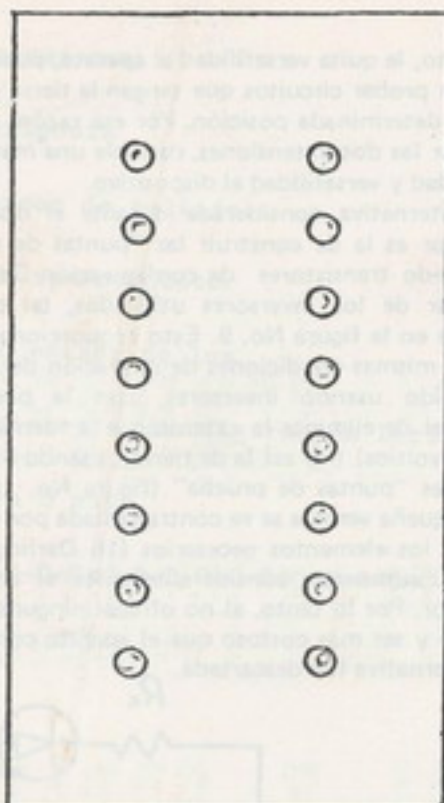


FIGURA No. 6

Distribución de los leds  
sobre la parte superior  
de la caja  
(Tamaño Real)

es sumamente poco, considerando que el manejo de los diodos emisores de luz requiere corrientes relativamente altas.

#### ESPECIFICACIONES GENERALES

Las características o especificaciones más importantes del probador construido, se puede resumir en los puntos siguientes:

- 1) Voltaje de decisión: 1.3 V.
- 2) Impedancia de entrada: de 100 K a 135 K.
- 3) Corriente máxima requerida de la fuente: 61.5 mA.
- 4) Potencia máxima de consumo: 328 mW.
- 5) Voltaje de operación: 5 V. (voltaje al que hay que conectar el cable externo).
- 6) Se puede probar un circuito sin importar en que "patilla tenga conectada la fuente de 5 V. y la tierra.

#### INDICACIONES PARA EL USO DEL PROBADOR

- 1) Conectar el alambre rojo del dispositivo a los 5 Voltios que alimentan al circuito integrado que se va a probar.

- 2) Conectar el cable negro a la tierra del sistema donde está el integrado a probar.
- 3) Colocar la prensa, en cualquier sentido, pero fijándose en la correspondencia de los pines de la misma con los leds indicadores (a cada pin corresponde un determinado led).
- 4) Para la prueba de circuitos de 14 patas, tener presente cuales son los dos pines de la prensa que quedan fuera y sus correspondientes leds (aunque éstos queden encendidos).
- 5) Tener cuidado de conectar bien los cables que van a los 5 Voltios y a tierra (no invertirlos).

V (voltios)	I (mA)
0.00	0.02
1.00	0.02
1.25	0.02
1.30	0.08
1.33	0.30
1.35	0.44
1.38	0.94
1.40	1.20
1.45	2.00
1.50	2.80
1.75	4.10
2.00	4.10
3.00	4.10
5.00	4.10

CUADRO No. 1

Voltaje en una punta de prueba y corriente a través del led correspondiente.



## ALGUNAS CONSIDERACIONES QUE SE ANALIZARON DURANTE LA REALIZACION DEL DISEÑO

A la hora de efectuar el diseño del dispositivo se consideraron algunas variantes y alternativas que es necesario reseñar en este reporte.

Una de las posibilidades que se consideró fue el diseño y construcción de una fuente de voltaje propia para el probador (figura No. 7), alternativa que se eliminó debido a que aumenta considerablemente el costo del aparato, lográndose con ello una pequeña ventaja. Como esta fuente y la que alimenta al integrado a probar no tiene la misma tierra, se hace necesario una extensión para unir las dos tierras, con tal de que todos los voltajes queden medidos con el mismo nivel de referencia. Entonces es preferible (por ser más cómodo, a la hora de emplear el aparato, mucho más económico, más fácil de construir, más funcional), colocar una extensión que vaya a los 5 voltios del sistema en que se está haciendo la prueba y eliminar la construcción de dicha fuente. También, las dos extensiones (a 5 V. y a tierra) pueden ser eliminados fijando la alimentación y la tierra a un pin determinado de la prensa (16 ó 14 y 8 ó 7 respectivamente, para circuitos de 16 ó 14 patas), como se puede observar en la figura No. 8.

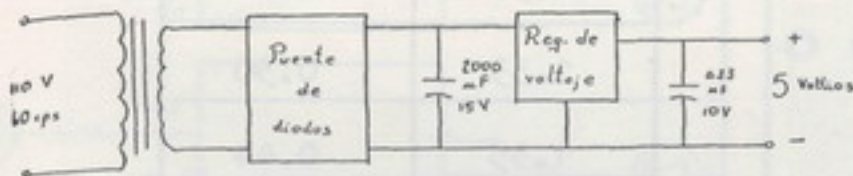


FIGURA No. 7: Fuente de Voltaje

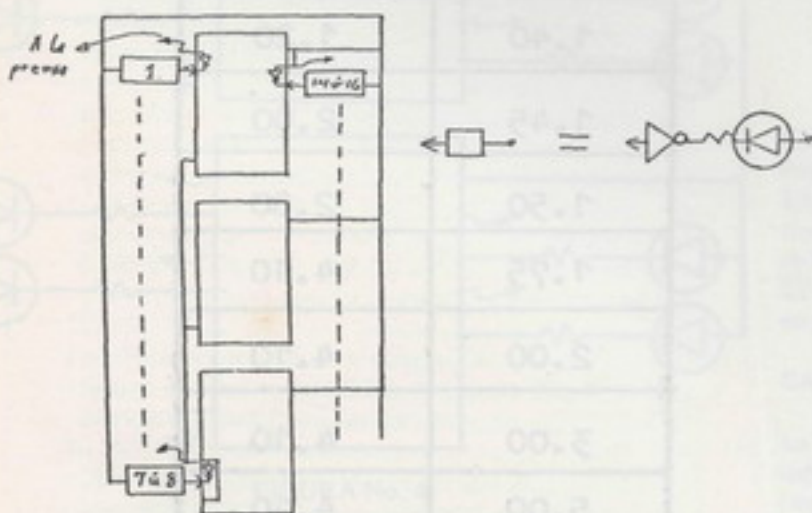


FIGURA No. 8

Fijación de Vcc y Tierra

Pero esto, le quita versatilidad al aparato, pues solo se podrían probar circuitos que tengan la tierra y el Vcc en una determinada posición. Por esa razón, se prefirió dejar las dos extensiones, dándole una mayor funcionalidad y versatilidad al dispositivo.

Otra alternativa considerada durante el diseño del probador es la de construir las "puntas de prueba" empleando transistores de configuración Darlington en lugar de los inversores utilizados, tal como se muestra en la figura No. 9. Esto proporciona casi todas las mismas condiciones de operación del aparato construido usando inversores, con la posibilidad adicional de eliminar la extensión a la fuente de voltaje (5 voltios) (no así la de tierra), usando diodos en todas las "puntas de prueba" (figura No. 10). Pero esta pequeña ventaja se ve contrarrestada por el hecho de que los elementos necesarios (16 Darlington, 16 diodos) aumentan considerablemente el costo del probador. Por lo tanto, al no ofrecer ninguna ventaja de peso y ser más costoso que el aparato construido, esta alternativa fue descartada.

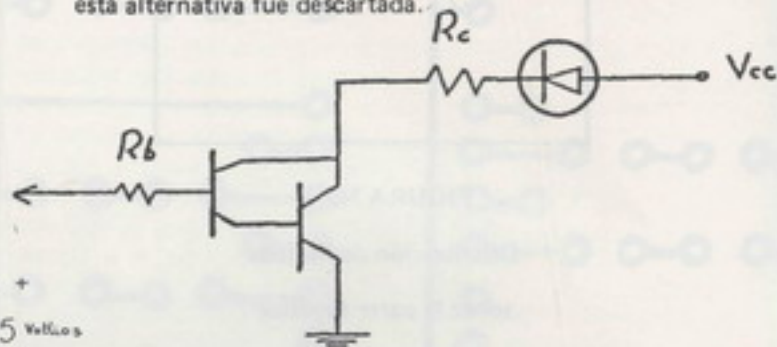


FIGURA No. 9

"punta de prueba"

empleando transistores Darlington

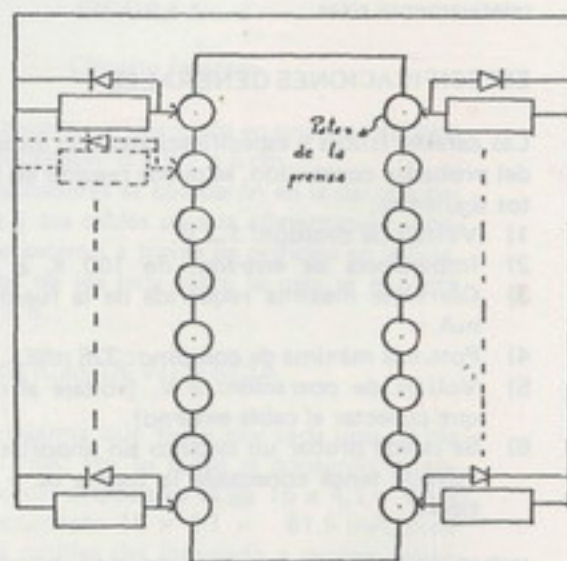
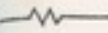
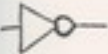


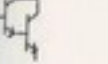



FIGURA No. 10

Probador con un diodo en cada punta de prueba



## SIMBOLOGIA Y NOMENCLATURA

	Resistencia
	Inversor de voltaje
	Diodo semiconductor
	Diodo emisor de luz
	Transistor en configuración Darlington
	Tierra ó masa

-0-

mA : miliamperos  
V : Voltios

mW : miliwatts

uA : microamperios

$\Omega$  : ohmios

uF : microfaradios

"0":cero lógico

"1":uno lógico

LED :diodo emisor de luz

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Coughlin, Robert F.  
MANUEL DE LABORATORIO PARA CIRCUITOS INTEGRADOS  
Marcombo, S.A., Barcelona, 1975.
- 2) Lancaster, Don.  
TTL COOKBOOK;  
Howard W. Sams y Co. Inc.;  
Indianápolis, 1977.
- 3) Lenk, John D.  
MANUAL DE CIRCUITOS DE LOGICA;  
Editorial Diana, México;  
Primera Edición; 1975.
- 4) Morris, N.M.  
LOGIC CIRCUITS;  
McGraw-Hill, Londres, 1970.
- 5) Texas Instruments.  
THE TTL DATA BOOK FOR DESIGN ENGINEERS, Texas Instruments,  
Second Edition, 1976.
- 6) Wolf, Gerhard.  
ELECTRONICA DIGITAL;  
Marcombo, S.A.; Barcelona, 1974.



# SEMINARIO DE PLANIFICACION REGIONAL Y URBANA

La Junta Directiva del Colegio de Arquitectos ha programado para el presente año, la realización de un seminario, sobre problemas de planificación Regional Urbana, el cual será llevada a cabo a travez de dos fases:

1) Ciclo de conferencias para introducir al participante en los aspectos fundamentales de la planificación, comprendiendo estudios teóricos y la presentación de planes nacionales así como los de otros países, con el objeto de dar al participante bases para el desarrollo de un posterior Seminario.

2) Seminario de Planificación para aplicar la teoría de la problemática nacional.  
En estas etapas participarán destacados conferencistas nacionales.

## PROPOSITO:

El Colegio de Arquitectos desea introducir a sus miembros y a otros profesionales al conocimiento de una de las problemáticas más importantes de la época actual, especialmente aquellos cuyas acciones y decisiones sobre el medio ambiente son importantes.

Existe un concenso generalizado sobre la necesidad de

desarrollar las actividades humanas en una forma bien planificada en el tiempo y en el espacio debido a dos causas básicas que se enuncian a continuación.

1— Los efectos y desequilibrios provocados por el proceso del acelerado desarrollo de la tecnología debido al poco conocimiento del impacto que ejercen en el ecosistema natural y, en el humanizado.

2— La sectorialización y división del conocimiento actual que constituye uno de los fenómenos culturales más importantes del crecimiento económico de nuestra época, ha provocado problemas muy serios en el desarrollo espacial, ya que por un lado, la mayoría de los profesionales y políticos cuyas acciones y decisiones finalizan en una intervención que repercuten esas decisiones y acciones y, por otro, los sistemas actuales de organización político-administrativo, al adoptar la sectorialización del trabajo como un medio de gestión más eficiente y productivo, provocan estructuras muy rígidas en la coordinación inter-institucional, retrasando verdaderamente las soluciones al problema del desarrollo y la organización de las actividades humanas del nivel regional y urbano.



## ALCANCE Y CONTENIDO:

A) La primera fase, o "Ciclo de Conferencias", comprenderá tres subdivisiones cuyos alcances son:

1— Visión global del problema y de la necesidad de la planificación:

- a) Análisis general del funcionamiento de la ecosfera-atmósfera-Hidrosfera).
- b) Requerimientos ecológicos.
- c) Análisis del modelo actual de desarrollo de las actividades socio-económicas en el espacio.

2— Introducción a las técnicas de análisis Urbano-Regional.

### 2.1 Análisis Regional:

- a) Elementos de Análisis, uso del suelo
- b) Métodos de Análisis.
- c) Políticas Regionales.

### 2.2 Análisis Urbano:

- a) Historia del Arte Urbano.
- b) El urbanismo en un sistema de economía de mercado.
- c) Medios y políticas de regulación del uso del suelo en la economía de mercado.
- d) Elaboración plan de Desarrollo Urbano.

- Objetivos.
- Análisis Crítico.
- Estructura existente: Infraestructura, uso del suelo, etc.
- Análisis, Funciones urbanas existentes.
- Análisis comparativo de la estructura a las funciones.
- Determinación de los agentes modificadores.
- Estrategias posibles.
- Evaluación de alternativas.

- e) Elaboración del plan de ocupación del suelo.
- f) Control y ejecución.

3— Proyectos específicos de diseños urbanos y de planificación regional de países invitados:

Revisión de diferentes experiencias de planificación en, Brasil, Polonia, Alemania, Estados Unidos, Inglaterra, Suecia, U.R.S.S., Francia, Costa Rica y el Area Centroamericana.

B— La segunda Fase o "Seminario", consistirá de los siguientes aspectos:

1— Ponencias de tipo general a nivel nacional, dentro de la visión de los aspectos de Planificación Urbana y Regional.

2— Ejemplos específicos de la planificación Urbana/Regional en Costa Rica.

3— Mesas de trabajo para tratar sobre:

- a) Necesidades de capacitación técnica en el campo de la Planificación Urbana/Regional.
- b) La coordinación inter-institucional del área metropolitana dentro del contexto nacional e internacional.
- d) Revisión del concepto inicial de algunos proyectos y, el consecuente análisis de los que se relacionan con la problemática urbana-regional en el ámbito nacional.

## PROGRAMACION

El evento se llevará a cabo en el mes de julio próximo, de la siguiente manera:

1— Ciclo de Conferencias:

Se desarrollará durante cinco días, en la tercer semana del mes de julio, contemplando un total de 20 horas para exposición y discusión.

2— Seminario:

Se realizará, durante cinco días, en la última semana del mes de julio y tendrá un total de 10 horas para exposición, y 10 horas para discusión.



DE LA ASOCIACION DE ESPOSAS DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

## NUEVA JUNTA DIRECTIVA PARA 1978



Estimada compañera:

La nueva Junta Directiva de la Asociación de Esposas de Ingenieros y de Arquitectos desea, por este medio, invitar a todas las señoras esposas de Ingenieros y de Arquitectos a participar con entusiasmo en todas las actividades sociales culturales y benéficas que se llevarán a cabo durante el presente año.

Queremos aclarar que esta Asociación está formada por las esposas de todos los Ingenieros y los Arquitectos incorporados al Colegio Federado, sin necesidad de inscribirse formalmente ni pagar cuota alguna.

Es nuestro deseo que la Asociación logre proyectarse mejor tanto hacia sus asociadas como hacia la comunidad, para lo cual necesitamos contar con su ayuda.

Muchas gracias,  
La Junta Directiva



## JUNTA DIRECTIVA DE LA ASOCIACION DE ESPOSAS

1978

ISABEL DE CHAVERRI	PRESIDENTA
CRISTINA DE LLACH	VICE-PRESIDENTA
MARTA DE FERNANDEZ	TESORERA
PATRICIA DE ESQUIVEL	PRO-TESORERA
CECILIA DE CASASOLA	SEC-ACTAS
MAYELA DE FLORES	SEC-CORRESP.
VERA DE CORRALES	1a. VOCAL
GILDA DE ZUÑIGA	2 VOCAL
MARIA DE RUDIN	3 VOCAL
ROCIO DE SOMARRIBA	FISCAL

## FELICITACION A LA ASOCIACION DE ESPOSAS DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

La Federación de Organizaciones Voluntarias, felicita a las esposas de Ingenieros y Arquitectos por la elección de la Junta Directiva. A la que desea muchos éxitos en la gestión que inician.

La señora Isabel de Chaverri Presidenta electa, conoce el programa de Capacitación de FOV. ya que participó, de manera sobresaliente en el nivel:— Promoción del Voluntario.

El aporte de los voluntarios se debe considerar hoy día no como un servicio ocasional, sino como un trabajo desempeñado con responsabilidad, lo cual implica tareas concretas, continuas. Diferenciándose únicamente del personal remunerado, en no percibir salario; pero si como todo ser humano, espera como recompensa satisfacción a través del éxito del trabajo realizado.

Considerándose en esta forma el voluntario necesita sentirse seguro al realizar las tareas que quedan bajo su responsabilidad; así como el saber que su aporte es valioso y tiene sentido.

Es por ésto que el voluntario necesita dos tipos de capacitación:— Básica o General y Específica.

a.— Básica o General: Que es común para todo voluntario en cualquier área de bienestar social. Incluye aspectos tales como:— Filosofía y Técnicas de traba-

jo voluntario, Relaciones Humanas, Dinámica de Grupo, Principios básicos de Administración, etc.

b.— Específica: Relacionada con el trabajo concreto que va a realizar en la Institución, bien sean tareas dentro de la Institución o de extensión a la Comunidad.

La metodología en los mismos, es de intercambio de experiencias, orientada a través de ejercicios y técnicas de dinámica de grupo.

La Federación de Organizaciones Voluntarias, ofrece la capacitación General o Básica para grupos voluntarios. La FOV. se ha especializado en esta capacitación que es continúa y progresiva. Tiene experiencia de varios años de capacitación impartida a los socios de sus organizaciones miembros que cubren diferentes áreas de trabajo de bienestar social con resultados positivos de cambio de imagen del voluntario, tanto personal como de su proyección a la comunidad, y de su trabajo, responsable, coordinado y organizado.

La Federación de Organizaciones Voluntarias, saludándolas desea a ustedes mucho éxito en sus programas. 18 de mayo de 1978.



# BATERIAS CD-NI

Ing. Ismael Mazón G.  
Ing. Jorge G. Murillo B.

## INTRODUCCION

### Acumuladores:

Los primeros acumuladores fueron contruidos por Poggendorf y Thomsen, aunque a ellos no se les atribuye una aplicación práctica efectiva. Se le acredita el mérito a Gastón Planté cuyo acumulador era utilizable; en la práctica consistía de dos láminas de plomo arrolladas con una cierta separación entre sí, por medio de unas cintas de caucho; entre ambas placas se encontraba el electrolito, ácido sulfúrico diluido, todo esto en un recipiente aislado, saliendo de cada uno de los polos cable; este sistema fue construido en 1858. Fue sustituido debido a sus defectos por el Fauré en 1881. Fauré descubrió que, recubriendo los electrodos con una capa de óxido de plomo, se aceleraban los procesos de carga y descarga.

Los acumuladores de hoy en día prácticamente no han variado su constitución de acuerdo al principio dado por Fauré. Por esta razón a los acumuladores de plomo se les denomina también acumuladores de Fauré.

Los acumuladores de plomo son los más utilizados y aunque su uso presenta algunas molestias, además de que su vida es bastante limitada, su bajo costo de adquisición y su elevada f.e.m. por elemento ha aconsejado su uso con preferencia a otros sistemas de acumuladores. Las baterías de plomo serían verdaderamente las más perfectas si no tuvieran el defecto de ser sensibles a la sulfatación, que es el mayor inconveniente que presentan. Ante este problema a principios de siglo se inventaron unas baterías que no son sensibles a la sulfatación, estas son las alcalinas de las cuales trata este artículo.

### ACUMULADORES ALCALINOS

La idea fundamental es la siguiente: Como la

sulfatación se presenta debido a la presencia del plomo en las placas, se buscó un material que fuera capaz de funcionar tan eficientemente como el plomo, en el proceso de transformación química de la electricidad.

Este problema fue estudiado por Thomas Alba Edison y Waldemar Jungner estudios que culminaron con un acumulador cuyos soportes eran de Fe. y Ni. A partir de 1910 la casa sueca Svenska Ackumulator AB Jungner heredera de la potente Jugner inició la fabricación a escala industrial de la nueva batería a la que designó con las letras NIFE que constituían la reunión de los símbolos químicos Niquel (Ni) y hierro (Fe). Pasando más adelante a tener un lento pero seguro desarrollo hasta nuestros días, en que las baterías alcalinas son las mas apreciables para instalaciones estacionarias (No.) y para todas aquellas aplicaciones en las que la vida de la batería sea un factor importante a considerar.

### Constitución de un acumulador alcalino:

Se tratará su constitución y la forma en que produce en ellos la reacción química que constituyen la carga y descarga. En la figura No. 1 se observa un acumulador alcalino marca Tudor el cual se haya dentro de un recipiente de acero al níquel, de superficie ondulada, cualidad que da mayor consistencia a la caja que contiene cada elemento, dentro del recipiente. Ejemplos: centrales eléctricas, telefónicas, de telégrafo, alumbrado de emergencia, etc. se encuentran los soportes de la materia activa igualmente de acero al níquel la que constituye el armazón de la placa. Dentro de ellas van sujetas unas bolsas del mismo material las cuales contienen en su interior la materia activa; cada bolsa tiene infinidad de agujeros que permiten el paso del electrolito, como ejemplo de estas placas refiérase a la Figura No. 2.

(No.) Ejemplos: centrales eléctricas, telefónicas, de telégrafo, alumbrado de emergencia, etc.



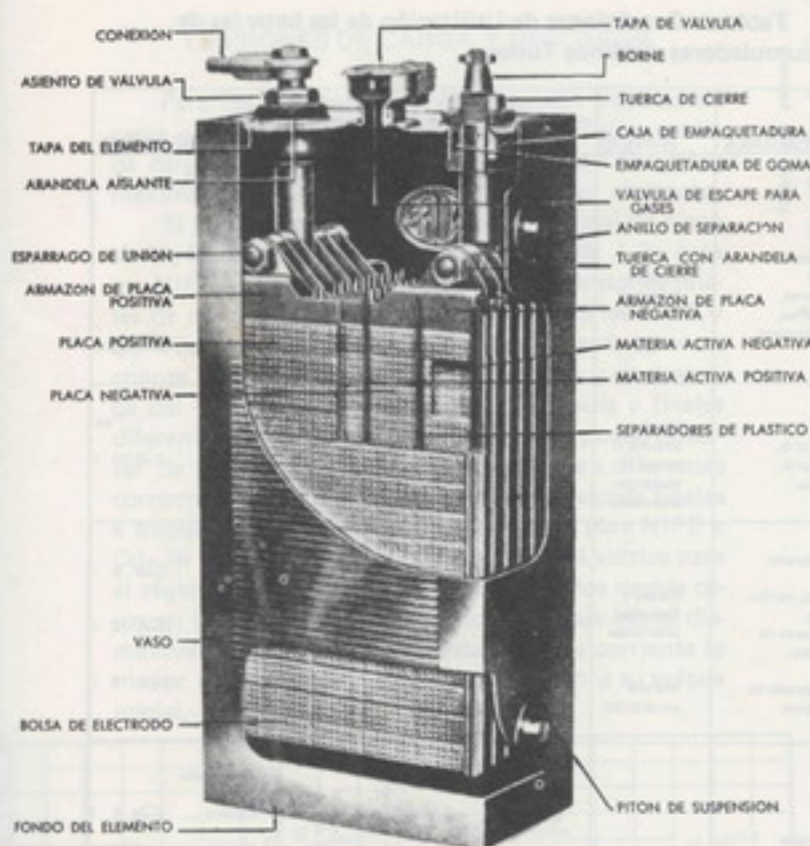


Figura No. 1.

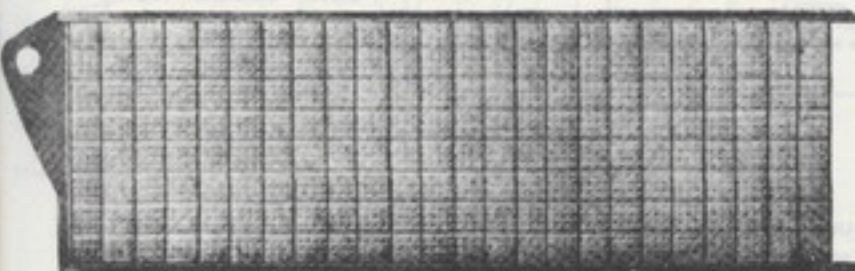
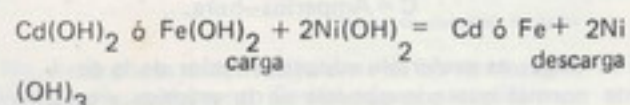


Figura No. 2. Placa positiva de un acumulador alcalino.

Otro elemento importante de este tipo de acumulador es el electrolito, el cual se compone de lejía potásica la cual consiste en una solución de potasa cáustica cuyo peso específico promedio es de 1.2 (gr/m<sup>3</sup>), pero puede variar en un ámbito de (1.16, 1.23), fuera de estos límites será necesario añadir H<sub>2</sub>O ó potasa según sea la necesidad pues de lo contrario se deteriorarán los elementos.

A continuación se da la reacción química que se produce. Esta consiste en oxidaciones y reducciones sucesivas de la materia activa:

Baterías de Níquel-Cadmio. (Cd(OH)<sub>2</sub> ó Baterías NIFE (Fe(OH)<sub>2</sub>)



Puede observarse que a diferencia de los acumuladores de plomo ácido, el electrolito no interviene directamente en la reacción por lo que en los procesos de carga y descarga se mantiene la densidad constante, mientras que en un acumulador de plomo la densidad disminuye en la descarga y aumenta en la carga y esto constituye una medida del estado en que se encuentre la batería. Se puede observar también que solamente el agua del electrolito (No.) cede en el proceso de carga el H y el O de que está compuesto, lo que explica a su vez la disminución que sufre el líquido y que hay que compensar con la adición de agua destilada en períodos regulares de tiempo. Es conveniente sustituir el electrolito de estas baterías cada cierto tiempo, dos años si están sometidos a trabajo intensivo (varios ciclos de carga-descarga en un mismo día), y tres o cuatro años para las que trabajan ocasionalmente (sistemas de emergencia en telecomunicaciones). Este cambio se debe al hecho de que el electrolito de las baterías alcalinas va absorbiendo poco a poco el ácido carbónico del aire lo que con el tiempo puede llegar a crear problemas de conductividad eléctrica.

#### PARTES CONSTITUTIVAS MAS IMPORTANTES DE UN ACUMULADOR ALCALINO

##### Placas positivas:

En la figura No. 1 muestra el acumulador alcalino (hierro-níquel) donde se indican todas las partes constitutivas, puede observarse la gran solidez del conjunto. Los sistemas de fabricación de placas más comunes son los siguientes:

- Acumuladores con placas positivas de tubo.
- Acumuladores con placas positivas de bolsa.

En el caso de tener placas positivas de tubo, la materia activa está constituida de copas alternadas de níquel e hidrato de níquel. Los acumuladores de placa positiva de bolsa son los más utilizados en este caso se sustituye el níquel por grafito.

##### Placas negativas:

Es exactamente el mismo principio que para placas positivas, lo que varía en ellas es la materia activa, constituida por un compuesto a base de cadmio y hierro tratados por un procedimiento especial.

Tando las placas negativas como las positivas se unen por medio de un pasador que las sujeta por uno de sus extremos, luego las placas positivas y negativas se colocan alternadamente y separadas entre sí por separadores para protegerlos de posibles corta circuitos. Esto es observable en la figura No. 3. Los separadores son normalmente de plástico pero al no estar sumergidas en ácido como los de plomo se puede utilizar ebonita y otros materiales.

(No.) Recuérdese que el electrolito es de potasa cáustica, y en la reacción ésta no interviene.



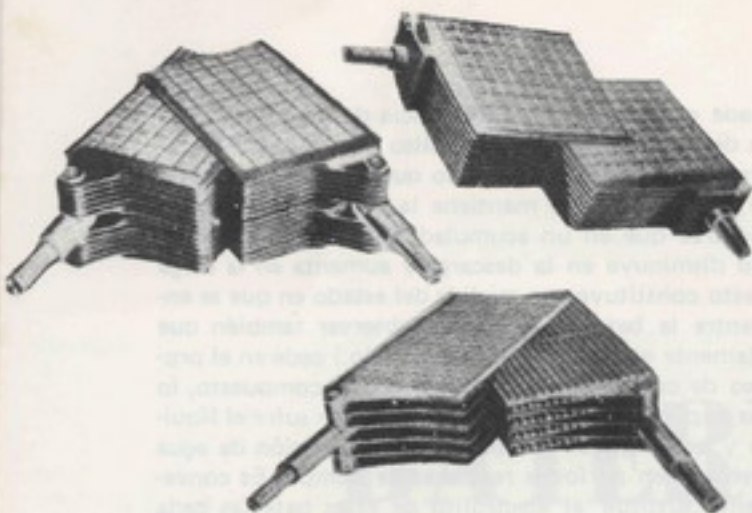


Fig. No. 3. Tres distintas formas de acoplamiento de las placas positivas y negativas de acumuladores alcalinos.

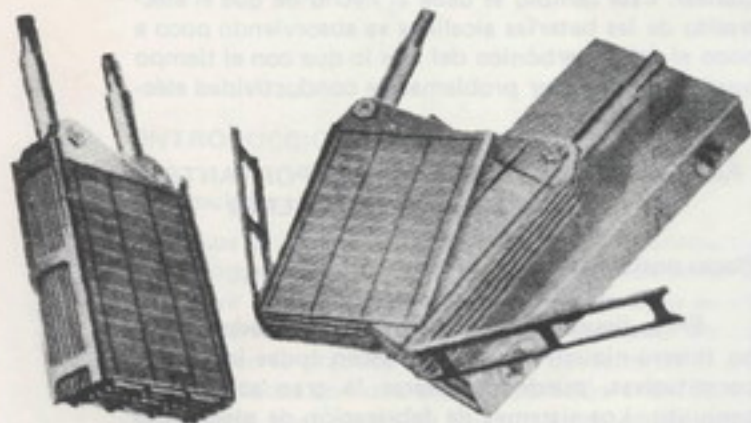


Fig. No. 3. Estructura y detalles de montaje de una batería de acumuladores alcalinos.

#### Recipiente:

Constituido por chapa de acero niquelado con fondo del mismo material; y está unido entre sí por medio de cordones de soldadura autógena.

#### Capacidad de los acumuladores alcalinos:

Contrariamente a lo que se da con otros tipos de acumuladores, los alcalinos permanecen prácticamente sin variación para los regímenes de descarga cuatro veces mayores de la intensidad nominal; las baterías alcalinas tienen una capacidad no inferior al 850/o de su capacidad nominal.

Para la elección de una batería de acumulador alcalino se deben de seguir las dos normas siguientes:

- 1) Aumentar en un 200/o la capacidad estrictamente necesaria para asegurar el servicio.
- 2) Respetar la relación en "C" = capacidad nominal en amperios-hora a "I" = corriente media de utilización en amperios y de la cual se muestra el siguiente cuadro a continuación, perteneciente a la Firma Tudor:

Tabla de Condiciones de Utilización de las baterías de acumuladores alcalinos Tudor.

APLICACIONES	SERVICIO	TIPO DE LOS ELEMENTOS			CAPACIDAD MINIMA
		Positivas	Negativas	Serie	
Tracción: Camiones, Carretillos, Locomotoras,	Cargas y descargas alternadas	tubos	hierro	A.H. y CH	En llano, carga total. Cda 3,6 i velocidad máxima ... En rampa de 60/o carga total ... Cda 1,33 i
Telegrafía, Telefonía, Señales.	Marcha circuito o cargas y descargas alternadas	bolsas	cadmio	S. y A.V.C.	en ..... Cda 20 i
Alumbrado: Fincas, navíos, Yates, Lámparas de mina.	Cargas y descargas alternadas	bolsas	cadmio	S. y A.V.C.	..... Cda 6 i
		tubos	cadmio	A.	..... Cda 12 i
Alumbrado de trenes	Marcha en circuito	bolsas y tubos	cadmio	S. y A.V.C. Y. CH.	..... Cda 6 i
Centrales y subestaciones  Alumbrado de socorro y accionamiento de disyuntores	Marcha en circuito	bolsas	cadmio	S. y A.V.C.	Alumbrado socorro ... Cda 4 i Disyuntores ... Cda 2 i
		bolsas	cadmio	N. y S. A.V.C.	Alumbrado socorro ... Cda 2 i Disyuntores ... Cda 1 i
	Cargas y descargas alternadas	tubos	cadmio	A. CH. y C. CH.	Alumbrado socorro ... Cda 5 i Disyuntores ... Cda 2 i
Arranque		bolsas	cadmio	N. St. o St. N.	

Regla 1a. Si la batería no debe asegurar más que el arranque, se escogerá la capacidad C de tal suerte que la corriente dada después de la puesta en servicio o circuito sea, en el caso más difícil:

Inferior a C para las baterías de la Serie N.  
Inferior a 3,5 C para las baterías de la Serie St.  
y St. N.

Regla 2a. Si la batería asegura, en suplemento del arranque, la instalación de los circuitos de alumbrado o de control, consumiendo un total i de amperios, se asegurará que C sea superior o igual a 6 i.

#### Características de carga y descarga:

Se considera corriente nominal de un acumulador alcalino, a la correspondiente a un régimen de descarga de cinco horas, lo que relacionado con la capacidad nominal da el siguiente resultado:

$$I = 0.2C$$

$$I = \text{Amperios.}$$

$$C = \text{Amperios-hora.}$$

Para la carga, es preferible adoptar el valor de la corriente normal que corresponde en la práctica a un



tiempo de siete horas, si se parte de una batería totalmente descargada.

## TENSIONES DE CARGA Y DESCARGA

Para los elementos NIFE la tensión máxima de carga es de 1.82v por elemento, y la tensión media de carga es de 1.67v. Para el caso de los CD-Ni la máxima es 1.75v y la media es 1.62v por elemento.

Si la descarga se hace a régimen normal de cinco horas, la tensión media de descarga es de 1.2v para los NIFE y 1.165 para los Cd-Ni. Las tensiones finales de descarga son de 1v. y de 0.95v. para los NIFE y Cd-Ni, respectivamente. Es muy importante tener en cuenta que si se varía el régimen de carga y de descarga del normal se obtienen tensiones media y finales diferentes de las del caso normal. Esto se puede observar de las figuras 4, 5, 6, 7 en donde para diferentes corrientes de carga y de descarga las tensiones finales e iniciales varían. Nótese que la descarga para NIFE y Cd-Ni se inicia aproximadamente en 1.4 voltios para el régimen normal de cinco horas, para los demás casos en que este tiempo sea menor el voltaje inicial disminuye también, lo cual se debe a que la corriente es mayor y la batería tiende a sostener menos su voltaje inicial.

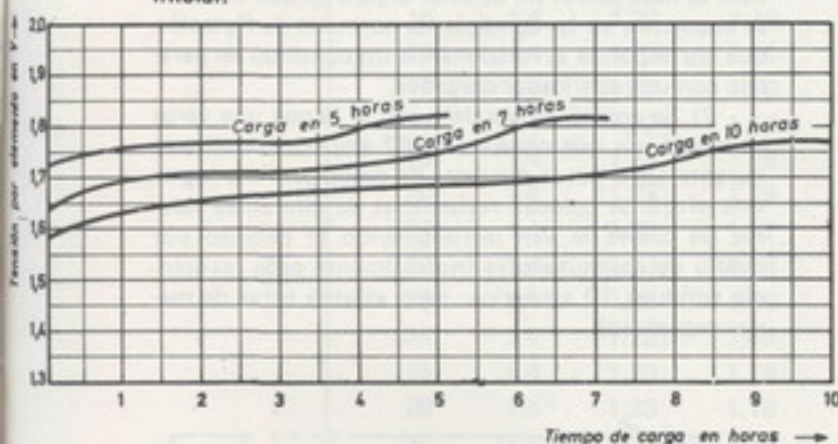


Fig. No. 4. Gráficos de la variación de la tensión de carga de un elemento Hierro-níquel, para regímenes de carga de 5, 7 y 10 horas.

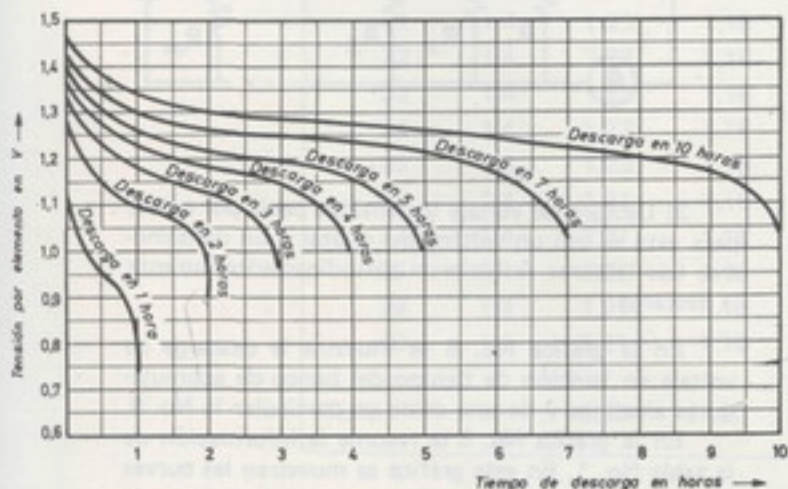


Fig. No. 5. Gráficos de las variaciones de las tensiones de descarga de un elemento Cadmi-níquel para distintos regímenes de descarga.

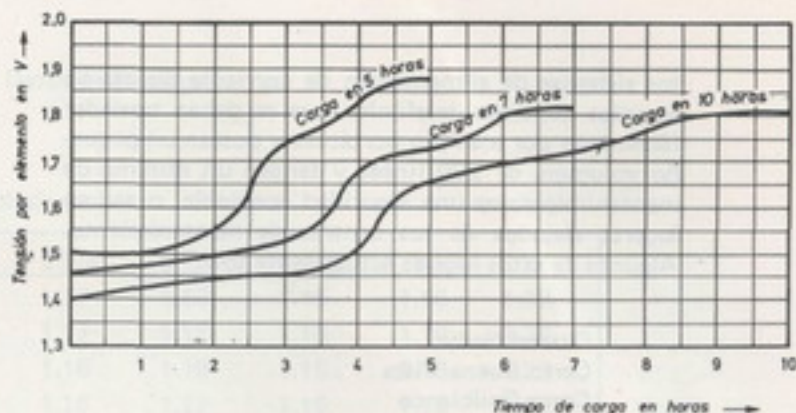


Fig. No. 6. Gráficos de las variaciones de las tensiones de carga de un elemento cadmio-níquel, para regímenes de carga de 5, 7, 10 Horas.

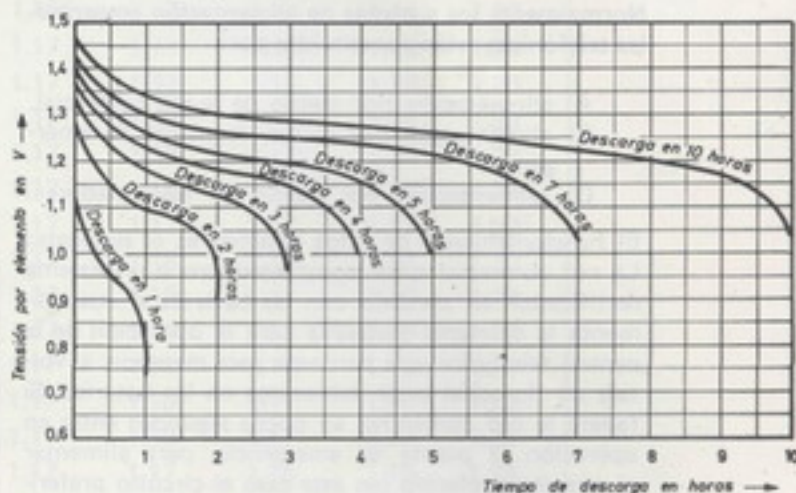


Fig. No. 7. Gráficos de las variaciones de las tensiones de descarga de un elemento hierro-níquel, para distintos regímenes de descarga.

## ACUMULADORES ALCALINOS EN OPERACION

Una vez conocidos los conceptos elementales sobre acumuladores alcalinos, se darán algunas experiencias sobre el uso de estos en el campo de centrales telefónicas. Como se ha visto la aplicación de los acumuladores alcalinos es muy amplia, e incluye los campos de telecomunicaciones y energía, y en la actualidad con el avance de los dispositivos electrónicos su uso se ha vuelto imprescindible en la medida que se necesitan elementos que sean recargables. Además si la eliminación de gases es crítica para disminuir efectos de corrosión su uso resulta necesario. En éste aparte se verá una de las aplicaciones más importantes de los acumuladores alcalinos y es su uso en centrales telefónicas portátiles utilizadas en los sistemas de telecomunicaciones. De esta aplicación se puede generalizar a otros campos donde sean necesarios sistemas confiables recargables de alimentación, con un mínimo de mantenimiento y un máximo de seguridad.

En Costa Rica, el I.C.E. ha puesto en práctica es-



tos sistemas de alimentación de corriente directa en aquellos centrales telefónica que se deban trasladar fácilmente por ejemplo portátiles y posean un pequeño volumen, de 200 líneas y tengan un mínimo de mantenimiento y una seguridad aceptable, o sea en lugares alejados de los centros de mantenimiento. Algunos de estos lugares actualmente son:

Ciudad Neily  
Cerro Buena Vista  
Cerro Coliblanco  
San Marcos de Tarrazú  
Guápiles  
La Garita

Normalmente los sistemas de alimentación en centrales telefónicas están constituidas por:

- A) alimentación por medio de la red comercial.
- B) alimentación por medio de planta de emergencia.
- C) alimentación por medio de acumuladores.

El funcionamiento de estos sistemas es el siguiente: La red comercial suplente constantemente a un sistema rectificador en paralelo con las baterías el cual alimenta la corriente necesaria para la operación de la central telefónica y la corriente para mantener el voltaje de flotación o de sobrecarga en las baterías. Si fallara la red comercial, en pocos segundos entra en operación la planta de emergencia, para alimentar el circuito preferido (en este caso el circuito preferido sería la central telefónica, equipo de radio, alumbrado de emergencia y eventualmente aire acondicionado) por el tiempo necesario mientras falte la red comercial. En caso de fallar la planta de emergencia, el sistema de corriente directa (central telefónica y equipo de radio) se alimentará directamente por las baterías, cuya descarga dependería de la corriente que esté supliendo al sistema y de la capacidad para la que fueron diseñadas. Este sistema es el más confiable para una central grande de más de 1000 líneas. Pero hay sistemas en los cuales no existe la planta auxiliar de emergencia, de esta manera al fallar la red comercial, las baterías entran a alimentar la central telefónica y el equipo de radio. Este último es el caso de centrales portátiles en las que se procura por comodidad, espacio y fácil manejo, que las baterías estén dentro de la centra; esto implicaría que los dispositivos electromecánicos de la central estén sometidos a la acción de los gases corrosivos que se desprenden de las baterías, razón por la cual es necesario utilizar los acumuladores alcalinos, en los que el desprendimiento de gases es mínimo.

Las baterías empleadas en este tipo de centrales portátiles (denominadas PC-32) son del tipo 16S17 Cd-Ni de Tudor con una capacidad de 310 A-H a cinco horas, 40 elementos, voltaje de flotación 56v., las cuales en paralelo con un sistema rectificador — convertidor suministran 49v continuos a la central. Antes de explicar el caso de las pruebas y mantenimien-

to realizados en una central portátil en particular, es importante hacer notar, que las centrales PC-32 se pueden instalar de dos formas:

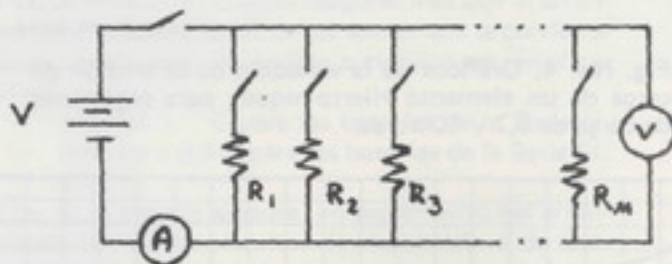
- 1) Centrales móviles: aquellas instaladas en un furgón, ó en un contenedor.
- 2) Centrales fijas: instaladas en una construcción estacionaria.

En ambos casos la versatilidad de uso de los acumuladores alcalinos no pierde generalidad debido a que estos se encuentran alojados junto al equipo de combinación y radio de la central; cosa que no sucede cuando se utilizan acumuladores de plomo-ácido debido a la gasificación. La central que va a servir de muestra es San Marcos de Tarrazú y de ella se verán las pruebas de carga y descarga realizadas, y el mantenimiento preventivo que se ha seguido desde su instalación. (ver tabla No. 2). Para obtener los datos de la tabla No. 2 se empleó el siguiente procedimiento:

- 1) Verificar que el banco se encontraba en los límites de voltaje de flotación, que oscila entre 1.4 y 1.45 voltios por celda y 56v. total para el banco. Además que la densidad estuviera entre 1.16 y 1.23.

Esto se hace con el fin de estar seguro de que el banco se encuentra en las condiciones normales de flotación que corresponde al funcionamiento continuo en paralelo con un rectificador-cargador.

- 2) Se colocó en paralelo con el banco una carga de resistencia que consumiera 62 amperios continuos durante las 5 horas previstas de descarga. Para lograr este efecto se colocan resistencias de diferentes valores las cuales se van introduciendo al circuito por medio de conmutadores (normalmente cada resistencia conduce 10 amperios, pero existen otras de menor capacidad).



- 3) Lectura de voltaje y densidad celda por celda; para esto se usó un voltímetro digital y un densímetro. Las lecturas se hicieron periódicamente durante la descarga.

En la gráfica No. 5 se muestra la descarga de voltaje en función de tiempo del banco de acumuladores alcalinos y de una celda en particular la No. 9.

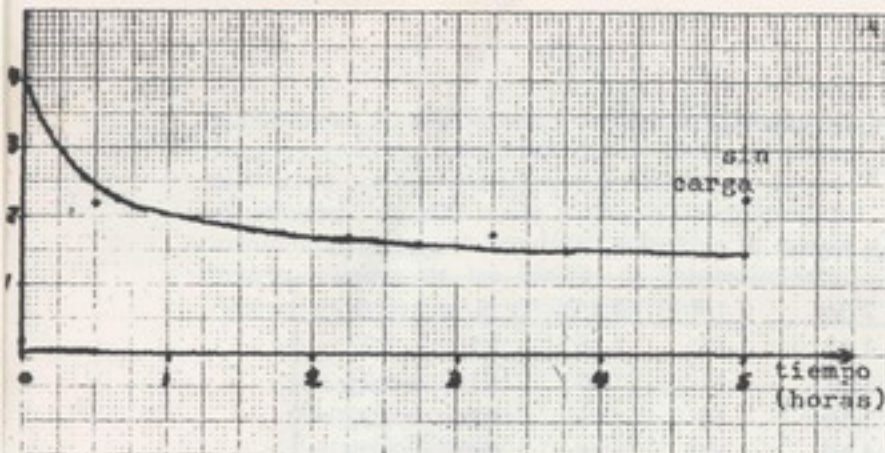
En la gráfica No. 5 se resume la información de la tabla No. 1. En esta gráfica se muestran las curvas de descarga de una celda particular, y las curvas de descarga del banco. Se puede observar que al inicio de la descarga el voltaje promedio por celda es de 1.4



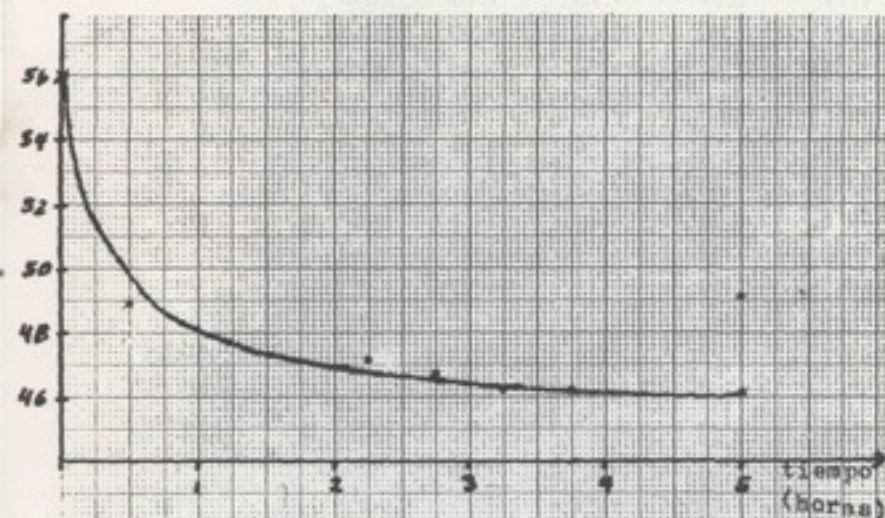
Tabla 2. Datos de descarga.

tiempo horas celda	Voltaje (volts)							sin carga
	0	1/2	2 1/4	2 3/4	3 1/4	4 1/2	5	5
1	1.4	1.22	1.18	1.17	1.17	1.16	1.16	1.23
2	1.4	1.22	1.17	1.17	1.17	1.16	1.16	1.23
3	1.4	1.22	1.17	1.16	1.16	1.15	1.16	1.23
4	1.4	1.22	1.17	1.16	1.17	1.15	1.15	1.23
5	1.4	1.22	1.18	1.17	1.16	1.16	1.16	1.23
6	1.4	1.22	1.17	1.17	1.17	1.15	1.15	1.23
7	1.4	1.22	1.18	1.17	1.16	1.16	1.16	1.23
8	1.4	1.22	1.17	1.16	1.17	1.14	1.14	1.23
9	1.4	1.22	1.17	1.17	1.17	1.16	1.15	1.23
10	1.4	1.22	1.18	1.17	1.17	1.16	1.16	1.23
11	1.4	1.22	1.19	1.17	1.16	1.16	1.16	1.23
12	1.4	1.23	1.19	1.17	1.18	1.17	1.16	1.23
13	1.4	1.23	1.19	1.17	1.18	1.17	1.17	1.23
14	1.4	1.23	1.19	1.17	1.17	1.17	1.17	1.23
15	1.4	1.22	1.18	1.17	1.18	1.17	1.16	1.23
16	1.4	1.23	1.19	1.17	1.18	1.17	1.16	1.23
17	1.4	1.23	1.19	1.17	1.18	1.17	1.16	1.23
18	1.4	1.23	1.18	1.17	1.18	1.16	1.16	1.23
19	1.4	1.23	1.19	1.17	1.18	1.17	1.16	1.23
20	1.4	1.23	1.19	1.17	1.18	1.17	1.17	1.23
21	1.4	1.23	1.17	1.17	1.17	1.15	1.15	1.23
22	1.4	1.23	1.18	1.17	1.17	1.16	1.15	1.23
23	1.4	1.23	1.18	1.17	1.17	1.15	1.15	1.23
24	1.4	1.23	1.19	1.17	1.17	1.16	1.16	1.23
25	1.4	1.23	1.18	1.17	1.17	1.16	1.15	1.23
26	1.4	1.23	1.18	1.17	1.17	1.16	1.15	1.23
27	1.4	1.23	1.18	1.17	1.17	1.16	1.15	1.23
28	1.4	1.23	1.18	1.17	1.17	1.16	1.16	1.23
29	1.4	1.23	1.18	1.17	1.17	1.16	1.15	1.23
30	1.4	1.23	1.18	1.17	1.17	1.16	1.16	1.23
31	1.4	1.23	1.18	1.17	1.17	1.16	1.15	1.23
32	1.4	1.23	1.18	1.17	1.17	1.16	1.15	1.23
33	1.4	1.23	1.18	1.17	1.17	1.16	1.16	1.23
34	1.4	1.23	1.18	1.17	1.17	1.16	1.16	1.23
35	1.4	1.23	1.18	1.17	1.17	1.16	1.16	1.23
36	1.4	1.21	1.18	1.17	1.17	1.16	1.15	1.23
37	1.4	1.21	1.18	1.15	1.17	1.16	1.15	1.23
38	1.4	1.21	1.18	1.17	1.17	1.16	1.16	1.23
39	1.4	1.21	1.18	1.17	1.17	1.16	1.16	1.23
40	1.4	1.21	1.18	1.17	1.17	1.16	1.16	1.23
Total	56	48.98	47.22	46.75	46.34	46.42	46.25	49.21





Descarga en la celda 9.



Descarga en el banco.

Gráfico No. 5. Curvas de descarga de voltaje en función del tiempo, por celda (9) y en el banco.

voltios que corresponde a los 56 voltios totales de flotación, media hora después el voltaje promedio es 1.22 que corresponde a un voltaje total de 49 voltios, que es la caída típica en los elementos de Cd-Ni se puede observar que a partir de este momento, los cambios de voltaje por celda son menos bruscos, obteniéndose un voltaje al final de la descarga de 1.16 voltios y un voltaje total de 46.25v., que corresponde a la tensión media de descarga. Una vez eliminada la carga, el voltaje lógicamente sube, en este banco particular la lectura fue de 49v. y 1.23 v. promedio por celda.

La tabla No. 3 muestra los datos de carga, promedio en este caso se partió del voltaje de flotación; se pudo haber empezado de un voltaje más bajo, pero la diferencia sería únicamente en el tiempo de carga.

Gráfica No. 6 para la carga se conectó un rectificador en paralelo con el banco de baterías y las lecturas se hicieron utilizando un voltímetro digital y un densímetro. Se puede observar que el tiempo de carga fue de 15 horas debido a que se cargó a la mitad de la corriente de carga normal por esta razón los voltajes de carga promedio son de 1.69 y no de 1.75 como se podría esperar.

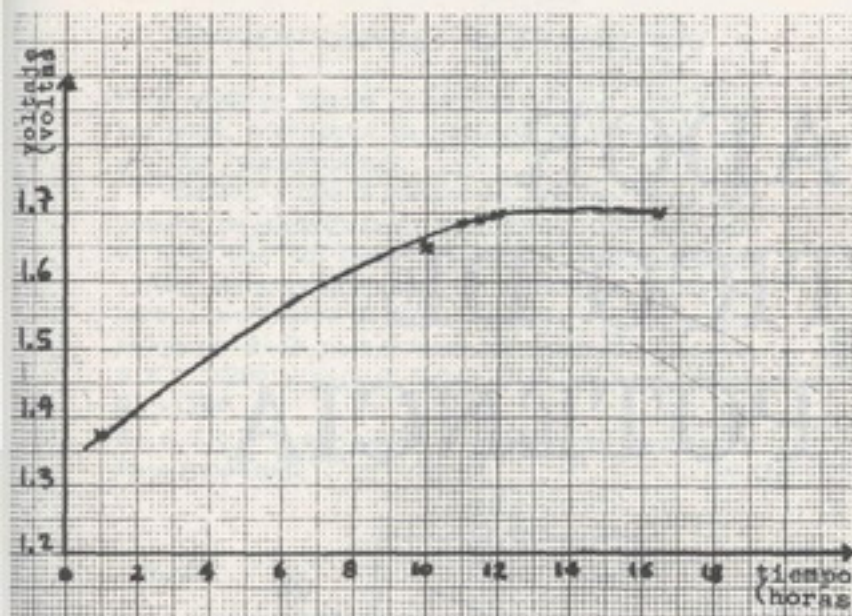
## MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS ACUMULADORES

Después de aproximadamente un año de estar en operación estos acumuladores han necesitado un mínimo de agua destilada y en el caso de algunas centrales no han necesitado del todo. La rutina de mantenimiento ha consistido en visitas periódicas cada mes,

Tabla 4. Datos de la Central de San Marcos de Tarrazú después de un año de operación

Celda No	Voltaje volts	Densidad
1	1.40	1.21
2	1.40	1.21
3	1.40	1.21
4	1.40	1.21
5	1.40	1.20
6	1.40	1.20
7	1.40	1.20
8	1.40	1.21
9	1.40	1.21
10	1.40	1.21
11	1.40	1.21
12	1.40	1.21
13	1.40	1.21
14	1.40	1.21
15	1.40	1.21
16	1.40	1.21
17	1.40	1.21
18	1.40	1.21
19	1.40	1.20
20	1.40	1.20
21	1.40	1.20
22	1.40	1.20
23	1.40	1.20
24	1.40	1.20
25	1.40	1.21
26	1.40	1.21
27	1.40	1.21
28	1.40	1.20
29	1.40	1.20
30	1.40	1.20
31	1.40	1.20
32	1.40	1.20
33	1.40	1.20
34	1.40	1.21
35	1.40	1.21
36	1.40	1.21
37	1.40	1.21
38	1.40	1.21
39	1.40	1.21
40	1.40	1.21





Gráfica No. 6. Gráfico de carga típico por celda, en los cuales se mide el electrolito, (cuyo nivel mínimo debe ser cinco milímetros sobre el borde superior de las placas), su densidad y el voltaje celda por celda, el cual debe estar entre los límites de 1.40 y 1.45 voltios de cada una de las cuarenta celdas que tiene el banco. En la tabla No. 4 se puede observar los últimos datos obtenidos en la central telefónica de San Marcos.

Como se puede observar de esta tabla, el voltaje y la densidad se encuentran entre los límites preestablecidos para la correcta operación de los acumuladores alcalinos.

En la actualidad el único cambio que se prevee es la limpieza general de los bancos para lo cual se piensa seguir el siguiente procedimiento:

- 1) Descarga rápida de la batería hasta agotamiento, posiblemente con una corriente igual al doble de lo normal de descarga para regímenes de cinco horas.
- 2) Desmontaje de los elementos de sus soportes o chasis.
- 3) Limpieza de los elementos, conexiones, así como las partes de madera.
- 4) Pintar en forma completa o parcial si fuera necesario.
- 5) Engrasar las partes metálicas y montajes de la batería.
- 6) Sobrecargar con un régimen de carga de

aproximadamente 12 horas a corriente normal.

#### Conclusiones:

Se puede notar de los resultados experimentales obtenidos del uso de los acumuladores alcalinos, sus ventajas en lo que se refiere en general a mantenimiento. Después de un año de estar estas en operación en lugares donde constantemente falla la red comercial, su voltaje y densidad se mantienen prácticamente invariables, según se puede observar en la tabla 4. Además durante todo este tiempo en las visitas periódicas que se han hecho mes a mes no han necesitado relleno de agua destilada, lo cual induce a pensar que estos pueden pasar largos períodos de tiempo sin ser visitados.

Además de esta ventaja obtenida, se podrían citar muchas otras, las cuales necesariamente establecerían una comparación con los acumuladores de plomo ácido. Estas son: no gasificación, no sulfatación, resistencia a corto circuitos prolongados, muy poca auto-descarga.

Es importante hacer notar que las baterías presentadas como ejemplo práctico son de un tipo y de una marca particular, por lo que se recomienda debido a los resultados satisfactorios obtenidos, la experimentación con otras marcas y tipos, en los diversos campos donde se necesitan alimentación por medio de corriente directa.

#### Referencias:

B.H. Mahan. *Química curso universitario*, Fondo educativo Interamericano, primera edición, Estados Unidos (1968).

NIFE Jungner. *Baterías NIFE de Níquel Cadmio para energía de reserva*, Suecia.

S.E. Acumulador. *Acumuladores Alcalinos TUDOR*, catálogo general, España.

J.R. Vázquez. *Pilas y Acumuladores Máquinas de Corriente Directa y Alterna*, Ediciones CEAC, S.A. (1973).

J.R. Agüero, J.G. Murillo. *Sistemas de Alimentación para Centrales Portátiles PC-32*. I.C.E. (1976).



# REGULADOR AUTOMATICO DE FACTOR DE POTENCIA

Ing. Guillermo Loria Martínez  
Ing. Julio César Quintana Morales

## RESUMEN

### OBJETIVO:

El objetivo de este proyecto es diseñar y construir un aparato el cual regule automáticamente el factor de potencia.

El proyecto se resume en tres etapas básicas que son las siguientes:

### 1. CONVERTIDOR FASE AMPLITUD:

En esta etapa se van a tener dos entradas y una salida, en las entradas se toman dos señales, una del voltaje de fase del sistema trifásico y otra de la corriente de línea, la salida que se obtiene es un voltaje proporcional al desfase entre las señales de entrada.

### 2. COMPARADOR DE VOLTAJE:

Aquí lo que se tiene, es una señal de entrada y dos señales de salida, además de una señal interna.

La señal de entrada se obtiene de la salida de la primera etapa, este voltaje se compara con una señal interna, que es un voltaje de referencia proporcional al factor de potencia deseado, al cual debe regularse el sistema. En esta operación obtenemos una salida cuando el voltaje de entrada es mejor que el voltaje de referencia, y otra salida cuando sucede lo contrario.

### 3. CONTADOR ARRIBA / ABAJO:

Esta última etapa consiste en un contador de dos entradas y cuatro salidas, las entradas vienen de las salidas de la etapa anterior, una de las cuales hace que el

contador cuente hacia arriba y la otra hace que cuente hacia abajo. Las cuatro salidas son las que van a comandar los contactores, que activarán o desactivarán los condensadores que corregirán el factor de potencia.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos son bastante satisfactorios, ya que el sistema diseñado de esta manera cumple con los requisitos y metas fijadas, como son no solo la regulación del factor de potencia automáticamente sino los temas variados en los que hubo que hacer el estudio como son las electrónicas, los sistemas digitales, control automático y potencia que lo volvieron un proyecto bastante interesante.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda que este trabajo se estudie más a fondo para corregirle los posibles errores, y además buscar otras posibilidades en la forma de operación de las etapas, como algunas sugerencias que se dan en el apéndice C, además considerando la posible utilidad de este aparato sería provechoso para la Universidad de Costa Rica financiarlo como un proyecto de investigación.



Fig. 1

Diagrama de bloques del sistema de control automático de factor de potencia.



## PRIMERA ETAPA:

### CONVERTIDOR DE FASE EN AMPLITUD

Para medir el ángulo de desfase entre el voltaje y la corriente, o el factor de potencia se utilizó un convertidor Fase/Amplitud.

Debido a que la corrección, debe ser tanto para ángulos de adelanto como de atraso, se utiliza un convertidor que nos de una variación proporcional de voltaje comprendida entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$ ; de modo que para la proporción de  $120^\circ$ , esta se toma como referencia de  $\theta = 0$ , para el factor de potencia capacitivo,  $\theta < 120^\circ$  y para el factor de potencia inductivo,  $\theta > 120^\circ$ .

En la Fig. 1.1, se muestra el diagrama del convertidor Fase/Amplitud.

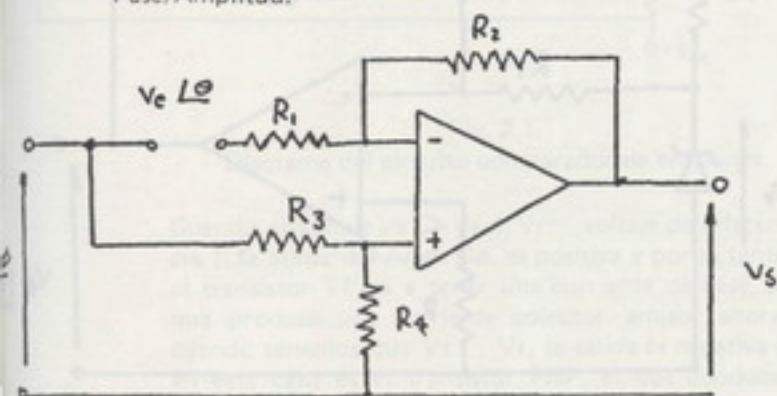


Fig. 1.1

Diagrama del convertidor Fase/Amplitud

La señal  $V_e \cos \theta$ , esta desfasada con respecto a  $V_e / \phi$ , un ángulo  $\theta - \phi$ . El convertidor realiza la resta de señales, pero además de considerar el desfase que produce el elemento reactivo toma en cuenta la variación de amplitud por la impedancia de tal elemento, con la resistencia del convertidor; o sea:

$$V_s = V_e (1 - (R / R^2 \cdot X^2)) \cos \theta$$

donde:

- $V_s$  = voltaje de entrada
- $V_e$  = voltaje de salida
- $R$  = resistencia del convertidor
- $X$  = impedancia del elemento

Si se toma  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ ,

$$V_s / V_e = K \cos \theta$$

Si se hace  $K = 1$  se obtiene:

$$\text{para } \theta = 0^\circ, V_s = 0$$

$$\text{" } \theta = 180^\circ, V_s = 2V_e$$

en este caso particular.

### RECTIFICACION

Como la señal de salida  $V_s$ , es sinusoidal, es necesario

utilizar un rectificador, éste se realiza, con un Amplificador Operacional, Ver Fig 1.2, y que nos permite obtener niveles D.C. por medio de un filtro RC.

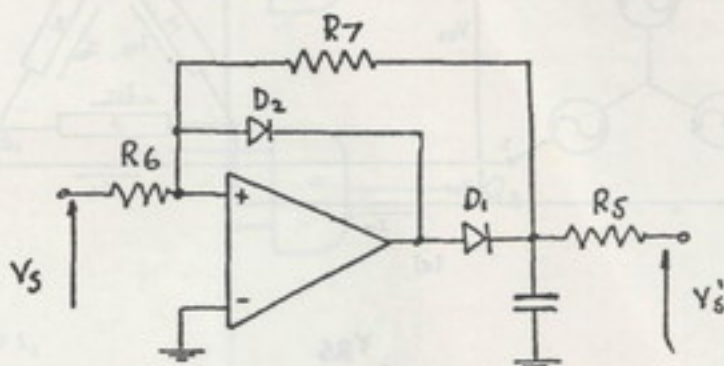


Fig. 1.2

Diagrama del circuito rectificador

El amplificador operacional actúa como un comparador de tensión respecto a tierra, permitiendo rectificar señales desde 0V. El diodo  $D_1$ , rectifica la señal del Amp. Op. a media onda, se nota que la resistencia  $r_d$  (resistencia interna del diodo), queda en serie con la resistencia de realimentación del circuito por lo tanto el voltaje de la unión queda disminuido  $A_v$  (ganancia del Amp. Op.) veces;  $D_2$  impide la saturación del Amp. Op. a voltajes positivos.

Las resistencias  $R_6, R_5, R_7$ , se toman del orden de los Kohms con lo que se evita que el convertidor se cargue.

En la Fig. 1.3 se muestra el acople de los dos circuitos.

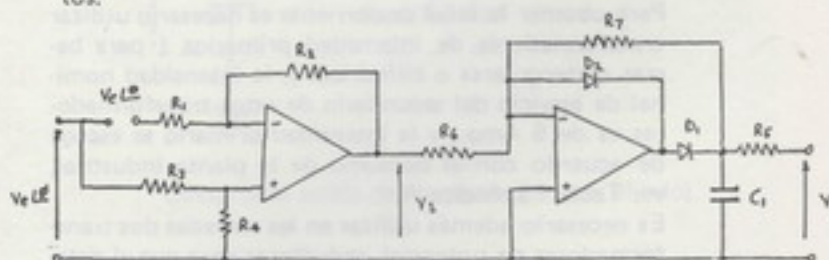


Fig. 1.3

Diagrama de el convertidor Fase/Amplitud acoplado con el rectificador.

Ya definida la forma de operación del convertidor fase en amplitud, en el cual la relación de voltajes con el ángulo de desfase es de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ , las señales de entrada las toma de la siguiente forma:

En la Fig. 1.4 a, se muestra el diagrama de conexión de un sistema trifásico conectado en estrella con una carga en delta, la cual es inductiva y está balanceada. Las corrientes de línea se desfasan con respecto al voltaje de línea a línea. Así para obtener la variación entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$ , se midió el voltaje en la fase R/S y la corriente de línea Is, con lo cual se obtiene un desfase de la corriente  $120 + \phi$ , o  $120 - \phi$ , respecto del voltaje.



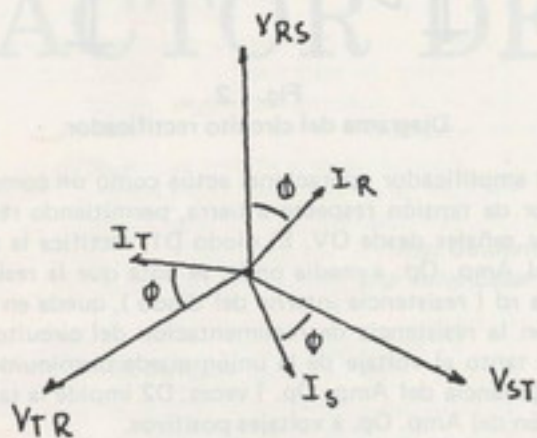
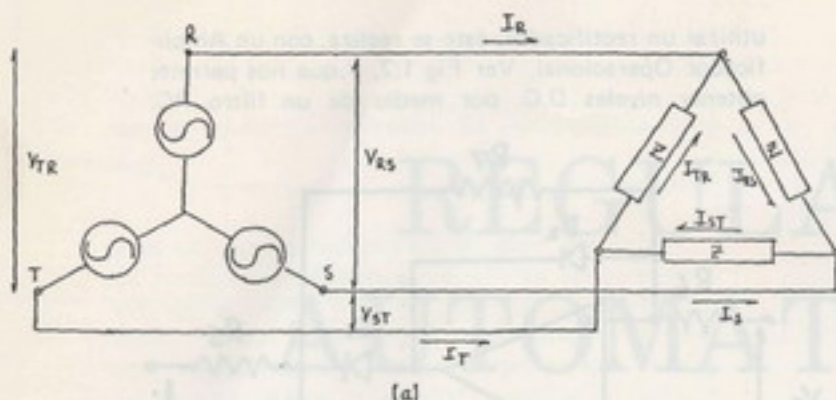


Fig. 1.4  
(a) Diagrama de una conexión trifásica en delta  
(b) Diagrama fasorial de la figura (a).

Para obtener la señal de corriente es necesario utilizar transformadores de intensidad primarios ( para barras rectangulares o cilíndricas ), la intensidad nominal de servicio del secundario de estos transformadores es de 5 Amp., y la intensidad primario se escoge de acuerdo con el consumo de la planta industrial, ver Tabla 1 apéndice A.

Es necesario además utilizar en las entradas dos transformadores de potencial, reductores para que el sistema trabaje con voltajes bajos, como se muestra en la Fig. 1.5.

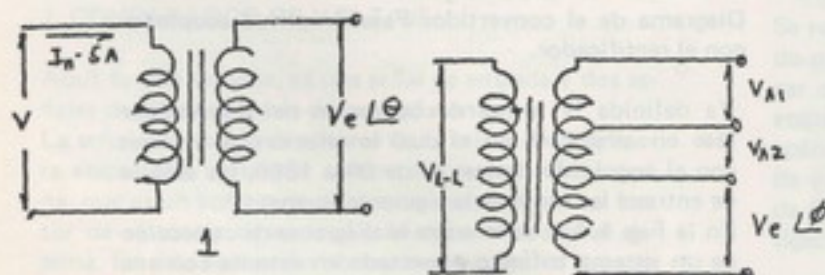


Fig. 1.5  
Transformadores reductores de tensión

En el transformador No. 2., se utilizan tres derivaciones en el secundario, para obtener tres voltajes que se necesitan una para la señal de voltaje de entrada al

convertidor Fase/Amplitud, y las otras dos servirán para alimentar el sistema.

En el transformador No. 1 es necesario conectar a la salida del secundario un regulador de tensión ya que el voltaje obtenido en esta salida es la otra entrada al convertidor Fase/Amplitud, y su amplitud debe ser igual a la de la otra señal y constante como se definió anteriormente.

En la Fig. 1.6 se muestra el diagrama del regulador de tensión.

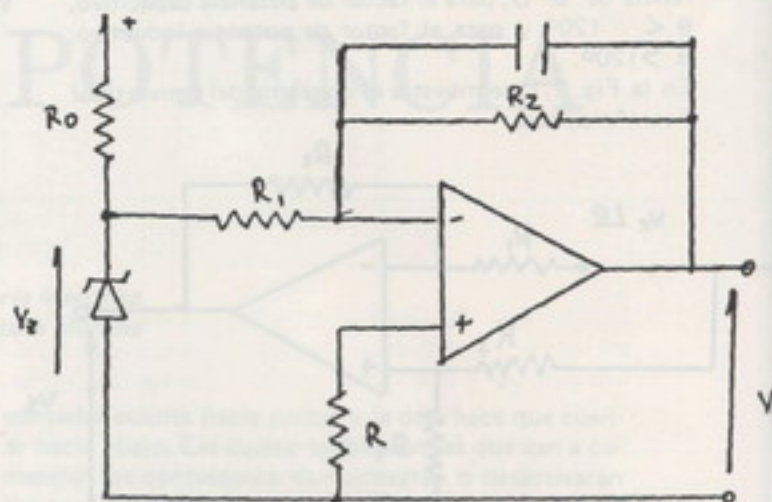


Fig. 1.6  
Diagrama del regulador de tensión

## SEGUNDA ETAPA:

### COMPARADOR DE TENSION

Se usa un comparador de tensión para poder obtener una señal cuando  $\theta > 0$ , y otra cuando  $\theta < 0$ , esto se logra comparando la señal de salida del comparador Fase/Amplitud, con un voltaje de referencia que va a ser proporcional al factor de potencia que se desea obtener en el sistema.

En la Fig. 2.1, se muestra el circuito comparador, realizado con Amp. Op. marca ARCHER 4131.

El voltaje de referencia lo variamos por medio del potenciómetro R1 y lo alimentamos a la entrada invertida por medio de una división de tensiones en las resistencias R2/R3. La incógnita en este caso es el voltaje  $V_s'$  obtenido del convertidor y se conecta a la entrada no invertida. Una ventaja de este comparador es que el voltaje de entrada  $V_s'$  no es la carga.



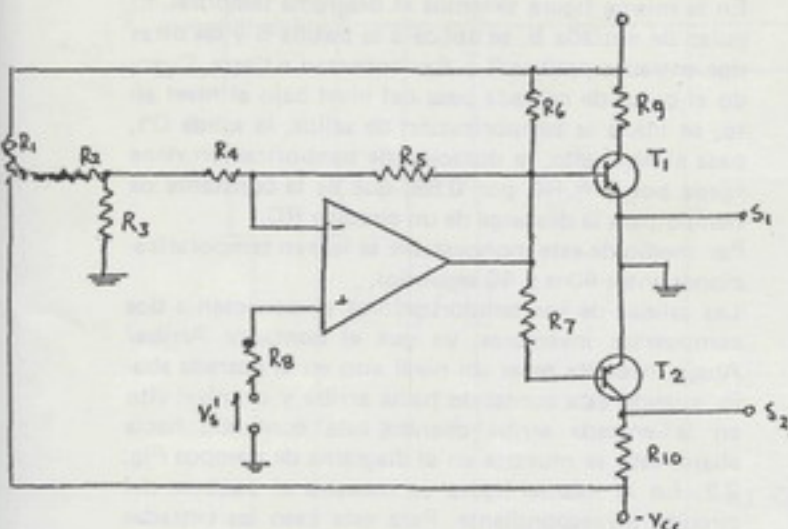


Fig. 2.1

Diagrama del circuito comparador de tensiones

Cuando el voltaje  $V_{s'} > V_r$  ( $V_r$  = voltaje de referencia), la salida del Amp. Op. es positiva y por lo tanto el transistor T1 va a tener una corriente de base, lo que produce una corriente colector-emisor, ahora, cuando tenemos que  $V_{s'} < V_r$ , la salida es negativa y en este caso es el transistor PNP, el que conduce. Cuando  $V_{s'} = V_r$ , no tenemos salida por lo tanto ambos transistores no conducen.

El rango de voltaje de entrada  $V_{s'}$  se ajusta por medio de la ganancia de voltaje del Amp. Op.

$$V_{s'} = + V_{be}/G_{cl}$$

donde:

$V_{be}$  = voltaje base-emisor

$G_{cl}$  = ganancia del Amp. Op.

De las indicaciones del fabricante para la salida del transistor T1 (S3002 HP), y (S3028),  $V_{be} = 700$  mV y la ganancia  $G_{cl}$  es 100 por lo tanto;  $V_{s'} = +700/100 = 7$  mV.

La posible variación del voltaje de referencia es dada por el voltaje  $V_{cc}$  y la división de voltaje  $R_2/R_3$ . El condensador C conectado, al compensador de frecuencia del Amp. Op. nos garantiza la no oscilación del sistema.

La etapa de salida del comparador se realiza por medio del circuito mostrado en la Fig. 2.2, las dos compuertas "Y" tienen una de las entradas conectadas en común a un circuito reloj. La otra entrada en el caso de la compuerta 1, se conecta al emisor del transistor T1, y la otra entrada de la otra compuerta se conecta al colector del transistor T2.

El circuito reloj que se muestra en la misma figura, que funciona por la realimentación originada por una red desfasadora RC. Como elemento activo se usa un

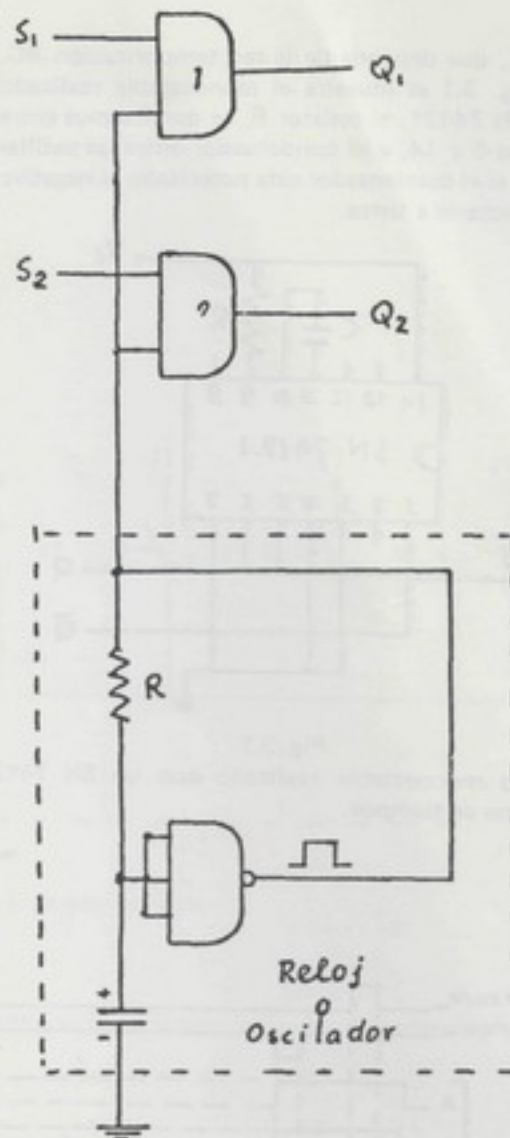


Fig. 2.2

Circuito de salida del comparador, con el reloj.

operador SN7413N (doble NO Y con disparador de Schmitt). La función de frecuencia depende de la resistencia y el condensador.

TERCERA ETAPA:

### CONTADOR BINARIO

Esta última etapa la realiza un contador binario BCD; (TEXAS Instrument), SN 74192.

Debido a que existe una diferencia de tiempos de respuesta entre el equipo electrónico, y los contactores electromecánicos, se necesita introducir un circuito de acople, para esto se usa un circuito de temporización en cada una de las entradas del contador.

Este circuito de temporización se hace utilizando un monoestable. Este circuito cuando alcanza al estado inestable, vuelve a su estado estable después de un



tiempo  $T$ , que depende de la red temporización RC. En la Fig. 3.1 se muestra el monoestable realizado con un SN 74121, el resistor  $R$ , lo conectamos entre las patillas 9 y 14, y el condensador entre las patillas 10 y 11, si el condensador esta polarizado el negativo debe conectarse a tierra.

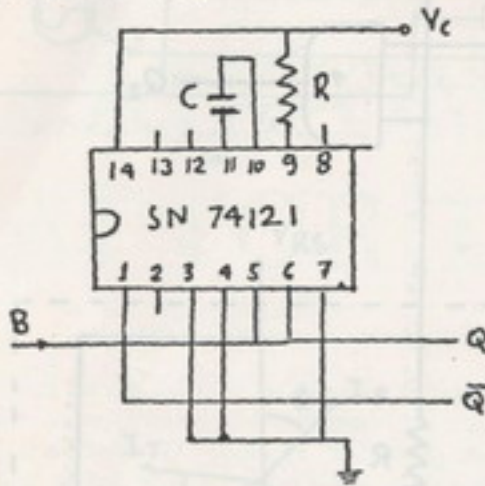


Fig. 3.1

Circuito monoestable realizado con un SN 74121  
Diagrama de tiempos.

En la misma figura tenemos el diagrama temporal. El pulso de entrada  $B$ , se aplica a la patilla 5 y las otras dos entradas patillas 3 y 4 se conectan a tierra. Cuando el pulso de entrada pasa del nivel bajo al nivel alto, se inicia la temporización de salida, la salida  $Q1$ , pasa al nivel alto, la duración de temporización viene fijada por  $T = RC$  por 0.69, que es la constante de tiempo para la descarga de un circuito RC.

Por medio de este monoestable se logran temporizaciones entre 40ns y 40 segundos.

Las salidas de los temporizadores se conectan a dos compuertas inversoras, ya que el contador Arriba/Abajo, necesita tener un nivel alto en la entrada abajo, cuando esta contando hacia arriba y un nivel alto en la entrada arriba cuando esta contando hacia abajo, esto se muestra en el diagrama de tiempos Fig. 3.2. En la misma figura se muestra el paquete del circuito correspondiente. Para este caso las entradas  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ , y el borrado deben conectarse a tierra, la entrada carga debe estar en nivel alto (5 V.), y las salidas  $Q1$ ,  $Q2$ ,  $Q3$ ,  $Q4$ , son las que manejarán los relés que gobiernan los contactores.

En la Fig 3.3, 3.4, y 3.5 se muestra la conexión del sistema de control automático de factor de potencia al sistema de control de fuerza, y este a su vez conectado al sistema de fuerza.

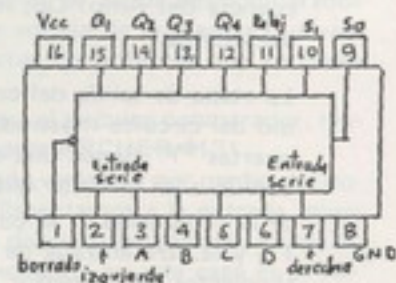
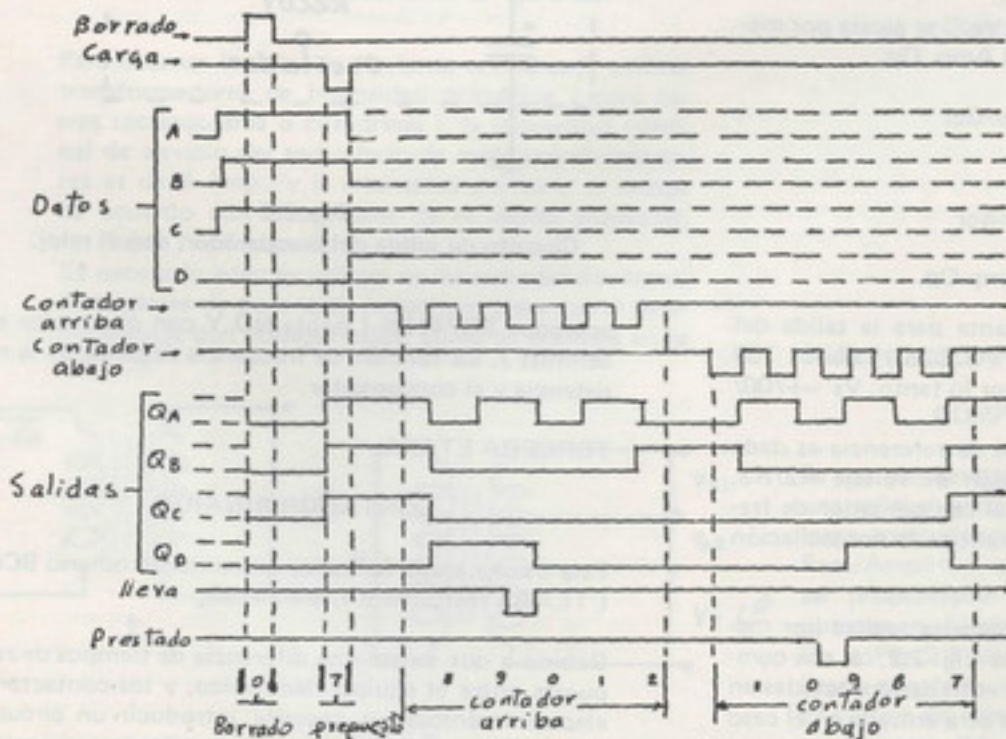


Fig. 3.2

Diagrama temporal y paquete del contador BCD.



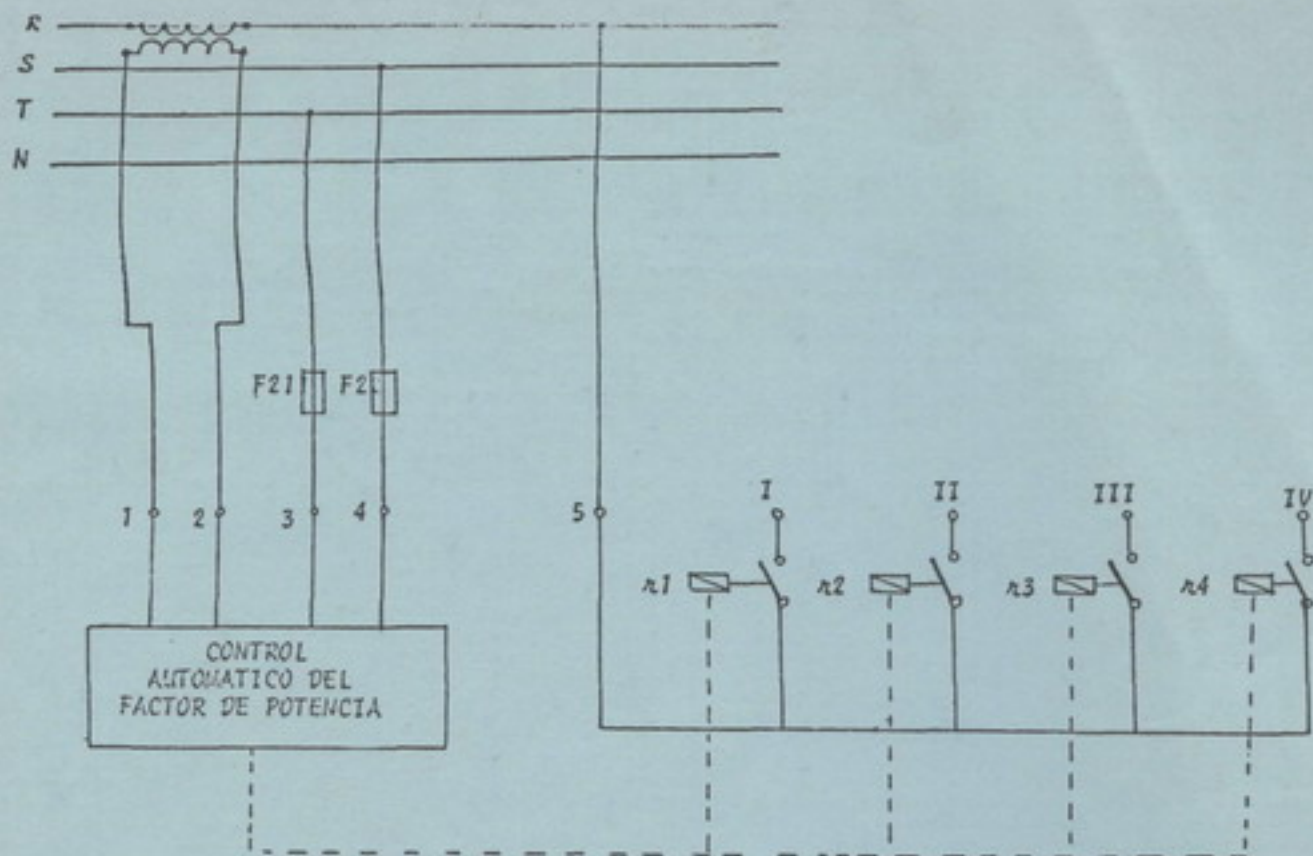


Fig. 3.3  
Diagrama de conexión del sistema de control auto-  
mático al sistema de fuerza.

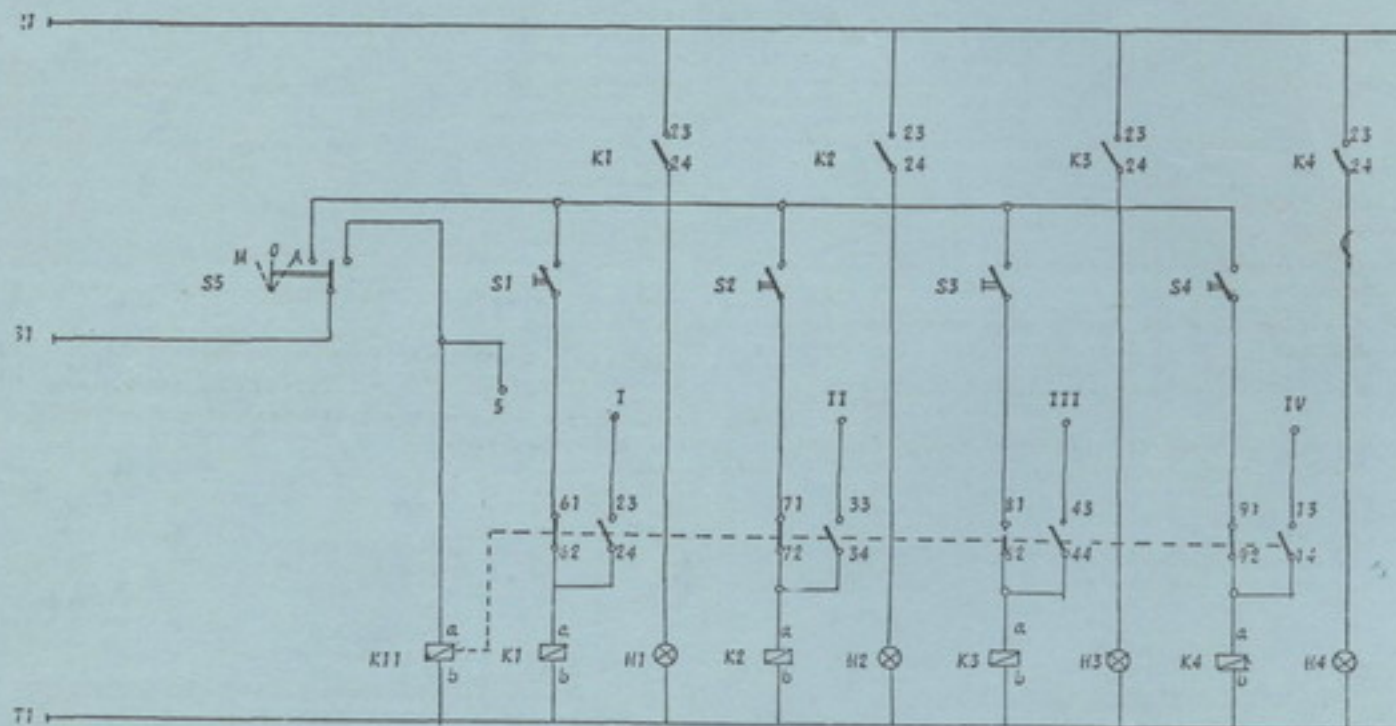


Fig. 3.4  
Diagrama de control, en la conexión del control au-  
tomático al sistema de fuerza.



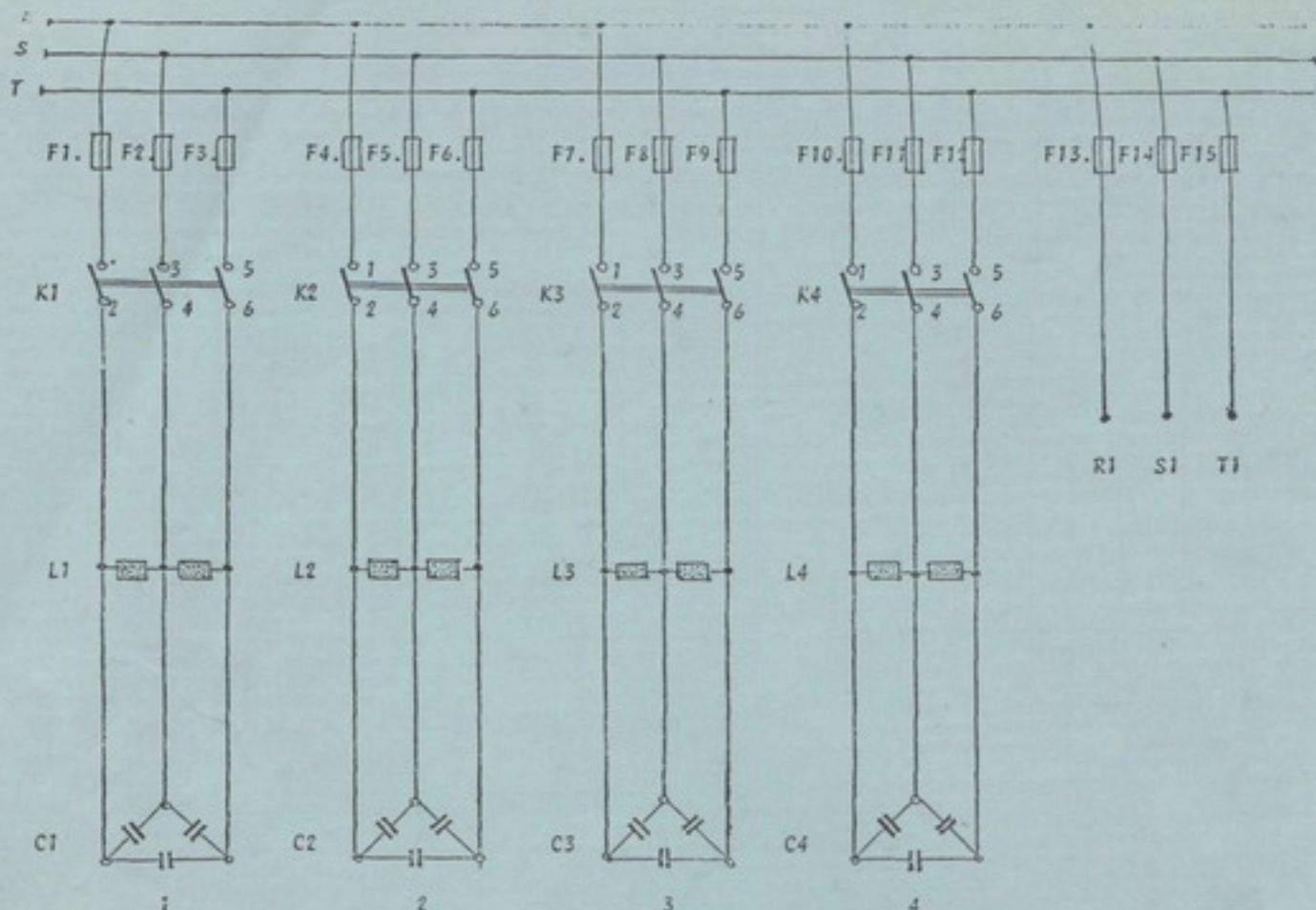


Fig. 3.5  
Diagrama de fuerza, conexión al sistema de control.

#### BIBLIOGRAFIA

*Máquinas de corriente alterna*, Liwshitz M., Whipple C., Ed. CECSA, 1974  
*El amplificador operacional y sus aplicaciones*, Marchais J.C., Ed MARCOMBO, 1974.

*Circuitría básica en TTL*, Paz Huuet A., MARCOMBO, 1974.

*The TTL Data Book for Desing Engineers*, Texas Instrument, 1973.

*Linear Integrate Circuits*, Fairchild Semiconductor, 1976

*Semiconductor gross reference guide and catalog*, MOTOROLA, 1975

*1974 Engineering Manual y Purchasig Guide No. 740*, Allied Electronics, 1974

*Desing Examples of Semiconductor Circuit*, SIE-MENS, 1970/1971/1972.

#### ARTICULOS

*Siemens Review*, Vol XLÍ, March 1974 Pag. 124 a 128.

*Motores y aparatos de maniobra*, boletín 1975, pag. 5/1 a 5/17, 6/8 a 6/9. Otros artículos sobre regulación de factor de potencia tomados de referencias de casas comerciales.



**poly  
piso**  
EL PISO DE HOY

...es ideal  
en cualquier ambiente

APLIQUELO EN SU PROXIMO

DISEÑO DE RESIDENCIA U OFICINA



**RESISTENTE Y LAVABLE  
COMO EL TERRAZO,  
PERO ELEGANTE  
COMO UNA ALFOMBRA,**

INDOOR - OUTDOOR CARPET  
RECUBRIMIENTO DE  
POLYPROPILENO  
PARA PISOS Y  
PAREDES

Fabricado en Costa Rica por

**fuerTejidos, S. A.**

TELS: 29-01-11 - 29-02-41  
APARTADO: 5181





# HELIOCOPIAS S. A.

MEMBER OF ASSOCIATION OF BLUE PRINT  
CHICAGO, ILLINOIS U.S.A.

Dry diazo copier  
Copias Heliográficas en negro, azul,  
sepia, papeles mate y brillante

SISTEMA TECNICO MODERNO  
RAPIDO - ECONOMICO

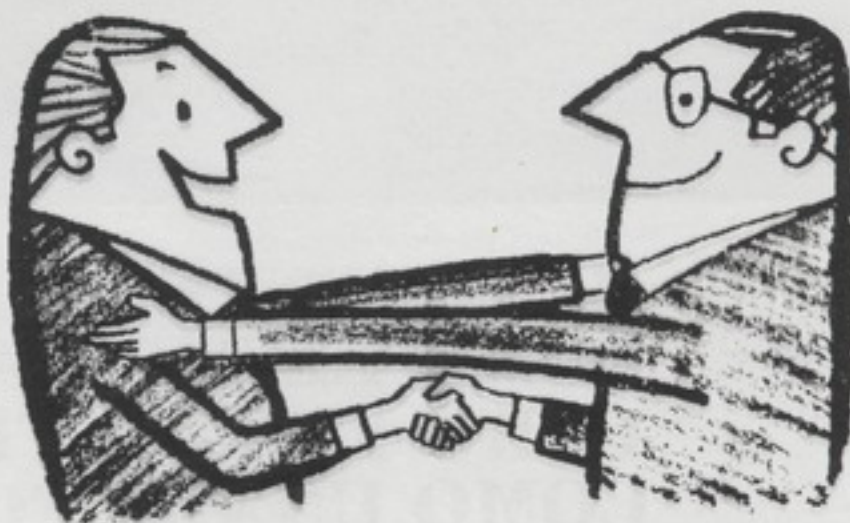
## Heliocopias S.A.

Costado Sur Colegio de Señoritas  
Tel. 21-66-94 — Apdo. 2099



SUS

- REVISTAS
  - MEMORIAS
  - BOLETINES
  - CATALOGOS etc.
- confielos a:



*Distribuidora*  
**PUBLICITARIA**

EDITORIA DE PUBLICACIONES CON AÑOS DE SERVICIO  
AP: 5645, S. J.



# HABLAR DE PISCINAS ES HABLAR DE **ACUARIUM**



TAMBIEN OFRECEMOS E INSTALAMOS:

**EQUIPO DE FILTROS • FUENTES ORNAMENTALES  
CANCHAS DE TENNIS (Sistema Poroso) • SAUNAS  
PISCINAS ACUARIUM S.A.**

Amplia financiación

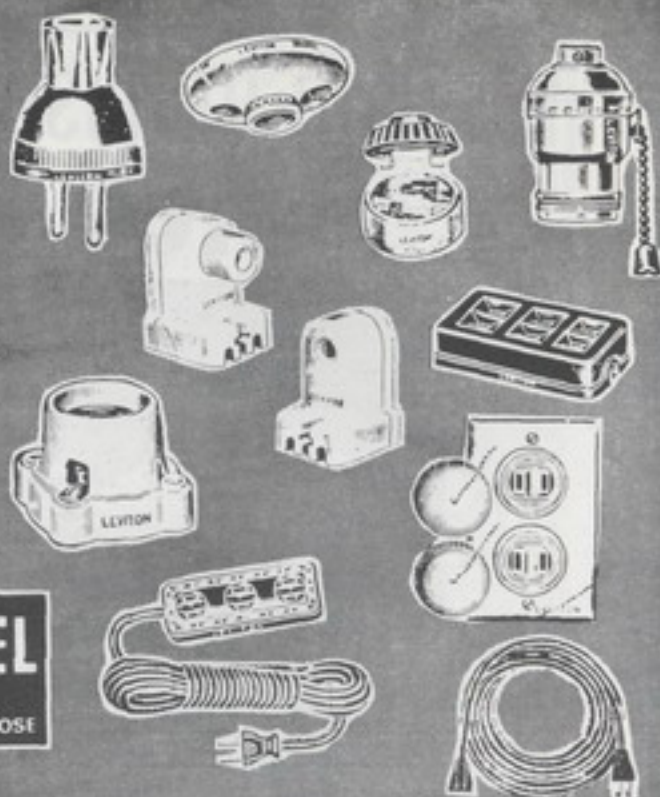
300 METROS SUR - CLINICA CATOLICA Teléfono : 25 95 79



# GRAN SURTIDO EN MATERIAL ELECTRICO



**ALFREDO ESQUIVEL  
& Cía. S.A.**  
TEL. 22-92-22  
APT. 855 SAN JOSE



## ANASA CUENTA CON DOS TERMINADORAS DE ASFALTO (FINISHER). RAPIDAS Y MODERNAS. 100 TONELADAS EN 60 MINUTOS.

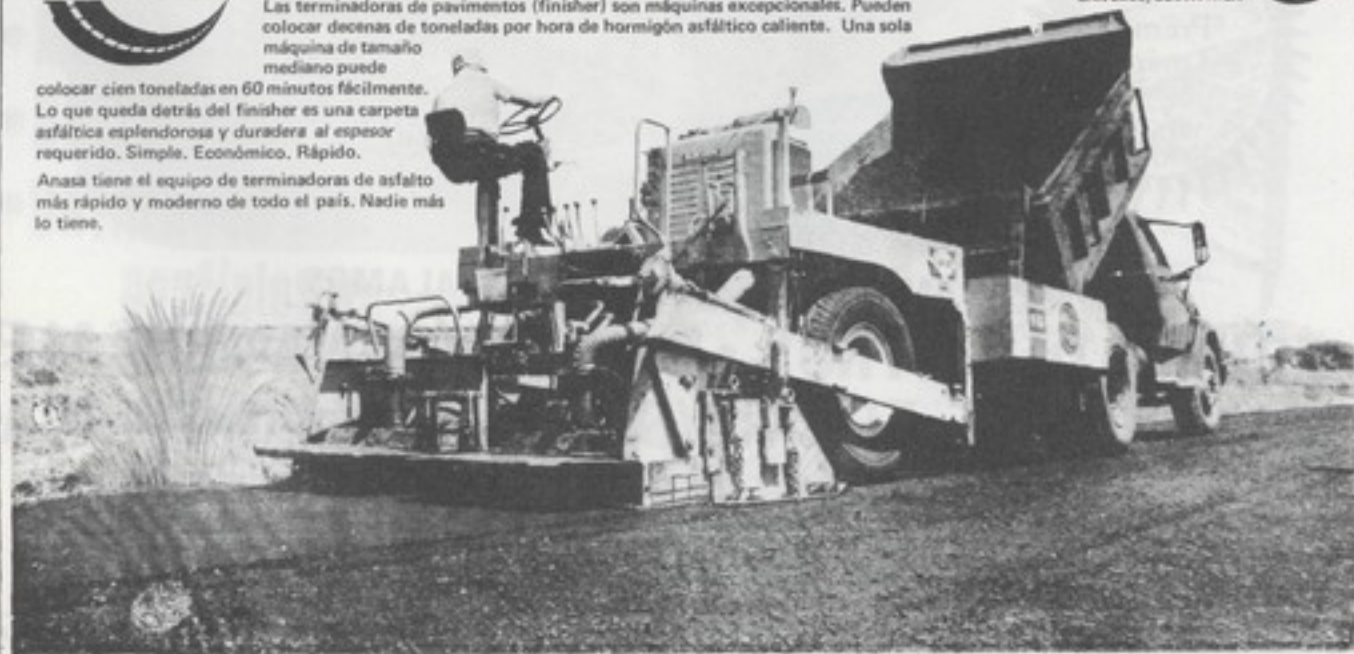


Las terminadoras de pavimentos (finisher) son máquinas excepcionales. Pueden colocar decenas de toneladas por hora de hormigón asfáltico caliente. Una sola máquina de tamaño mediano puede colocar cien toneladas en 60 minutos fácilmente. Lo que queda detrás del finisher es una carpeta asfáltica esplendorosa y duradera al espesor requerido. Simple. Económico. Rápido.

Anasa tiene el equipo de terminadoras de asfalto más rápido y moderno de todo el país. Nadie más lo tiene.



**ASFALTOS NACIONALES S.A.**  
TELÉFONOS: 35-24-09 35-30-09  
APARTADO 171 TIBAS  
SAN JOSE, COSTA RICA





# Para poder ofrecerle este pickup, lo pensamos dos veces

Primero, pensamos en un gigantesco rendimiento,  
después, pensamos en un minúsculo precio y este  
es el resultado:

**Nuevo Nissan Cabstar Diesel**  
**a sólo \$56.000<sup>00</sup>** impuesto incluido\*

Además, el nuevo Nissan Cabstar Diesel posee un  
económico motor de 66 H.P. con suficiente potencia  
para transportarle fácilmente 1½ tonelada de  
carga, en cualquiera de sus tipos: carrocería de  
adrales, ganadera o furgón.



## No lo piense dos veces !

Visite ahora mismo su distribuidor  
**Datsun-Nissan**  
Agencia Datsun costado norte de la sabana  
y Escoja el que más le convenga !

\* en chasis



**AGENCIA  
DATSUN S.A.**

Costado Norte de la Sabana - Tel. 32-61-11 Apdo. 3219



ABIERTO SABADOS

Con sucursales en ALAJUELA,  
PUNTARENAS,  
S. ISIDRO de EL GENERAL  
Y NICOYA.



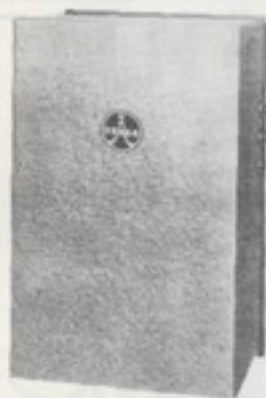
un mundo de  
diferencias





# EQUIPO TELEFONICO

## MARCA TESLA



### CENTRALES TELEFONICAS:

CAPACIDADES: 1/4/1 - 1/10/1

2/9/2 - 3/15/3 - 5/25/4

### APARATOS TELEFONICOS:

- DE MESA
- DE PARED
- DE MAGNETO



CENTRO COMERCIAL GUADALUPE  
COSTADO ESTE Mc DONALD'S - TEL: 21-14-56

# **SATEC**

# VIBRADORES DE CONCRETO



## ELECTRICOS Y DE GASOLINA

3 HP

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO  
**LAPEIRA S.A.**

TELEFONOS 22-43-65 - 22-28-52

APARTADO 616 - SAN JOSE





# SQUARE



## donde quiera que se distribuye y controla electricidad !

La electricidad es factor indispensable en nuestras vidas, pero debe ser distribuida y controlada, SQUARE D CENTROAMERICANA, S.A. fabrica ahora en Costa Rica, todo el equipo para distribución y control de energía eléctrica.

SQUARE D,  
ahora hecho en Costa Rica.  
Motivo de orgullo para todos los costarricenses.

# SQUARE



**AHORA**



**VISITE SUS DISTRIBUIDORES:**

**Electro Mercantil, S.A.**

Apartado 10091  
Teléfono 21-67-88  
San José



**ELECTRO OLLE, S.A.**  
Apartado 6741  
Teléfono 22-32-27  
San José







## **BURPANEL ...es un nuevo nombre que tiene la madera**

*LAMINAS DE MADERA AGLOMERADA ESPECIALES PARA CIELOS,  
PAREDES, DIVISIONES, MUEBLES DE TODA CLASE Y PARA TODO  
TRABAJO EN QUE SE USE MADERA.*

**BURPANEL** ES MADERA EN LAMINAS PERFECTAS  
TERMINADAS CON SATINADO ESPECIAL "BISON"

ES UN PRODUCTO DE LA CIENCIA MAS AVANZADA AL  
SERVICIO DE LA CONSTRUCCION Y LA MUEBLERIA

### **FACIL DE TRABAJAR - FACIL DE APLICAR**

BARATO..... **MUCHO MAS BARATO** ..... QUE TODOS LOS  
MATERIALES CONOCIDOS PARA LA CONSTRUCCION

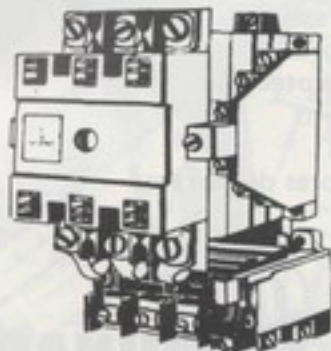
DE VENTA EN LOS PRINCIPALES ESTABLECIMIENTOS DEL PAIS



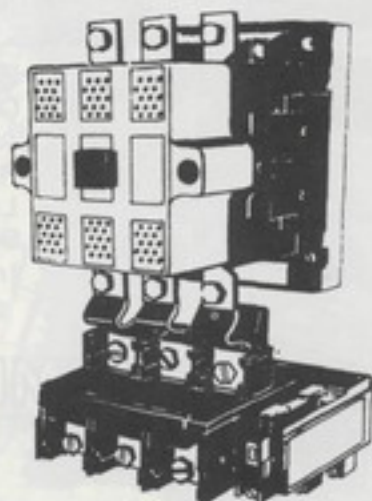
# SIEMENS

El servicio total  
SICAL I y II

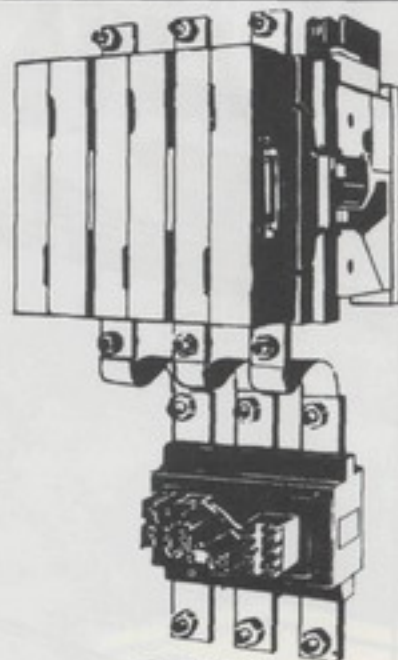
## Seguridad de maniobra y protección de sus equipos...



3TA23



3TB50



3TB34



Los contactores se caracterizan por su condición de interruptores a control remoto.

Se conectan y desconectan por medio de pulsadores e interruptores de mando.

Sus ventajas: Alta frecuencia de maniobra y larga duración.

El relé bimetálico confiere al contactor una calidad de protector contra sobrecarga, o sea, sobrecarga-

lentamiento de motores y de otros consumidores eléctricos, tanto en el servicio continuo como en el arranque defectuoso. Además, evita daños a motores debido a la falla de una fase.

Normalmente los relés bimetálicos se ajustan a la corriente nominal del consumidor. El tiempo de reacción es inversamente proporcional al aumento de la sobreintensidad.

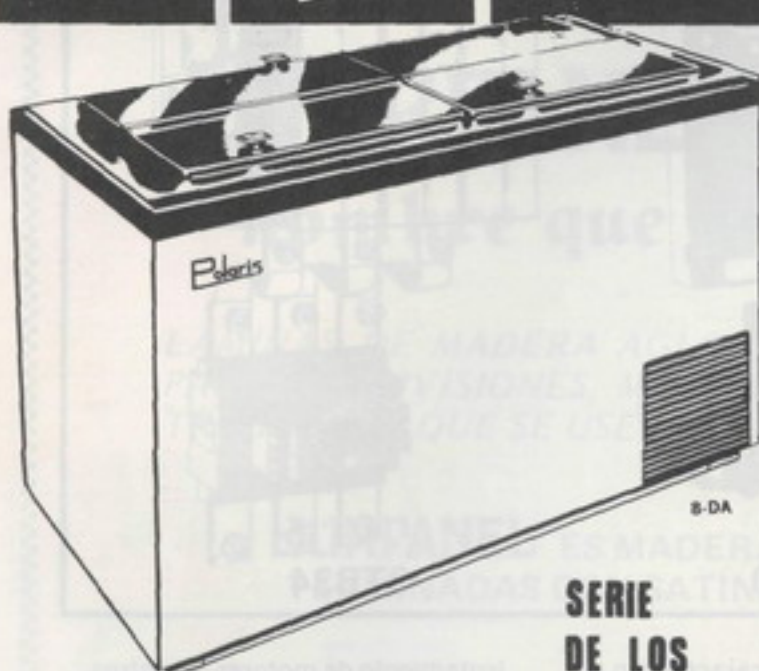
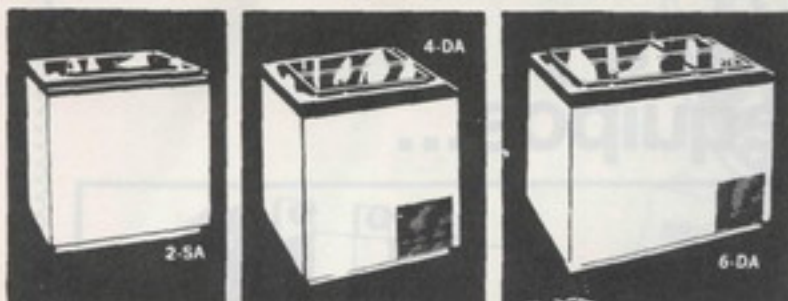
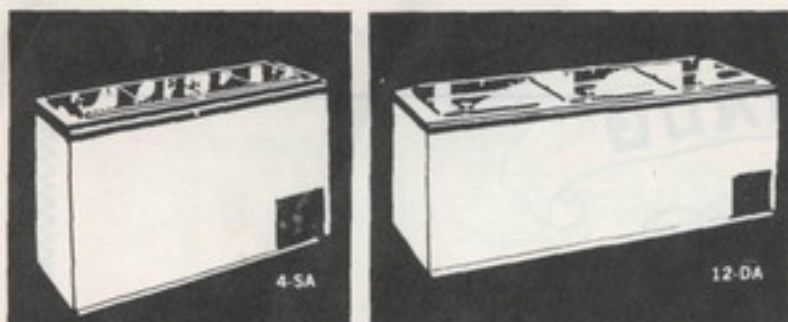
## ...con contactores y relés bimetálicos de Siemens.

CONSULTE A SU DISTRIBUIDOR O A

### SIEMENS S.A.

La Uruca, Teléfono: 21 50 50





• DE LOS LIDERES EN  
REFRIGERACION INDUSTRIAL

**SERIE  
DE LOS  
PEQUEÑOS  
Y GIGANTES**

# Polaris

PARA MUCHOS  
PROPOSITOS  
Y MEJORES NEGOCIOS  
CALIDAD INSUPERABLE

CONGELADORES  
TRADICIONALES

## INGENIERIA INDUSTRIAL

S.A.

Tels: 25-52-58 - 25-53-58

GUADALUPE - COSTA RICA

### CROUSE-HINDS®

Material de construcción eléctrico  
Accesorios para tubería Conduit  
Lámparas interruptores toma corrientes  
Enchufes contra explosión y la intemperie, etc.



## Telemecanique

Equipos de control eléctrico  
Contactores  
Arrancadores  
Reles de protección  
Luces piloto  
Botoneras  
Interruptores de carrera

## POMPES



## GUINARD

Para la industria, la agricultura y el hogar,  
bombas GUINARD están a la cabeza del  
progreso.

Bombas para centrales nucleares y sistemas de  
bombas impulsados por energía solar.



SOMOS LOS DISTRIBUIDORES  
EXCLUSIVOS DE ESTAS 3 PRESTIGIOSAS  
FIRMAS, FAMOSAS EN EL MUNDO  
ENTERO POR SU TECNICA DE AVANZADA




Todo lo que usted necesita saber y conocer en:

# ANTRACSA

# 22.72.35

20 metros Oeste de Fuerza y Luz, Avenida 5,  
Calle Central y 1.





# El servicio total de RICALIT abre el campo a la imaginación

Otra dimensión del Servicio Total Ricalit, es realizar a su entera satisfacción, fachadas decorativas y precintas ornamentales, de acuerdo a los diseños especiales que su imaginación nos plantee.

Cuente con Ricalit para un Servicio Total, que también incluye: Estudios de presupuestos, instalación especializada y cinco años de garantía.

RICALIT tiene grandes productos para grandes ideas... como las suyas.



Con Ricalit usted queda bien  
y su cliente también.



RICALIT



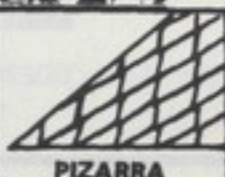
TEJALIT



COSTALIT



VIGALIT



PIZARRA



ONDULIT



# Hotel Club de Playa Cerromar



Y de usted depende hacerlo suyo. Cerromar es mar, playa, descanso y diversión. Pero lo real es que está totalmente terminado, cuenta con piscinas, canchas de tennis, hermosas playas, cabinas con aire acondicionado y teléfono privado. Compre su acción de Cerromar y efectúe una inversión segura.



DIRECCION: OFICINA COSTADO OESTE DEL PARQUE CENTRAL  
Avs. 2a. y 4a., calles 2a.  
TELEFONOS: 22-16-43 y 22-47-68

## UN SUEÑO HECHO REALIDAD

## COMERCIAL TECNICA S.A.

LA URUCA, SAN JOSE  
APDO. 5113 - TEL. 23-24-93

FABRICANTES DE ESPUMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (**STYROPOR**)

### DECOPOR®

EL CIELO RASO IDEAL  
PARA CADA CASA

LAMINAS

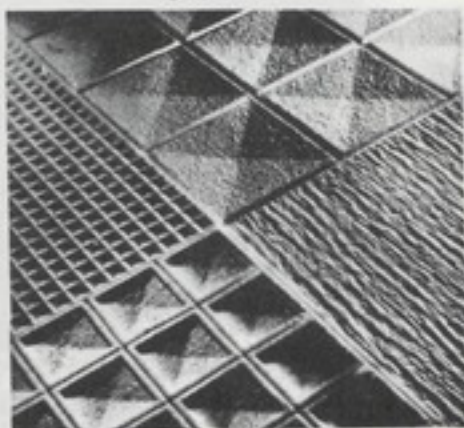
MODULO:

61 X 122 cms. X 20 mm.

EN 4 DISEÑOS

DECORATIVO  
ACUSTICO  
AISLANTE

PIRAMIDE



CARE

ARBOL

NIDO

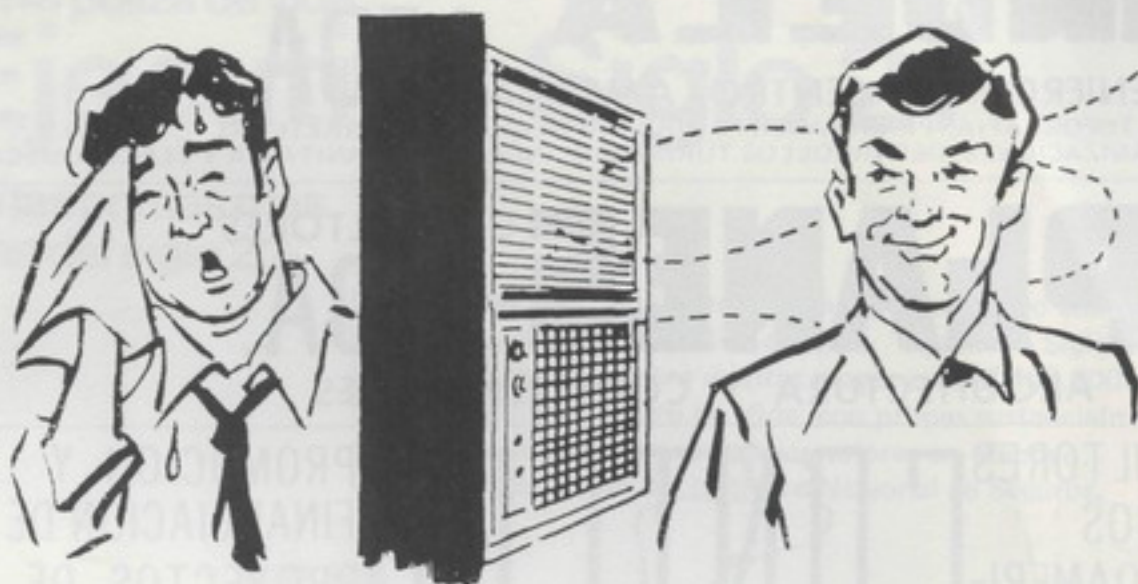
### TERMOPOR®

AISLANTE DE  
POLIESTIRENO  
EXPANDIDO

ESPECIAL PARA TECHOS  
AIRE ACONDICIONADO  
FRIGORIFICOS

LAMINAS HASTA 122 cm X 244 cm





**LLAME POR UN EXPERTO  
EN CLIMATIZACION:**



**clima ideal, s. a.**  
**TEL. 32-29-29**

***aire  
acondicionado***

**ZONA INDUSTRIAL PAVAS, APARTADO 8-4500 - SAN JOSE, C. R.**



# **INDECA** CONSULTORES **LTDA.**

INGENIEROS DE CENTRO AMERICA  
TOPOGRAFIA, PLANEAMIENTO URBANO-REGIONAL, CARRETERAS Y PUENTES  
URBANIZACIONES, DESARROLLOS TURISTICOS, INGENIERIA SANITARIA Y ELECTROMECHANICA

# **PLANES** CONSULTORES **LTDA.**

ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIONES

CONSULTORES  
TECNICOS  
CENTROAMERI-  
CANOS S. A.



PROMOCION Y  
FINANCIACION DE  
PROYECTOS DE URBA-  
NIZACION Y VIVIENDA

Ing. Eduardo Jenkins Dobles  
Ing. José Pablo Jenkins Dobles  
Ing. Luis Guillermo Solano Allen  
Arq. Bruno Stagno Levy

Ing. Amaro Grove Valenzuela  
Ing. Miguel Dobles Umaña  
Arq. Jorge Crespo Villavicencio  
Ing. Lionel Gutiérrez Arce

Edificio INDECA Calle 13 Avs. 2-6 Apartados Postales 2674 y 2692 Teléfonos: 21-78-41 y 21-68-97

# **ABONOS AGRO S.A.**



**OFRECE SU NUEVA  
LINEA EN LAMINAS  
DE MADERA  
AGLOMERADA**

## **BURPANEL**

**LO MAS PRACTICO  
PARA LA  
CONSTRUCCION  
MODERNA**

TELEFONO: 21-67-33  
CON 8 TRONCALES  
AP. 2007 SAN JOSE.

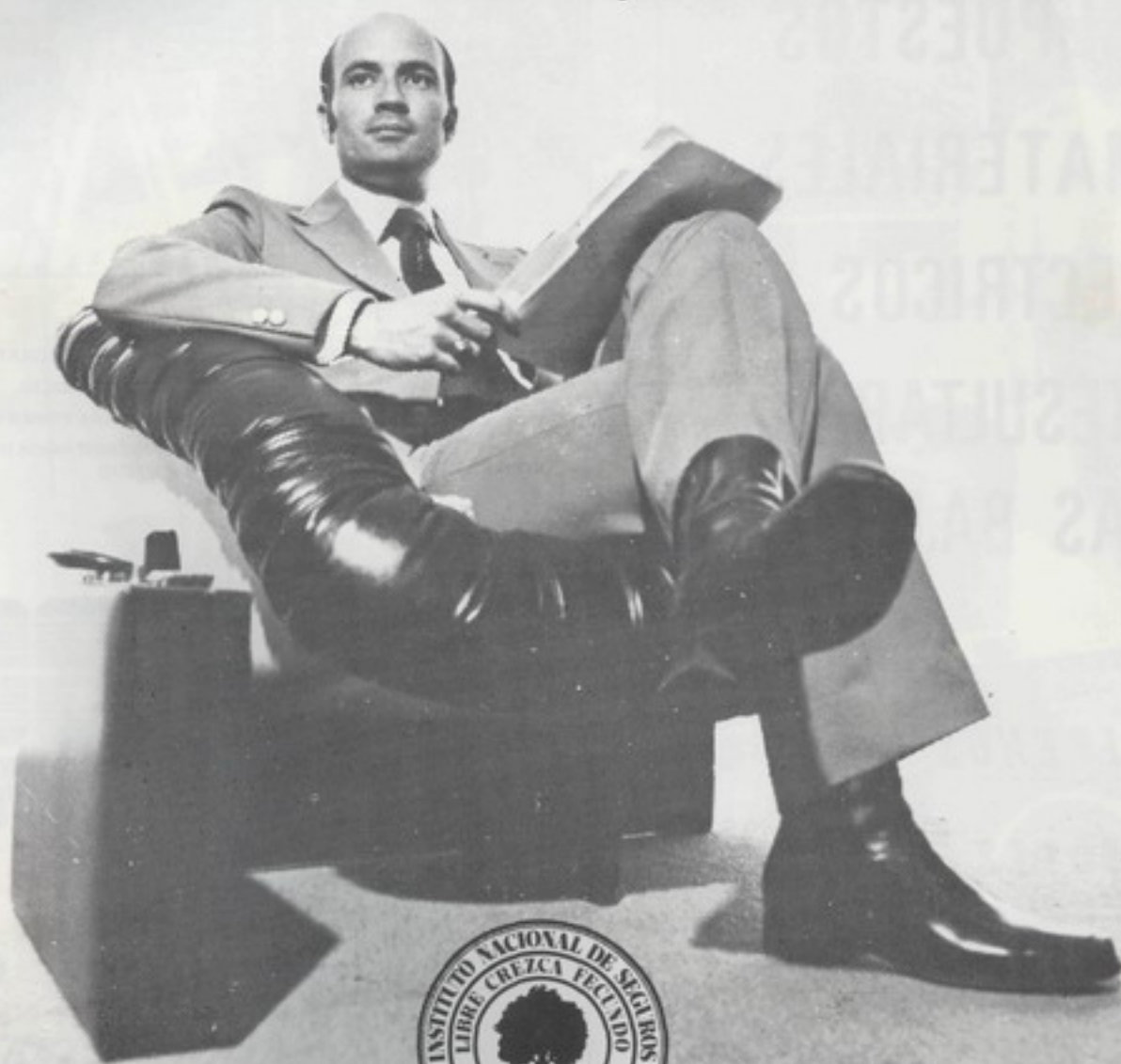


Nueva póliza de vida

# "Ejecutivo Siglo 21"

con las primas más  
bajas del siglo 20

Pensando en usted que es empresario, profesional o comerciante, hemos creado la nueva Póliza de Vida, "Ejecutivo Siglo 21". Esta Póliza se ofrece para montos mayores de ₡ 400.000.00 y usted puede tomar este Seguro de Vida, con primas sustancialmente rebajadas y con los más ventajosos valores en efectivo. Consulte a un agente del Instituto Nacional de Seguros.





Señores  
**INGENIEROS  
y ELECTRICISTAS**

**SUS  
PRESUPUESTOS  
EN MATERIALES  
ELECTRICOS  
LE RESULTARAN  
MAS BAJOS**

**SOLICITENOS**

**COTIZACIONES**

**Almacén**  **MAURO**  
*Limitada*

TELEFONO: CENTRAL LOCAL 22-49-11

**Ferretería Jiménez**

**De todo y más  
para usted**



- SEIS DEPARTAMENTOS CON
- LOS MEJORES MATERIALES IMPORTADOS
- Y LA MAYOR ATENCION
- PARQUEO PRIVADO GRATIS
- SERVICIO A DOMICILIO
- UN LUGAR PARA TOMAR CAFE
- SERVICIOS SANITARIOS HIGIENICOS A SU SERVICIO



**30**  
aniversario  
**1978**



**FERRETERIA JIMENEZ S.A.**

COSTADO SUR DE LA IGLESIA DE LA MERCED TEL. 27-54-44





# Una buena "RIEGA" de concreto, cosecha rápidas y eternas estructuras.

Ahora el chorrear concreto es prácticamente como irrigar una siembra.

Los equipos de "irrigación" de concreto con que cuenta CONCRETERA NACIONAL han agilizado la industria de la construcción como resultado de la creciente necesidad de erigir estructuras de concreto más económicas, y en plazos cada vez más cortos.

Nuestras modernas bombas con capacidad de 30 m<sup>3</sup> por hora, han estado "bombeando" concreto en los más altos edificios de Costa Rica. A la vez han sido factor indispensable en el tiempo de entrega de grandes obras al chorrear con gran rapidez y eficacia, enormes estructuras de concreto.

Toda obra grande o pequeña, se beneficia en calidad y economía de nuestra tecnología y experiencia, de nuestros modernos sistemas de elaboración e instalado de concreto.

Hable con nosotros, los de CONCRETERA NACIONAL. Tenemos una vasta gama de conocimientos y 23 años de experiencia a su servicio.



**CONCRETERA  
NACIONAL-S.A.**



Cinco Esquinas de Tibás. Tel.: 22-22-77. Apartado: 4301.



# Ley Organica del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos.

APROBADA 17 DICIEMBRE 1971  
Nº 4925

Artículo 37.— En las asambleas ordinarias se conocerán los siguientes asuntos.

- a) Informe de su Junta Directiva.
- b) Nombramiento de su Junta Directiva.
- c) Nombramiento de los diez delegados ante la Asamblea de Representantes.
- d) Plan de trabajo y anteproyecto de presupuesto para hacerlos del conocimiento de la Junta Directiva General.
- e) Iniciativa de los miembros activos.
- f) Cualquier otro asunto de su competencia.

Artículo 38.— Son atribuciones de la Asamblea General de cada uno de los colegios miembros:

- a) Nombrar su Junta Directiva.
- b) Nombrar los diez delegados ante la Asamblea de Representantes, quienes ejercerán sus funciones por un año.
- c) Examinar los actos de su Junta Directiva y conocer cualquier queja que se presente contra ella.
- d) Conocer en apelación cualquier resolución de la Junta Directiva de su respectivo colegio, siempre que el recurso lo interpongan por lo menos dos miembros activos.
- e) Dar la opinión sobre los asuntos que le someta en consulta la Junta Directiva General.
- f) Fijar cuotas extraordinarias a sus miembros activos sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 23, inciso h) de esta ley.
- g) Las demás que le fije esta ley o los reglamentos respectivos.

## De las Directivas de los Colegios Miembros

Artículo 39.— La Junta Directiva de cada uno de los Colegios Miembros estará integrada por siete miembros activos que serán: Presidente, Vicepresidente, Secretario, Tesorero, Fiscal y dos Vocales. La Asamblea General nombrará por votación directa y secreta a los miembros para cada puesto, los mismos no podrán ser reelectos para períodos sucesivos, salvo en cargos diferentes.

Artículo 40.— El período de dicha Junta Directiva será de dos años, iniciándose el día 1º de noviembre. La Junta Directiva deberá instalarse en los primeros quince días de dicho mes, y se renovará de la si-

guiente manera: un año el Presidente, el Secretario, el Fiscal y el Primer Vocal, y el siguiente año los demás miembros.

Artículo 41.— Los Directores de cada uno de los Colegios Miembros que integran la Junta Directiva General, serán electos por votación directa y secreta por la Asamblea General de cada uno de los colegios entre los siguientes miembros: Presidente, Secretario, Fiscal y Primer Vocal. El período de estos Directores deberá coincidir con el de la Junta Directiva General.

Artículo 42.— Son atribuciones de la Junta Directiva de cada uno de los colegios miembros:

- a) Dirigir y administrar todo lo relativo al régimen interno, de acuerdo con esta ley y los reglamentos respectivos.
- b) Acordar la convocatoria de sus respectivas Asambleas Generales.
- c) Conocer la renuncia o cesación de cualquiera de sus miembros y ponerlo en conocimiento de la Asamblea General de su respectivo colegio, la cual se convocará para sustituirlo.
- d) Servir de enlace entre su respectivo colegio, la Junta Directiva General y la Asamblea de Representantes.
- e) Resolver por sí o convocando a la Asamblea General de su respectivo colegio, según el caso, las consultas, peticiones y observaciones que la Junta Directiva General o la Asamblea de Representantes le hicieren.
- f) Conceder licencia a sus miembros de acuerdo con lo dispuesto en el inciso j) del artículo 28 de esta ley.
- g) Actuar como comisión permanente de estudio y análisis de los asuntos y problemas que interesen a su respectivo colegio y según el caso, someter el resultado de los mismos a la Asamblea General de su colegio, con cuya aprobación se remitirá a la Junta Directiva General.
- h) Nombrar las comisiones de consulta o comisiones asesores pertinentes, en todo, de acuerdo con el reglamento de esta ley.
- i) Las demás que la ley o los reglamentos respectivos le fijen.