

620

R

No. 60

CIAL DEL

COLEGIO FEDERADO INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS

MARIO



SEMICONDUCTURAS. (te)	Ing. Marco A. Vasquez E.	18
ACION DE PERDIDA DE BRILLO METALICO EN PELICULAS DELGADAS DE IN POR MEDIO DE MEDIDAS DE RESISTENCIA ELECTRICA.	Mario Segnini B., Ph.D. Neville Clark B., M.S.	29
CALENTAMIENTO POR INDUCCION.	Ing. José M. Paéz.	32
ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO Y OXIDO DE ALUMINIO.	Dr. Ing. Manuel Eduardo Calvo F.	36
EL POSTGRADO DENTRO DEL SISTEMA EDUCATIVO.	Ing. Rodrigo Orozco Saborío.	43
EDUCACION CONTINUA DE LOS INGENIEROS.	Ing. Víctor E. Rojas C., M.S.	46
ANTENAS DIRECCIONALES SIMETRICAS CON UN NUMERO IMPAR DE ELEMENTOS.	Ing. Hillel Unz, Ph.D. Ing. Róger Lorenzo B., M.S.	50

4

60

ABRIL MAYO JUNIO 1977



poly piso

EL PISO DE HOY



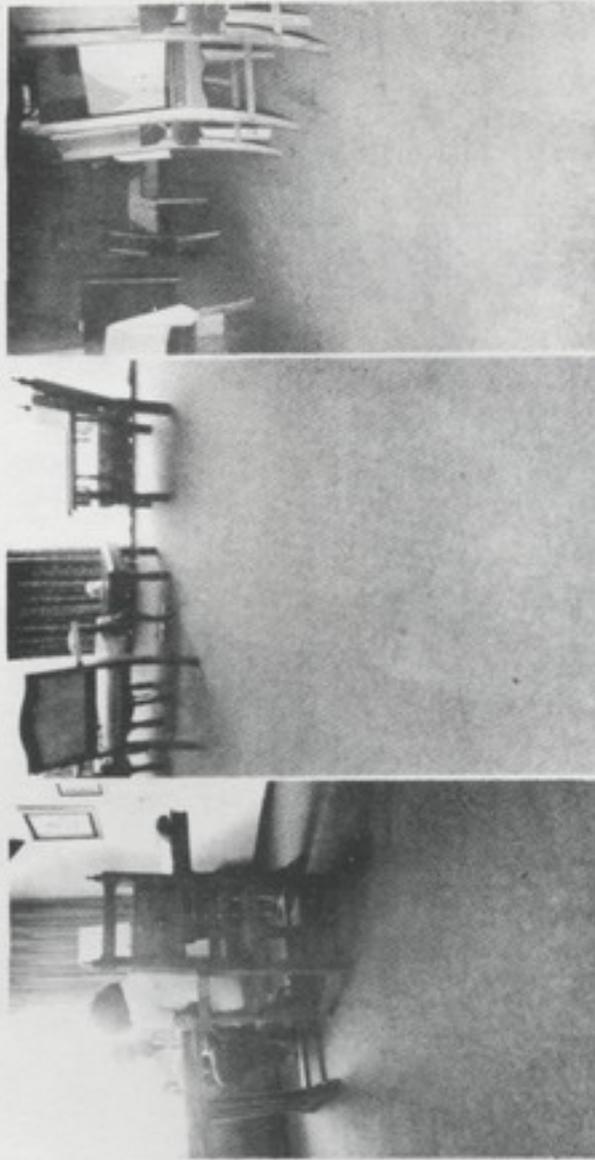
Porqué polypiso es extraordinario?

Por las características de su fibra. De superficie firme y densa, que consiste en 100 o/o de fibras sintéticas de polipropileno de color, en todo su espesor. Las fibras sintéticas de polipropileno están soportadas por un tejido de refuerzo de alta resistencia. Para mayor confort, también se entrega con una suave y resistente espuma de hule.

Polypiso escogió la fibra sintética polipropileno pues es fácil de lavar, alta resistencia a la humedad, resistente a los cambios de temperatura, resistente al desgaste, nunca se decolora.

**SE FABRICA EN ROLLOS
DE 2 METROS DE ANCHO...**

EN ATRACTIVOS COLORES



CON HULE 6 m/m ESPESOR



100 o/o fibras polipropileno.
Tejido reforzado con
revestimiento de Latex.
Espuma de hule
de alta densidad.

SIN HULE 3 m/m ESPESOR



Fabricado en Costa Rica por

huel Tejidos, S. A.



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

 **CONDUCTEN, S. A.**
CENTROAMERICA



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

LOZA SANITARIA

**INCESA
STANDARD**

**EN SU HOGAR
TODO MERECE SER
ASI DE BELLO**

Bello y funcional. Ideal para el medio baño de visitas que comunmente se diseña en un área reducida, el SATURNO, en su estilo y con su pedestal, es tan elegante y queda tan firmemente soportado como un lavatorio de empotrar, sin necesitar de un mueble que consume espacio.

TELEFONOS: 32-52-66 -*. 32-53-36

INDUSTRIA CERAMICA COSTARRICENSE S.A.
Apartado Postal 4120 - San José, Costa Rica
Cable: INCESA, SAN JOSE



Lavatorio SATURNO de pedestal, con grifería HERITAGE.*

* Marca Registrada
American Standard



floral AUTO-LAC DE COSTA RICA

**FABRICANTES DE
PINTURAS PARA
CASAS *floral***

- LACAS o ESMALTES
- ACRILICOS o FONDOS
- MASILLAS DE RELLENO
- PASTAS PARA PULIR
- LACAS PARA MADERA

Fabricado en Costa Rica por:



**LOS MEJORES COLORES
EN SU MAS FINO ACABADO**

TELS: 32-07-47 y 32-07-24 - AP: 3555
LA URUCA: DE CHAUTELLE 300 METROS AL NORTE - SAN JOSE, COSTA RICA

CORTACIRCUITOS EMPERNABLES SYLVANIA

El Cortacircuitos QBH proporciona la adaptabilidad para aplicación en centros de distribución, tableros de cortacircuitos, módulos de servicio y tablero de cortacircuitos de servicio especial.

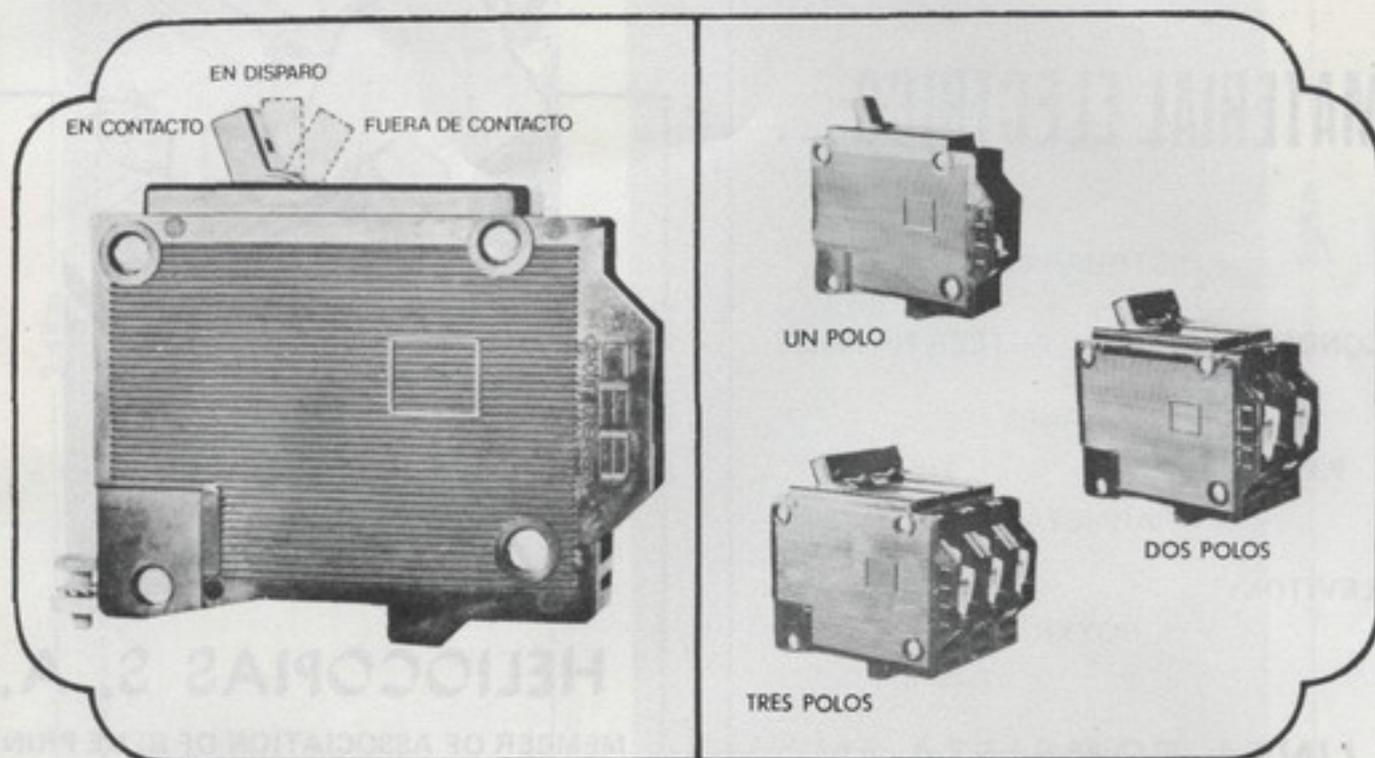
Esta adaptabilidad inigualada beneficia a:

Consultores: fáciles de elegir y aplicar a especificaciones

Distribuidores: poca existencia

Contratistas: fácil de pedir e instalar

Consumidores: fabricación precisa para larga duración y garantía



Tipos QBH

- | | | | |
|---------------------------|--|-------------------|---|
| 1. Tipo | Termomagnético. | 8. Contactos | Contactos de Plata y Tungsteno que se abren y cierran con la acción deslizante. |
| 2. Tamaño | Módulo de 3/4". | 9. Mango | Indica cuando el Interruptor está en contacto ("ON"), fuera de contacto ("OFF") o en "DISPARO". |
| 3. Montaje | Contacto lineal empernable. Cobre electro-estañado, y tornillo sujetador con arandela de seguridad, proporcionan la mejor conexión eléctrica y mecánica posibles a la barra colectora principal. | 10. Mecanismo | Acción rápida y efecto rápido —a prueba de malos funcionamientos. |
| 4. Voltaje | 120/240 y 240 C. CA. | 11. Disparo Común | Mecanismo de disparo interior en los interruptores de dos y tres polos. |
| 5. Amperaje | Capacidades permanentemente estampadas en el mango. 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 100. | 12. Calibración | Todos los interruptores están calibrados electrónicamente para 40°C. |
| 6. Capacidad Interruptora | Tipo QBH 10.000 Amperios. | 13. Caja | Caja y mango moldeados a compresión para más duración y servicio. |
| 7. Bornes | Apropiados para conductores de Cobre o de Aluminio. | | |

SYLVANIA



RESTEC S.A.

TELEFONO: 22-23-27 APARTADO: 6054

AVENIDA 7a. CALLE 14
SAN JOSE, COSTA RICA
CABLE: RESTEC

MATERIAL ELECTRICO ...

DISTRIBUIMOS:

CONDUCEN	CUTLER HAMMER
	SYLVANIA
P.P.C.	TICINO
	ARMETAL
LEVITON	EAGLE
	ROYER

LINEA COMPLETA EN:

- CABLE ALAMBRE Y CORDON EN TODOS LOS CALIBRES
- BREAKERS, SWITCHES, PANELES Y LA LINEA INDUSTRIAL.
- PLACAS, TOMAS Y APAGADORES DE VARIAS MARCAS.
- BOMBILLOS, REFLECTORES, TUBOS FLUORESCENTES Y LAMPARAS.
- TUBO PVC Y SUS ACCESORIOS.

- TOMAS DE PISO
- TUBOS EMT, CURVAS, CONECTORES Y UNIONES
- CONECTORES Y TERMINALES PARA CABLE.
- CAJAS Y TAPAS CONDUIT
- CONDULETAS TODO TIPO
- SWITCHES DE 2 Y 3 LINEAS
- FUSE LINKS PARA TRANSFORMADORES.
- AISLADORES DE PORCELANA
- CARTUCHOS DE 30-60-100 amp. etc
- TAPE VARIAS MARCAS.



HELIOCOPIAS S. A.

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

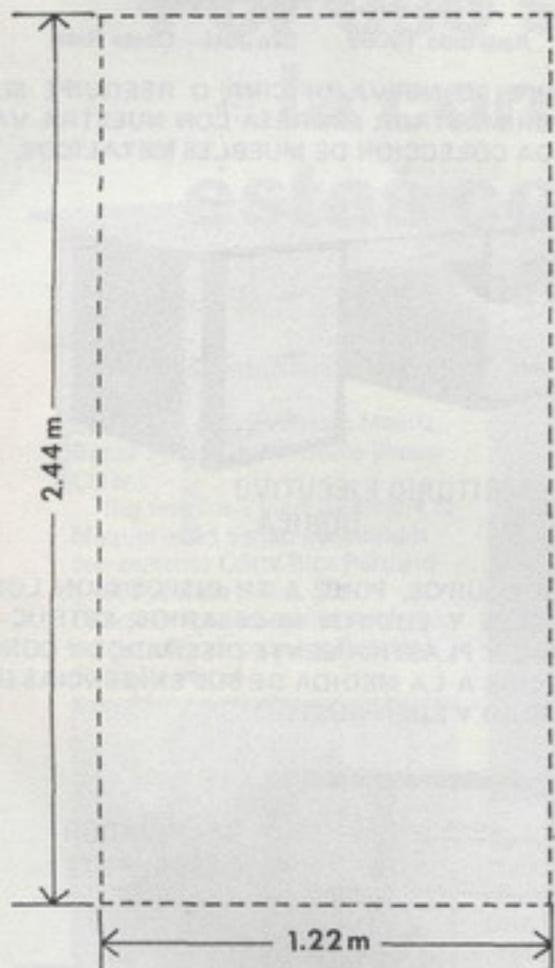
Dry diazo copier
Copias Heliográficas en negro, azul,
sepia, papeles mate y brillante

SISTEMA TECNICO MODERNO
RAPIDO - ECONOMICO

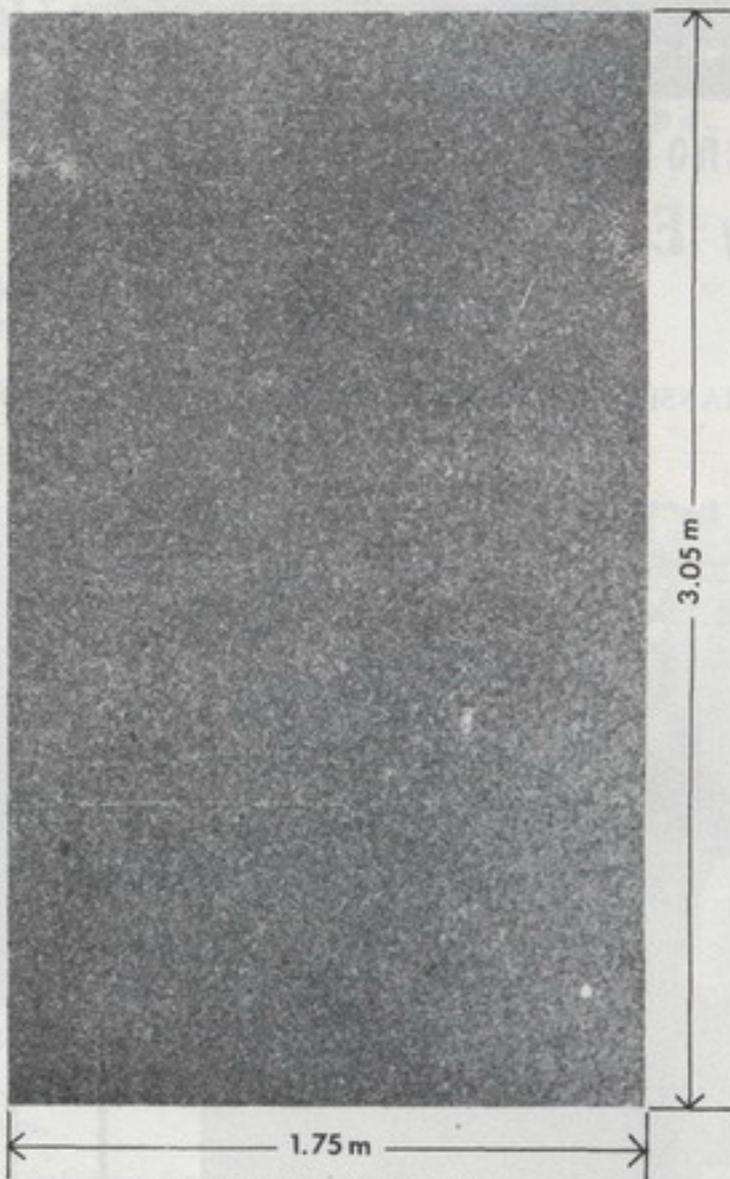
Heliocopias S.A.

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

Más y más y mucho más economía con Tablacel.



Tamaño de otros productos.



Tamaño de TABLACEL.

El tamaño de nuestro tablero es más grande (175 x 305 cm). Esto quiere decir que usted ahorra al hacer sus divisiones, closets, cielos rasos o al utilizar Tablacel para la elaboración de sus muebles. Sin embargo, si usted necesita exclusivamente un tablero de tamaño 2,44 m por 1,22 m, Tablacel se lo suministra a un precio más económico que otros productos.

Tablacel se trabaja con facilidad, tiene gran durabilidad en uso y posee un fino acabado que será esencial en la decoración de su hogar.

Sí, por sus características tan especiales y por su gran y conveniente tamaño, usted obtiene más y mucho más economía con Tablacel.



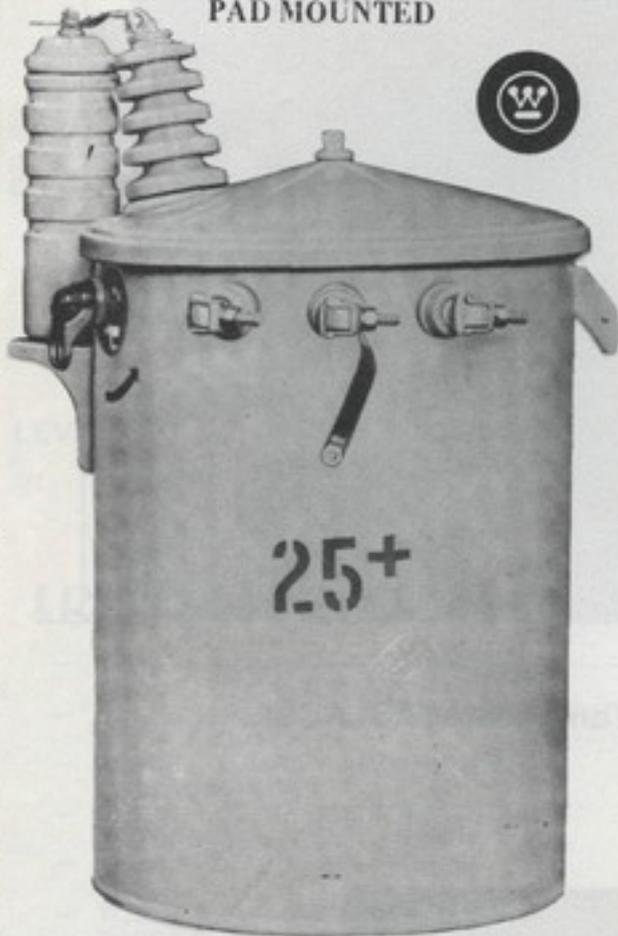
MADERAS AGLOMERADAS S.A.
Oficinas en San José.
Teléfonos: 21-40-40 y 22-79-79
Apartado: 4036
Fábrica en San Joaquín de Flores,
Teléfono: 41-24-49

Elmec S.A.

LA CASA DEL ELECTRICISTA

Señores **INGENIEROS**
y **ELECTRICISTAS**
en **GENERAL**

TRANSFORMADORES CONVENCIONALES
AUTOPROTEGIDOS
SECOS
PAD MOUNTED



WESTINGHOUSE ELECTRIC

Avenida 1 Esquina Calle 11
San José Tel : 23-10-33



MAROLO

Calle 9/11 Avenida Primera
Frente Anexo Gran Hotel Costa Rica

Teléfonos: 22-73-96 22-27-79

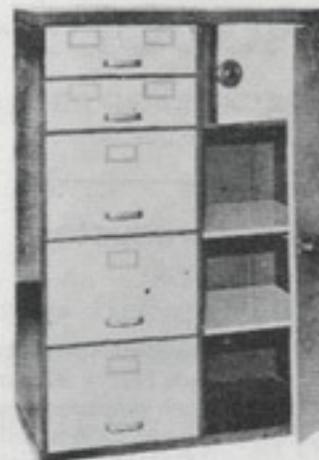
Apartado 10069 San José— Costa Rica

EQUIPE SU NUEVA OFICINA O REEQUIPE SU
EXPERIMENTADA EMPRESA CON NUESTRA VA-
RIADA COLECCION DE MUEBLES METALICOS.



ESCRITORIO EJECUTIVO
DORICA

MOBI EQUIPOS, PONE A SU DISPOSICION LOS
MUEBLES Y EQUIPOS NECESARIOS, ESTRUC-
TURAL Y PLASTICAMENTE DISEÑADOS Y CONS-
TRUIDOS A LA MEDIDA DE SUS EXIGENCIAS DE
CALIDAD Y BUEN GUSTO.



ARCHIVADOR
CAJA FUERTE



SILLONES
PRESIDENTE Y SENADOR

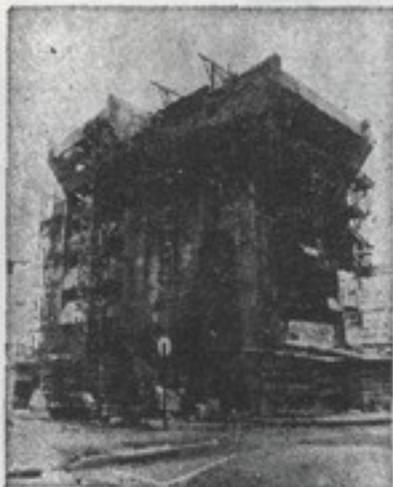
LLAMENOS, Y PERMITANOS PONER NUESTRA
EXPERIENCIA Y NUESTRO ESPIRITU DE SER-
VICIO A SU ENTERA DISPOSICION.

CEMENTO COSTA RICA PORTLAND 1-P PUZOLANA EXTRA,

Sus ventajas fueron claves. Por eso se prefirió para la construcción de estas complejas obras.

Compañía Constructora: Feoli y Gutiérrez
Consultor: Ing. Guillermo Madriz
Banco Anglo Costarricense (Paseo Colón)

Sus repellos y vigas de amarre de bloques están siendo construidos con cemento Costa Rica Portland 1-P, Puzolana Extra. Sus características especiales exigieron un cemento de primera. Puzolana Extra las reunió.



Torre de Prilado, Planta de Fertica, Puntarenas.

Compañía constructora Sam P-Wallace.
Ingenieros

Consultores-Diseñadores: Franz Sauter y Asociados.

Se exigió un cemento resistente a los aires salinos y sulfatos de mar que normalmente deterioran al cemento común.

El cemento Costa Rica Portland 1-P, Puzolana Extra reunió todas las características requeridas. Por eso se le escogió.

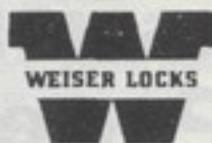
Casa de habitación diseñada por el Arq. Germán Figueras. Como cientos de casas construidas con cemento Costa Rica Portland 1-P, Puzolana Extra, su durabilidad es extraordinaria, los repellos se mantienen sin grietas por más tiempo que con el cemento común y su costo es más rendidor.



CON LA GARANTIA DE LA:
INDUSTRIA NACIONAL DE CEMENTO S. A.



cerraduras
WEISER



LAPEIRA S.A.

REPRESENTANTE EXCLUSIVO
100 MTS. SUR DE LA AGENCIA
MERCEDEZ BENZ PASEO COLON
TELEFONOS 22-43-65 - 22-28-52

Distribuidor de Weiser: Cebi S.A.
Distribuidor de Falcon: Holtermann & Cía

¿SABIA UD. QUE ESTO ES UN MURAL?

VINILES

Americanos y Europeos
Baños, Cocinas, Paredes etc.

ALFOMBRAS

Mágica, Alcesa Fuertejidos
y Americanas.

MUEBLES

De cocina a la medida
e instalados y de Baño

CORTINAS

a su gusto y medidas



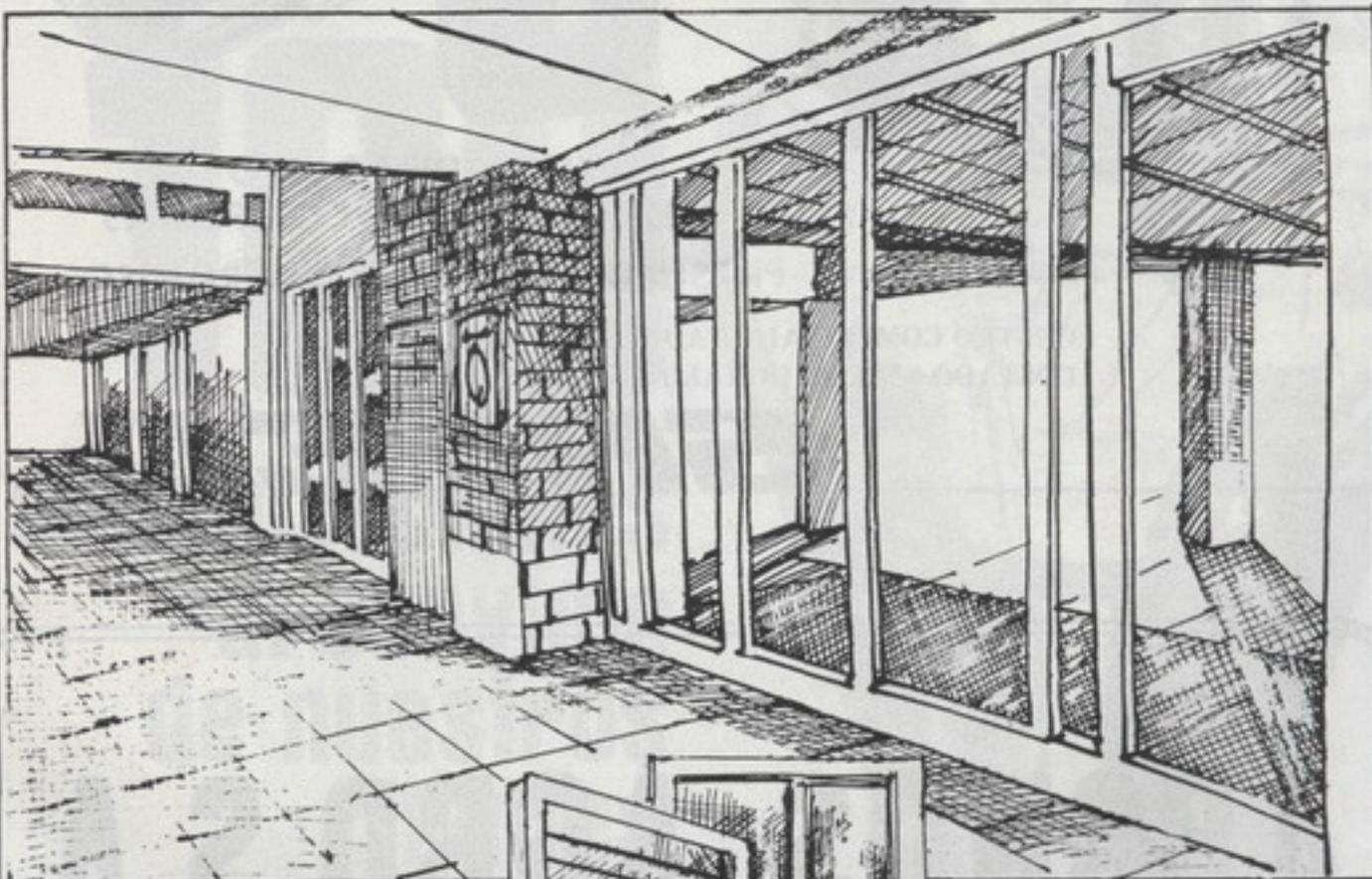
PARA FINA ATENCION

REVISA

TEL. 21-08-76 - APDO. 5633

Contiguo Almacén Uribe & Pagés S. A.

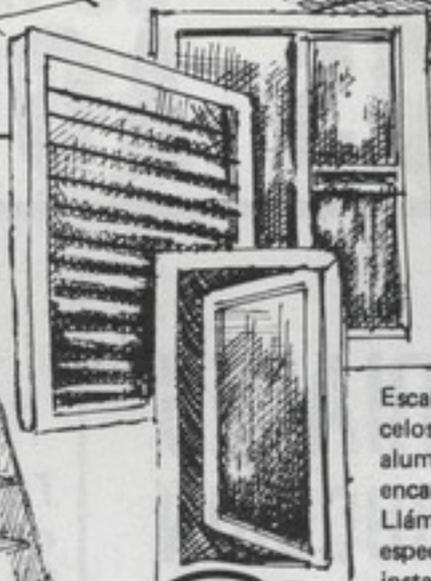
Cebi tiene manos expertas para instalar fachadas de aluminio en su Construcción



El aluminio es un material que tiene muchas aplicaciones en la construcción y en Cebi, las conocemos todas, porque nadie tiene más experiencia que Cebi en este campo. En 30 años hemos fabricado e instalado miles de fachadas de aluminio, por eso somos los mejor calificados para hacerlo en su construcción.



Teléfonos: 21-63-76 y 23-09-09



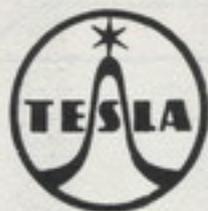
Con los mejores materiales de aluminio, fabricamos con "standards" americanos: Fachadas, puertas de sala, de baños, etc., ventanas plegables, móviles, tipo guillotina, para autos "Camper" etc.

Escaleras de diferentes tamaños, celosías y cualquier trabajo en aluminio que usted nos encargue.

Liámenos y nuestro personal especializado, se encargará de instalar en su construcción, los diseños que a usted más le agraden.

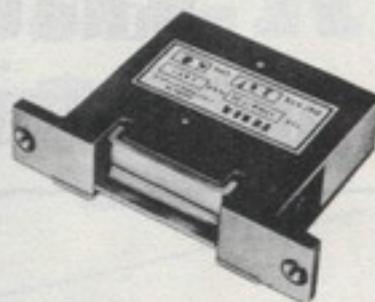


**Calidad al servicio
de su construcción**



Porteros Eléctricos

INTERCOMUNICADORES
CERRADURAS ELECTRICAS



VENTA DE EQUIPO
E INSTALACIONES COMPLETAS
PRESUPUESTOS SIN COMPROMISO

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

SATEC

ABONOS AGRO S.A.

**MATERIALES
DE CONSTRUCCION
EN GENERAL**

**TELEFONO
21-67-33
CON 8 TRONCALES
Ap. 2007 San José**

**Experiencia
en más de**

100

**urbanizaciones
al servicio
de nuestros
clientes**



La experiencia de nuestro departamento técnico en la planificación, supervisión e instalación de sistemas de tubería PVC para cañería, en más de 100 urbanizaciones, nos permite brindarle una asesoría e instalación confiable en su obra urbanística.



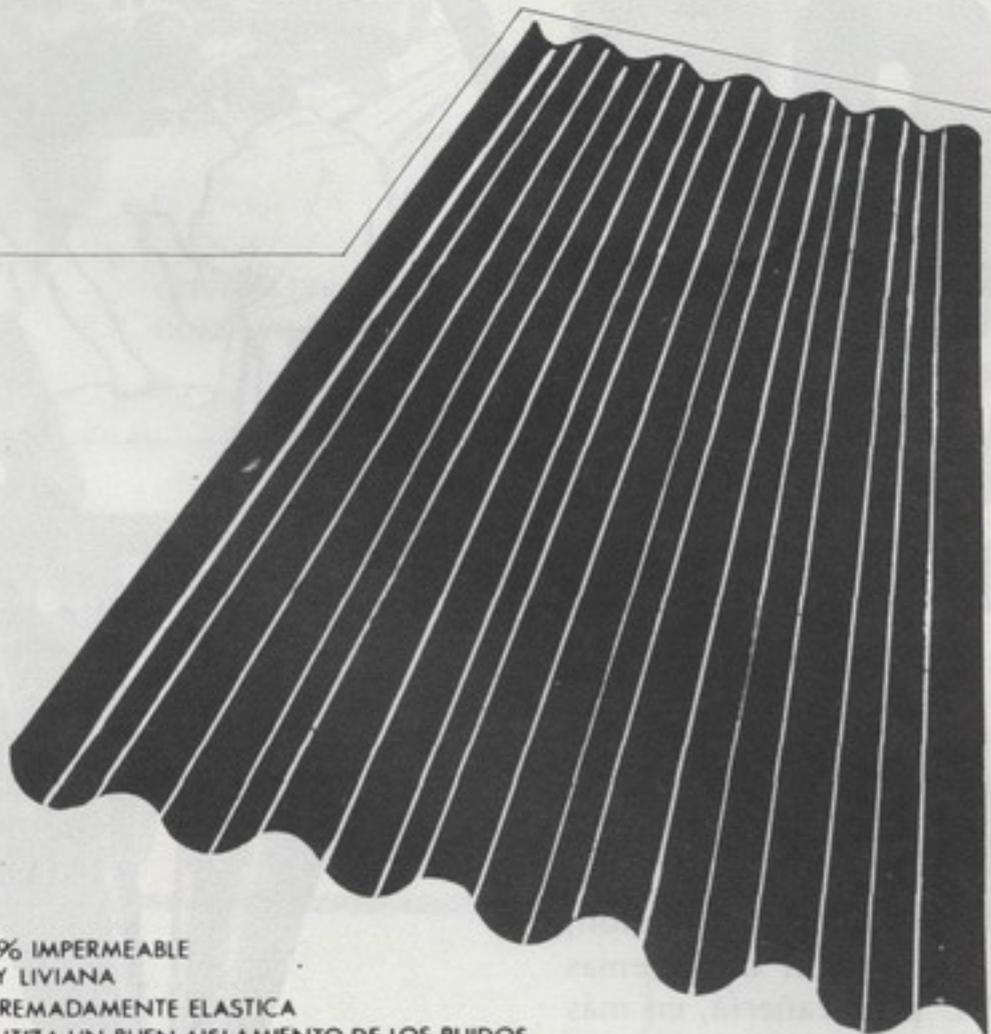
Plásticos Para la Construcción S.A.
con los materiales de avanzada

Teléfonos: 32-14-34 y 32-02-85 — Apartado Postal 6402 — San José, Costa Rica

GASTE MENOS... TECHE MAS

con la nueva lamina para techo

SUPERFLEX



ES 100% IMPERMEABLE
ES MUY LIVIANA
ES EXTREMADAMENTE ELASTICA
GARANTIZA UN BUEN AISLAMIENTO DE LOS RUIDOS
AISLA EL CALOR Y NO CONDENSA LA HUMEDAD
NUNCA SE OXIDA Y MANTIENE SU RESISTENCIA
NO SE PUDRE NI SE ENMOHECE
ES LA MAS ECONOMICA
ESTA GARANTIZADA

DE VENTA EN TODO EL PAIS

SUPERFLEX

es un producto

HECHO EN COSTA RICA

Fabricado por

**ASFATEX
INDUSTRIAL, S.A.**

Teléfono 26-04-03 - Apartado 3439
San José

Toda vida es la continuación de otra

Y esta nueva y joven vida necesita que usted piense en su futuro.

El INS ha diseñado la más amplia variedad de pólizas de vida, para que usted y los suyos, puedan "programar" su seguridad, con las pólizas que realmente se ajustan a sus necesidades.

El INS le ofrece múltiples opciones para cubrir sus deudas por propiedades u otros conceptos, así como garantizar la educación de sus niños, hacer que el monto asegurado se multiplique automáticamente, pagar primas reducidas durante cinco años, obtener gran cantidad de beneficios adicionales para los suyos, y muchas otras valiosas alternativas que le darán protección total!

Hay un programa de Seguro de Vida, especialmente adecuado a las necesidades de cada persona, y de cada familia.

Para preparar el suyo, consulte a su asesor de protección.

EL AGENTE DEL
INSTITUTO NACIONAL
DE SEGUROS



INS



Usted puede tener puertas tan lindas como éstas,

DESDE \$650.00



MAYORGA



ALEJANDRO

Tener puertas bellamente decoradas para su casa no es ahora ningún problema.

En Puertas y Molduras nos preocupamos por la elegancia de su casa y le ofrecemos los más bellos diseños en 8 modelos diferentes.

Visite nuestra sala de exhibición, o llámenos.



PUERTAS Y MOLDURAS S.A.

Teléfonos: 21-16-82 22-61-49
Apartado 333
250 metros Sur de La Prensa Libre
(amplio parqueo gratis)



GRANADA



MADRID

Amigo ELECTRICISTA:

SUS PRESUPUESTOS EN MATERIALES ELECTRICOS LE RESULTARAN MAS BAJOS

SOLICITENOS COTIZACIONES

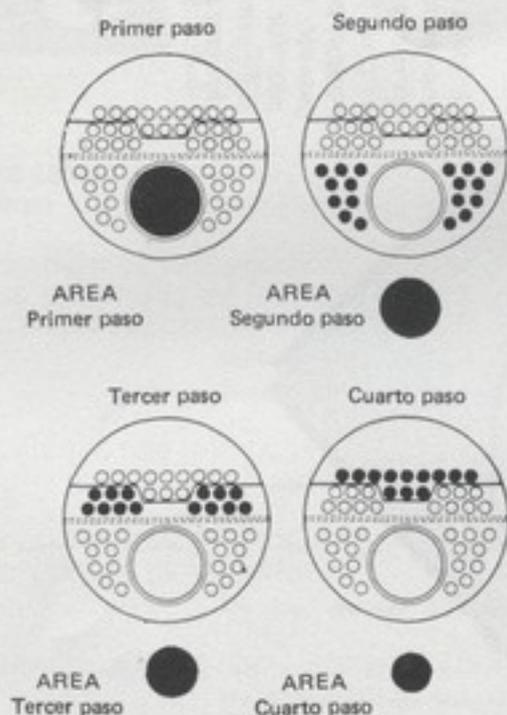
Almacén  **MAURO**
Limitada

TELEFONO: CENTRAL LOCAL 22-49-11

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



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 TA	4 en línea	8.5 gph	100/85
3306 T	6 en línea	10 gph	125/105
3306 TA	6 en línea	12 gph	150/130
3406 T	6 en línea	14 gph	175/150
3406 TA	6 en línea	15 gph	200/175
3406 TA	6 en línea	17 gph	230/200
D334 TA	6 en línea	16 gph	200/170
3408 T	8 en "V"		250/225
3408 TA	8 en "V"		275/250
D 343	6 en línea	21.5 gph	275/240
D 346	8 en "V"	30 gph	356/316
D 348	12 en "V"	40 gph	546/481
D 349	16 en "V"	50 gph	712/632
D 353	6 en línea	27 gph	325/290
D 379	8 en "V"	38 gph	428/378
D 398	12 en "V"	52 gph	641/566
D 399	16 en "V"	68 gph	870/770

*Potencia: servicio de emergencia/continuo.



MATRA

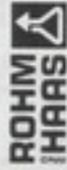
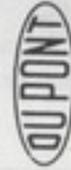
MAQUINARIA Y TRACTORES LTDA.
San José, Costa Rica
Telex: CR-2110
Apartado 426
Teléfono: 21-00-01

A LA HORA DE DISEÑAR! PIENSE EN LA COMPAÑÍA QUE MAS GARRANTIA LE OFRECE.

Las alfombras Alcesa son conocidas en toda Centroamérica y el Caribe.



1.- Garantía en las materias primas respaldadas por prestigiasdas marcas como



, etc.

2.- Garantía de fabricación respaldado por la asesoría del Carpet Rug Institute de la cual somos los únicos miembros en Centroamérica.

3.- Garantía en la instalación supervisadas por Alcesa.

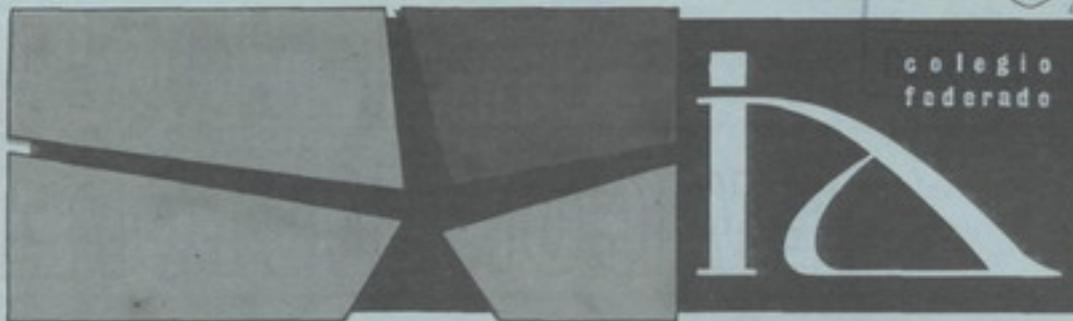
4.- Garantía en experiencia ya que fuimos los primeros y seguimos siendo los primeros.

De todos es conocido lo fácil, cómodo y barato que es darle mantenimiento a las alfombras. No así al resto de los pisos conocidos, los cuales requieren tratamientos costosos (pulidas, afinadas, cambios, etc.) así mismo en cuanto a su mantenimiento como lo referente al gasto de ceras, pulimentos, detergentes, escobas, estropajos, etc. cual demanda cantidades considerables de dinero por año. Por otra parte por ser la alfombra de peso relativamente bajo, permite al diseñar edificios, aun gran economía en el "Presupuesto Estructural" de casi todos los materiales a usar.



alcesa

ALFOMBRAS CENTROAMERICANAS S. A.
Teléfono 21-64-22, Apartado 2328 San José Costa Rica



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

No. 60 ABRIL - MAYO - JUNIO 1977

CONTENIDO

MEMORIAS SEMICONDUCTORAS. (Primera Parte)	Ing. Marco A. Vasquez E.	18
DETERMINACION DE PERDIDA DE BRILLO METALICO EN PELICULAS DELGADAS DE IN POR MEDIO DE MEDIDAS DE RESISTENCIA ELECTRICA.	Mario Segnini B., Ph.D. Neville Clark B., M.S.	29
CALENTAMIENTO POR INDUCCION.	Ing. José M. Pérez.	32
ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO Y OXIDO DE ALUMINIO.	Dr. Ing. Manuel Eduardo Calvo F.	36
EL POSTGRADO DENTRO DEL SISTEMA EDUCATIVO.	Ing. Rodrigo Orozco Saborío.	43
EDUCACION CONTINUA DE LOS INGENIEROS.	Ing. Víctor E. Rojas C., M.S.	46
ANTENAS DIRECCIONALES SIMETRICAS CON UN NUMERO IMPAR DE ELEMENTOS.	Ing. Hillel Unz, Ph.D. Ing. Róger Lorenzo B., M.S.	50

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.

COMISION EDITORA

Ing. Róger Lorenzo Barboza
Ing. José J. Chacón Leandro

Editada por



Distribuidora
PUBLICITARIA LDA

Luis Burgos Murillo
Editor

Impresión:
Litografía Caribe S.A.

MEMORIAS SEMICONDUCTORAS

(PRIMERA PARTE)

Ing. Marco A. Vásquez E.

0. INTRODUCCION

Una memoria es un aparato de almacenamiento de información que permite obtener en el momento que se requiera, la información previamente almacenada.

La unidad más elemental de un sistema de almacenamiento de memoria, es la celda, que puede almacenar un bit que representa la simple decisión 1-0 o Si-No.

Se suele agrupar las celdas de memoria en palabras de varios bits cada una. Estas palabras pueden representar un número en un calculador, una instrucción de comando en un computador, un tono y su duración en un compositor de música electrónico, un carácter alfanumérico en una máquina de escribir con pantalla de T.V. y así por el estilo.

Las memorias varían desde un bit a varios billones de bits.

Existen varios tipos de memorias. Pueden clasificarse por cuándo, cómo, y cuán a menudo se puede colocar información en ellas.

Una memoria de Solo Lectura, contiene información que se coloca una única vez en ella. Esta mantiene la información dentro de ella permanentemente. Las memorias de solo lectura se utilizan en aplicaciones tales como el almacenamiento de microprogramas de raíz cuadrada, logaritmo y funciones trigonométricas en los calculadores de mano, y para muchas otras situaciones donde se desea siempre la misma respuesta a un sistema. Algunos sistemas de memorias de solo lectura son llamados tablas de referencia, porque ellos proporcionan una respuesta en la misma forma en que se obtiene información de una tabla matemática.

Solo se pueden alterar algunos pocos sistemas de memoria de solo lectura, pero no rápidamente. Esto se logra borrándolas con luz ultravioleta intensa y reprogramándolas; otros se alteran con pulsos de voltaje o corriente especiales.

Estos sistemas se llaman **sistemas de memoria de solo lectura reprogramables** o **sistemas de memoria de solo lectura borrables**.

La memoria más versátil es aquella en la que se pueda escribir (poner información en ella) y leer (recibir información desde ella) rápidamente y en cualquier secuencia. Los núcleos magnéticos son típicamente de este tipo de memoria (a pesar de que eliminando los generadores de corriente de escritura se obtiene la función de solo lectura).

La mayoría de los núcleos son de **lectura destructiva**, o sea, que la información se pierde en cuanto se utilice para leer. Entonces, se debe realizar una operación de escritura luego de la operación de lectura, si se requiere utilizar de nuevo la información.

La mayoría de las memorias semiconductoras son de **lectura no destructiva**, en el sentido de que se puede aceptar información sin alterar físicamente el contenido de la memoria.

Si se desea poner información y obtenerla de nuevo en una forma secuencial, se tiene una **memoria secuencial**. Los grandes registros de desplazamiento MOS son un ejemplo de este tipo de memoria. Como ya se dijo, la memoria más versátil es aquella en la que se puede leer y escribir en cualquier localización, en cualquier momento. Esta memoria se llama **memoria de acceso aleatorio** o **"RAM"** (Random Access

Memory).

Una memoria es **no volátil**, si la información en ella se mantiene a pesar de remover el suministro de potencia. Los núcleos magnéticos generalmente son no volátiles. Las memorias de solo lectura son por supuesto no volátiles. Las RAMs semiconductoras son **volátiles** y debe mantenerse el suministro de potencia o se pierde la información contenida en ellas.

Se espera que en pocos años se disponga de RAMs semiconductoras no volátiles.

A menudo se puede resolver el problema de la volatilidad de las memorias semiconductoras, haciendo una mezcla de "ROMs" ("Read Only Memory") y RAMs.

1.- RAMs SEMICONDUCTORAS.-

1.1. Tipos de RAMs.

Existen dos tipos básicos de RAMs semiconductoras: la **RAM estática** y la **RAM dinámica**. Ambas son volátiles y perderían información si se remueve la alimentación de potencia. La diferencia se debe a que la RAM estática mantiene su información en tanto se le aplique potencia, mientras que en la RAM dinámica se deben refrescar los datos internos a una frecuencia de 500 o más Hz.

Las RAMs estáticas emplean una celda de flip-flop para el almacenamiento de datos. Una vez que se coloca el dato, este se mantiene ahí en cuanto no se escriba en esa celda y sea mantenida la alimentación de potencia.

Las RAMs dinámicas utilizan un capacitor para el almacenamiento de datos y requieren el refrescamiento de la información una vez que el capacitor va alcanzando cierto grado de descarga.

Las RAMs dinámicas son de un precio más bajo que las estáticas debido a que pueden contener un número mayor de bits en un tamaño dado de pastilla, pero agregan complejidad al circuito de control externo y lleva cierto tiempo el ponerlas a funcionar adecuadamente.

Por la razón anterior, las RAMs dinámicas se ajustan mejor a sistemas de memoria de tamaño considerable: 50000 bits o más. Otro modo un poco diferente de clasificar las RAMs semiconductoras es agrupándolas con base al proceso de fabricación utilizado: **bipolares** que incluyen la lógica TTL y ECL ("emitter coupled logic"), **tipo MOS** que incluye canal P y

canal N. En el pasado los elementos MOS habían sido más lentos y más baratos que los bipolares. Hoy día se tienen algunas memorias tan rápidas como las TTL y continúan siendo más baratas.

Las memorias MOS se dividen a su vez en dinámicas y estáticas.

1.2 Modo de operación de una RAM.-

Se explicará el funcionamiento comenzado con la RAM más pequeña que se puede obtener. En la figura 8.1 se muestra un flip-flop D que almacena un dígito. El valor almacenado aparece en la salida Q y el complemento aparece en la salida Q'. La entrada de datos es el terminal D y la entrada de reloj actúa como una señal de permiso de escritura: la información que se presenta en la línea D, se carga en la memoria únicamente cuando el reloj tiene una transición positiva, entonces aparece el valor de la información en la salida Q. Esta es una memoria de acceso aleatorio, ya que la celda de memoria está disponible en cualquier momento, sea para leer o para escribir. Esta es estática, ya que puede almacenar la información tanto tiempo como esté conectada la alimentación sin necesidad de refrescamiento. Esta es volátil, ya que la información se pierde si se suprime la alimentación. Y esta simple memoria, está organizada como una palabra de un bit.

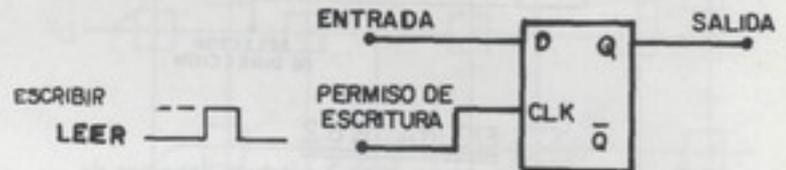
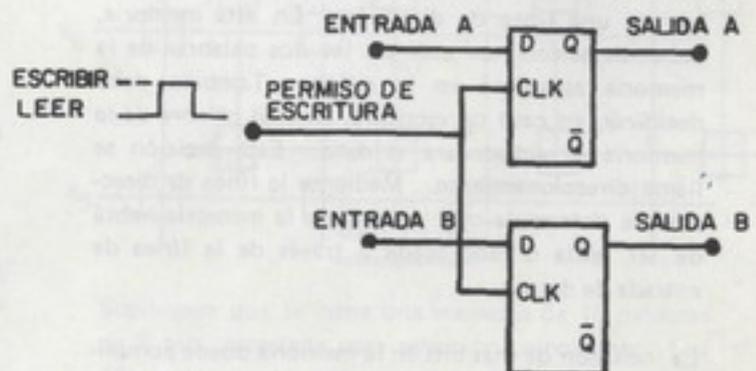


FIGURA N 8J



La memoria puede leerse cuantas veces se desee y en el tiempo que se desee, pero debido a que se puede producir un cambio durante la transición del reloj, no se debe leer en ese tiempo particular. Se llamará ciclo de escritura al tiempo de acción del reloj.

En una memoria normalmente se tiene dos tipos de ciclos: un ciclo de lectura, donde se controla y se utiliza la salida de memoria o un ciclo de escritura donde se coloca nueva información en la memoria.

Una memoria de una palabra de un bit, apenas si tiene aplicaciones en sistemas muy sencillos. En la figura 2, se muestra cómo ampliar la memoria en un bit más para obtener una memoria de 2 palabras de un bit, o una memoria de una palabra de 2 bits. Para formar una memoria de una palabra de 2 bits (figura 8.2 a) basta con conectar los terminales de reloj de los dos flip-flops que conforman la memoria, dejando los demás terminales libres. En esta forma, obtenemos dos líneas de entrada de datos, dos líneas de salida y una línea de escritura.

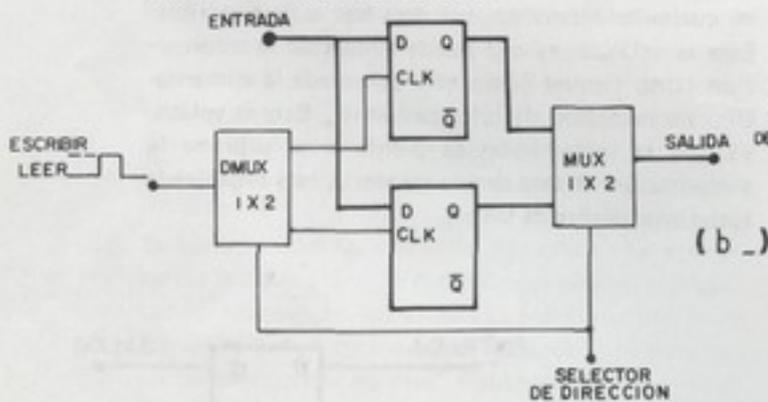


FIGURA N° 8.2

Para formar una memoria de 2 palabras debemos de adicionar un medio de selección de una de las palabras, para las operaciones de lectura y escritura. Este medio de selección es un multiplexador y un demultiplexador (ver figura 8.2 b), que en este caso son de una línea de dirección. En esta memoria, debemos seleccionar cuál de las dos palabras de la memoria aparecerá en la salida. También debe decidirse, en caso de escritura, en cuál palabra de la memoria se almacenará el dato. Esta decisión se llama direccionamiento. Mediante la línea de dirección se determina cuál palabra de la memoria habrá de ser leída o modificada a través de la línea de entrada de datos.

La inclusión de más bits en la memoria puede complicar más el modo de dirección si la organización de la memoria conlleva más de una palabra. En la figura 8.3 se muestra una forma de realizar una memoria de 4 palabras de 4 dígitos binarios empleando la celda

que se ha utilizado hasta el momento.

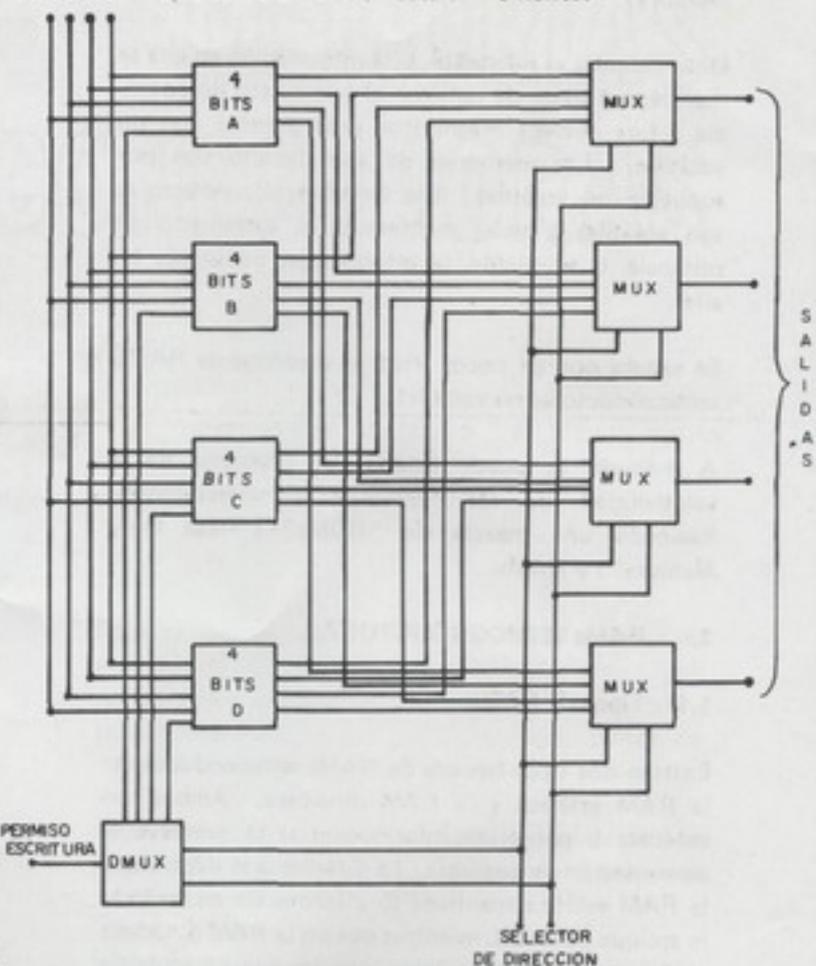


FIGURA N° 8.3

En esta memoria se tienen 4 líneas de entrada de datos y dos líneas de dirección. Estas líneas de dirección son decodificadas a binario (00, 01, 10, 11) para orientar las 4 palabras de memoria. Entre las múltiples aplicaciones de esta memoria, está la de almacenar 4 números en BCD como parte de un calculador o un computador.

1.3 Organización de una RAM.-

Supóngase que se tiene una memoria de 64 celdas. En esta memoria se pueden agrupar las celdas de diferentes formas para obtener varias combinaciones de bits por palabra. En este caso son: 1 palabra de 64 bits (1 x 64), 2 x 32, 4 x 16, 8 x 8, 16x4, 32 x 2, y 64 x 1. Todas estas memorias son de una capacidad total de 64 bits pero la organización de cada una es diferente.

La elección del tipo de organización de una memoria depende del tipo de aplicación que se le vaya a dar, o del fabricante, si es que se tiene en mente trabajar con uno o dos tipos de circuitos integrados.

Obviamente, la memoria se organiza adecuándola a la

información que se va a almacenar en ella. Es común encontrar organizaciones con palabras de 4 bits que permiten el almacenamiento de números en BCD, u organizaciones con palabras de 6 bits para almacenar caracteres codificados en ASCII ("American Standard Code for Information Interchange"), pero que si se incluyen error de paridad y algún otro tipo de detección de error, se alcanza hasta 8 bits por palabra.

La mayoría de las memorias semiconductoras a la disposición en circuito integrado tienen una línea de entrada y una línea de salida, y líneas de dirección para una de N decodificaciones, teniéndose organizaciones como 256 palabras de un bit, 1024x1,4096x1 y así por el estilo. Otros arreglos que se encuentran en memorias pequeñas son: 16x4 y 256x4. Se encuentran también otros arreglos que se utilizan bastante poco, generalmente utilizando varios circuitos integrados para lograr un número de bits por palabra buscado.

2.- MODOS DE DIRECCIONAMIENTO DE UNA RAM.

Existen dos modos diferentes de direccionamiento o selección de una RAM: Selección Lineal y Selección coincidente que se explican a continuación.

2.1. Selección lineal.-

Para entender cómo opera este modo de selección se tomará la celda básica de la figura 8.1 y se le agregará una línea que permita su direccionamiento (ver figura 8.4). De la figura se ve que para leer o escribir un dato en la celda, es necesario excitar la línea de dirección ($x = 1$)

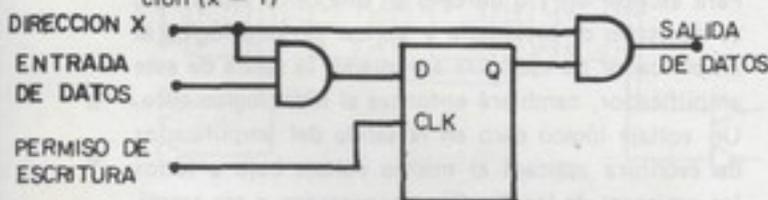
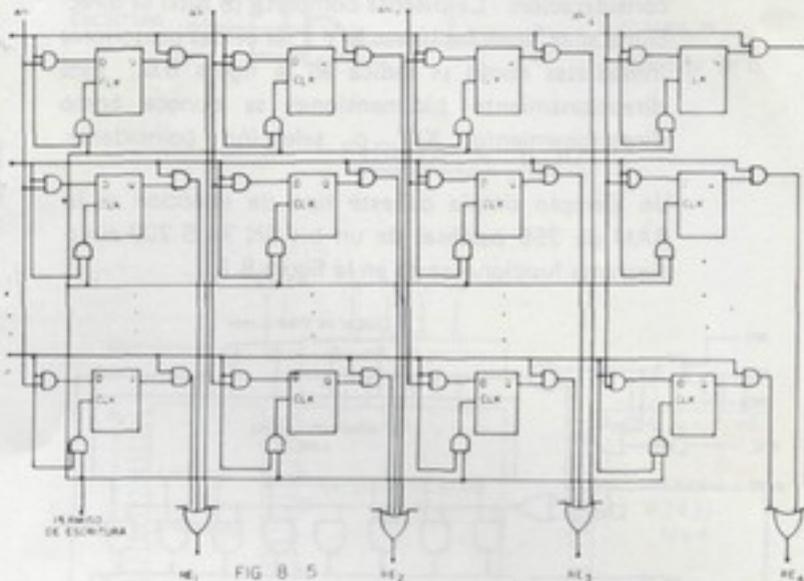


FIGURA N° 8. 4

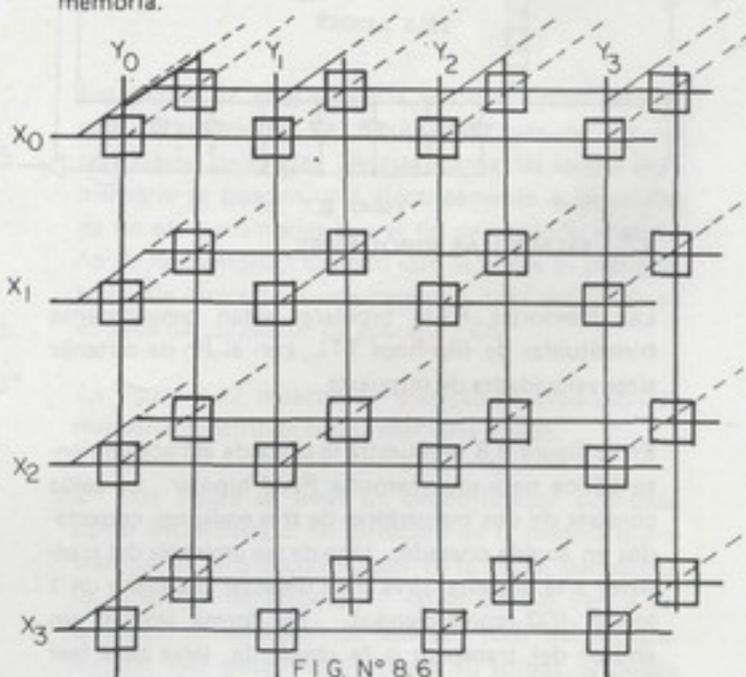
Supóngase que se desea leer/escribir 16 palabras de 4 bits cada una. Este sistema requiere 4 líneas de entrada de datos y 4 líneas de salida de datos. Será necesario emplear un total de $16 \times 4 = 64$ celdas de almacenamiento. De este número, 4 celdas estarán arregladas en una línea horizontal, siendo todas excitadas por la misma línea de dirección. Habrá 16 de tales líneas, cada una excitada por una dirección diferente como se ve en la figura 8.5. La línea de permiso de escritura es común a todas las celdas y tendrá efecto solamente en aquellas celdas direccio-

nadas. En este modo de selección, el direccionamiento se efectúa excitando una de las 16 posibles líneas. Este tipo de selección es conocido como selección lineal. En ejemplo de memoria que emplea este tipo de selección es la SN 7489.



2.2 Selección coincidente

Una topología más utilizada es la que arregla los elementos de memoria en arreglos rectangulares $m \times n$, donde $m \times n$ es el número de palabras de la memoria.



Supóngase que se tiene una memoria de 16 palabras de 8 bits, arreglada para selección coincidente. Los 16 elementos de memoria se arreglan en una matriz 4×4 , con cada celda almacenando un bit de cada palabra (ver figura 8.6). Para formar la palabra de 8 bits, se adicionan 7 de tales planos como se muestra

en la figura. Cada bit (indicado por un rectángulo) se localiza direccionando una línea de dirección X y una línea de dirección Y; la intersección de las dos líneas localiza un punto en la matriz bidimensional, identificando la celda de almacenamiento bajo consideración. La palabra completa (8 bits) se direcciona si se unen las líneas X-Y a las celdas posteriores inmediatas como se indica en la figura 8.6. Este direccionamiento bidimensional se conoce como direccionamiento X-Y o selección coincidente.

Un ejemplo simple de este tipo de selección es la RAM de 256 palabras de un bit SN 74 S 200 cuyo diagrama funcional se da en la figura 8.7.

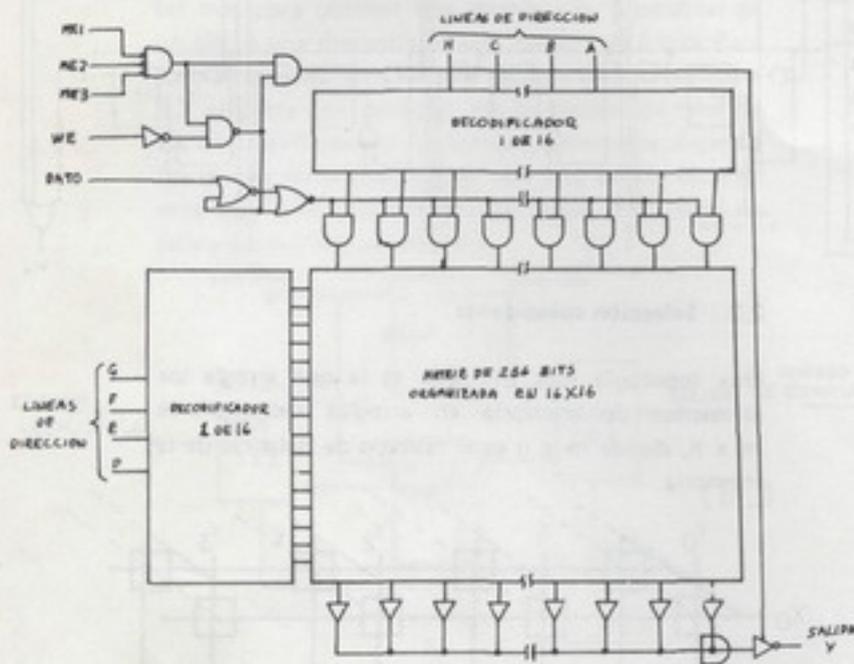


FIGURA 8.7

3.- MEMORIAS BIPOLARES.-

Las memorias RAM bipolares están generalmente constituidas de flip-flops TTL, con el fin de obtener altas velocidades de respuesta.

En la figura 8.8 se muestra la celda de almacenamiento básica para una memoria RAM bipolar. La celda consiste de dos transistores de tres emisores, conectados en acople cruzado. Uno de los emisores del transistor a la derecha, sirve para detectar o escribir un 1 lógico (Q2 conduciendo). De forma similar, un emisor del transistor a la izquierda, sirve para leer o escribir un cero lógico (Q1 conduciendo). Los restantes dos emisores de los dos transistores se conectan a las líneas X y Y respectivamente como se observa en la figura 8.8. Las líneas de dirección normalmente están bajas (cero lógico), y las corrientes de todos los transistores que conducen (uno por cada celda) fluyen saliendo por éstas líneas de dirección.

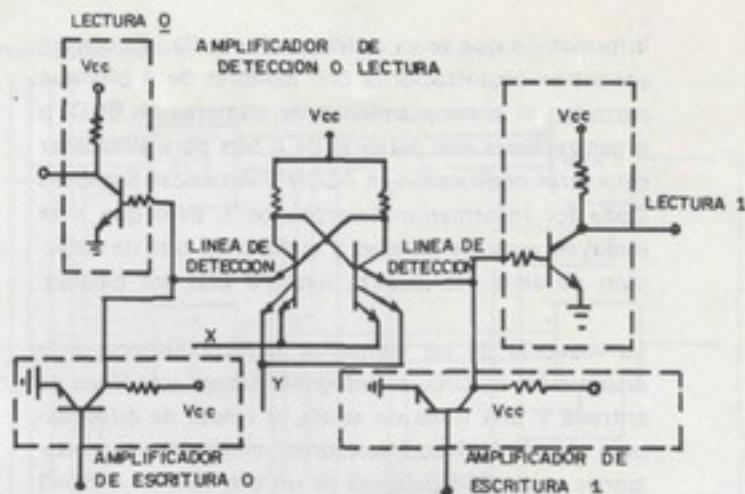


FIGURA N° 8.8

Para direccionar un flip-flop específico en un arreglo matricial, se llevan a 1 las líneas X - Y correspondientes. Todos los demás flip-flops, excepto el direccionado, deben tener al menos una línea a cero lógico, consiguiéndose que no se efectúe ningún cambio en esa celda. En la celda direccionada, la corriente en el transistor que está conduciendo, se desvía de las líneas de dirección (que se llevaron a 1 lógico) a la línea de detección correspondiente y entonces a uno de los amplificadores de lectura. En esta forma, dependiendo de la información almacenada en la celda (cero o 1) se activará la línea de detección de cero o la línea de detección de 1. Cuando esto ocurre, la salida del amplificador activado cambia del nivel alto al bajo.

Para escribir un 1 o un cero en una celda específica, es necesario direccionarla y aplicar un uno lógico al amplificador de escritura apropiado; la salida de este amplificador, cambiará entonces al nivel lógico cero. Un voltaje lógico cero en la salida del amplificador de escritura aplicará el mismo voltaje bajo a todos los emisores de los flip-flops conectados a ese amplificador. Este voltaje bajo no afectará el estado de las celdas no direccionadas, debido a que al menos uno de los emisores en ese flip-flop está a un nivel de voltaje bajo por causa de las líneas de dirección. Para las celdas direccionadas existen dos posibilidades:

- 1) El flip-flop está en el estado deseado, en cuyo caso no ocurre ningún cambio.
- 2) La celda no está en el estado deseado. En este caso, la celda se llevará al estado deseado por causa del voltaje bajo en el emisor del transistor que está apagado (aplicado por el amplificador de lectura), haciendo que el transistor se encienda, causando a la vez, que el otro se apague. Resumiendo: Si $W = 1$ (0) entonces el emisor.

de escritura 1 (0) del flip-flop direccionado se mantiene a un voltaje bajo, causando que Q2 (Q1) conduzca. Esta acción almacena un 1 (0) en la celda direccionada.

No se deben utilizar los amplificadores de lectura para suministrar información acerca del estado de una celda de memoria mientras se está excitando el amplificador de escritura (ciclo de escritura), debido a que la salida del amplificador de escritura está conectada a la entrada del amplificador de lectura (ver figura 8.8).

La figura 8.9 muestra como se conectan 16 celdas bipolares para formar un arreglo de 16 palabras de 1 bit. Esta es la RAM bipolar SN 7481 A. En este caso las celdas no direccionadas no afectan el amplificador de detección, ya que sus uniones base emisor para ambos transistores, están polarizadas en sentido inverso.

Para una memoria con palabras de M bits existirán M planos como los mostrados en la figura 8.9.

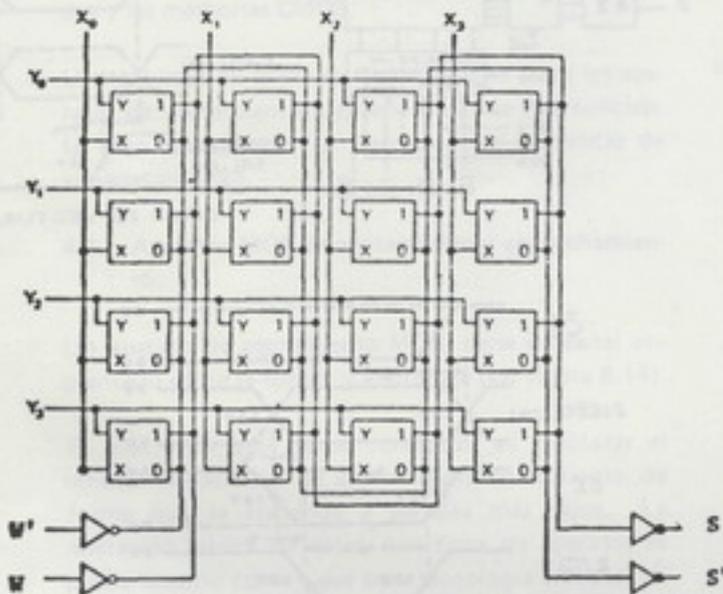


FIGURA 8.9

La entrada de permiso de escritura en este tipo de memorias, se puede incluir haciendo que los amplificadores de escritura sean dos puertas "Y" de dos entradas como se indica en la figura 8.10. En esta figura también se muestra como conseguir solamente una entrada de escritura por cada bit.

En la figura 8.11 se muestra la memoria RAM 93435 (*). Esta memoria está organizada en 16 palabras de 4 bits. Cada dirección se selecciona activando una de las 16 líneas X (X₀ a X₁₅).

(*) Numeración de la Fairchild Semiconductor

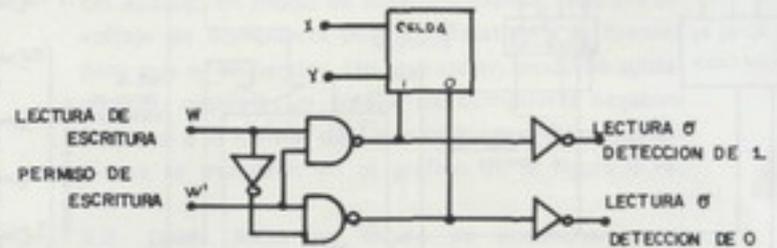


FIGURA N° 8.10

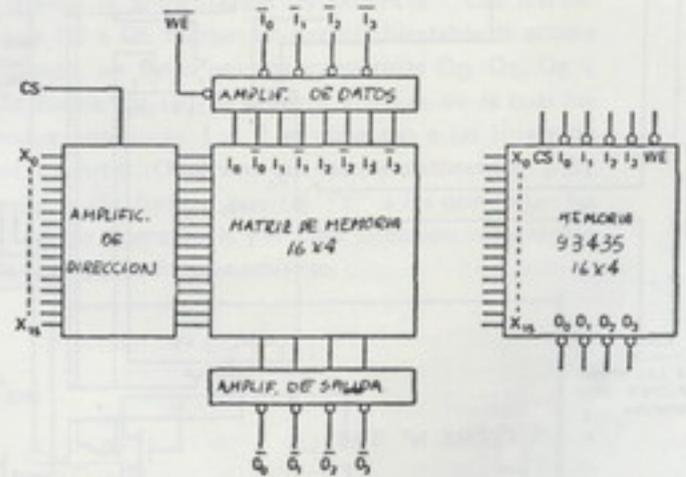


FIGURA 8.11

Las salidas de esta memoria son de colector abierto para proporcionar la flexibilidad máxima en las conexiones de salida. De esta forma, las salidas de la memoria se pueden unir eléctricamente a las salidas de las otras memorias con el fin de expandir el tamaño de la memoria. Cuando esto es lo que se persigue, se puede direccionar una memoria dada activando su entrada de "selección de aparato", CS.

La figura 8.12 muestra un ejemplo de expansión de memoria construida con la memoria 93435.

En esta figura se tiene un decodificador operando como decodificador de dirección de la palabra mientras que el otro decodificador en la figura, decodifica la dirección de armazón y cuyas salidas van a las entradas de selección de aparato (CS) del arreglo. Ya que este decodificador tiene 10 salidas, se puede seleccionar uno de 10 arreglos. En esta forma la memoria, ha sido expandida a 160 palabras de 4 bits.

A medida que aumenta el número de direcciones resulta más práctico proporcionar los decodificadores dentro de la armazón del circuito integrado de memoria.

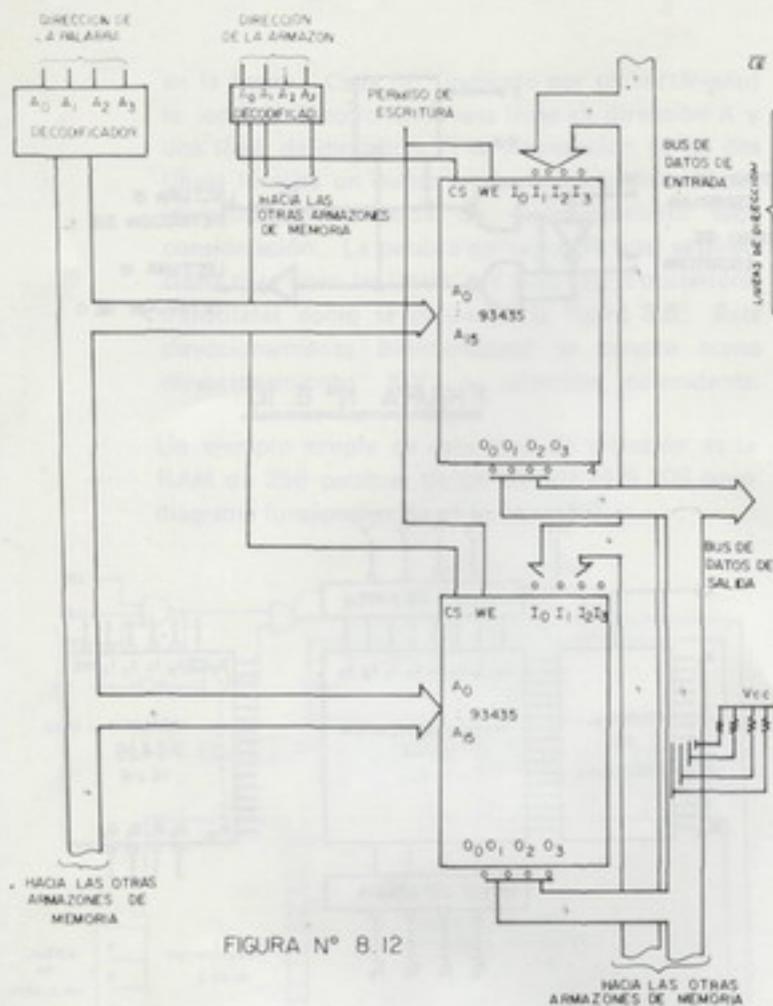
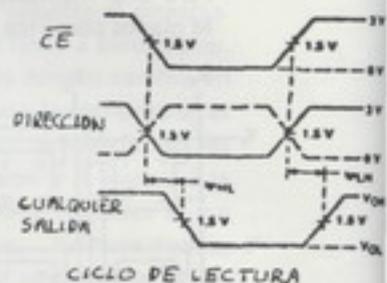
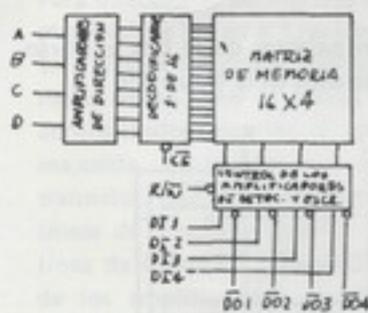
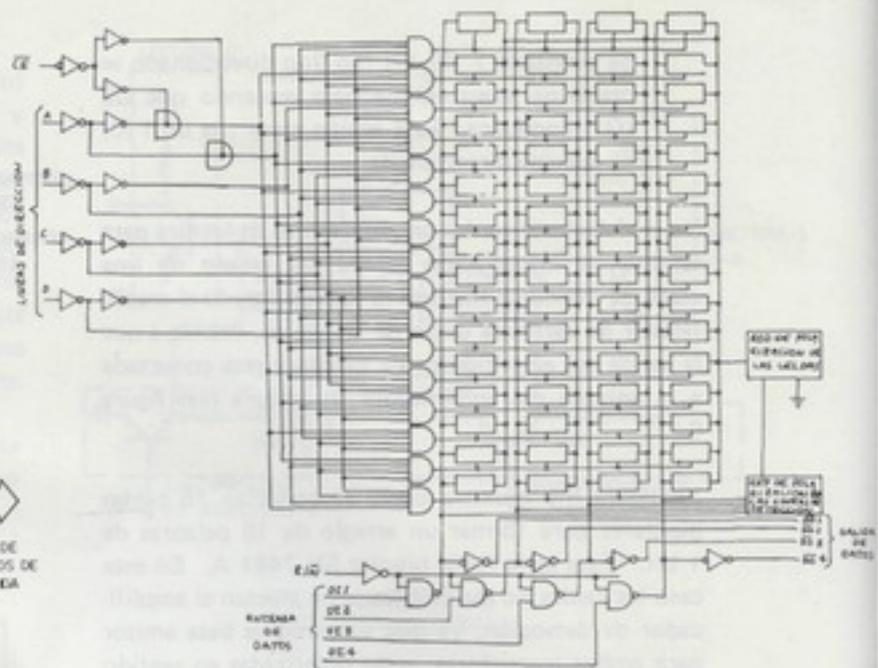


FIGURA N° 8.12



La figura 8.13 muestra una memoria bipolar de 16x4 (SN 7489) con decodificador incluido dentro de la armazón del circuito integrado. En esta figura se muestra el circuito lógico, el diagrama en bloques de la memoria y el diagrama temporal para los ciclos de lectura y escritura. La información que se presenta en las entradas de datos, se escribirá en la memoria direccionando la palabra deseada y manteniendo los terminales de selección de aparato (CE) y permiso de escritura (R/W) bajos (ver figura 8.13). Debido a que la salida interna de la compuerta de entrada de datos es común con la salida del amplificador de detección, las salidas de datos asumirán el estado opuesto de la información en las entradas de datos cuando la línea de permiso de escritura está baja. En los terminales de salida, se obtiene el complemento de la información que se ha escrito en la memoria, manteniendo el terminal de selección de aparato (CE) bajo, la entrada de permiso de escritura alta y seleccionando la dirección deseada (ver figura 8.13).

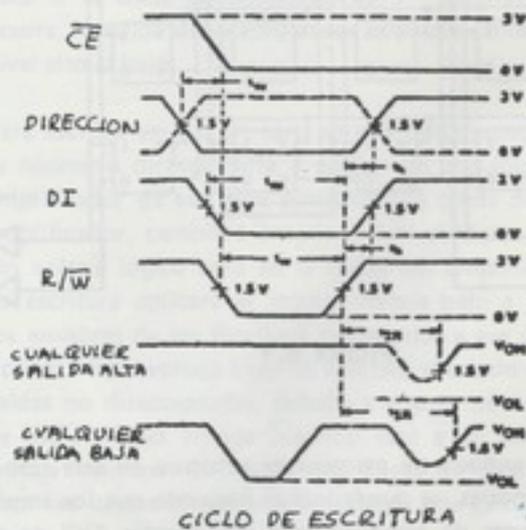


FIGURA 8.13

Se debe tener el cuidado de que en una memoria semiconductor no se cambie la dirección inmediatamente antes, durante o inmediatamente después del comando de escritura. La definición de "inmediatamente" varía con el circuito integrado y está determinada por los tiempos de asentamiento ("set-up time") y de sostenimiento ("hold time") de la direc-

ción, que son necesarios guardar antes de producir un cambio en ella. Cuando cambia la dirección, se encienden ciertas localizaciones de memoria debido al proceso de decodificación. Es posible por lo tanto que ocurra una escritura, borrado o movimiento de datos por no guardar ese cuidado.

Para la memoria de la figura 8.13, los tiempos mínimos de asentamiento y sostenimiento son respectivamente $t_{su} = 40 \text{ ns}$, $t_h = 5 \text{ ns}$.

El tiempo de propagación de lectura se conoce como tiempo de acceso de la memoria que para el ejemplo es de 33 ns.

4.- MEMORIAS MOS ESTATICAS.-

Existen tres tipos de celda de almacenamiento utilizadas en la tecnología MOS que son: las que utilizan aparato de carga en modo de agotamiento ("depletion mode") que normalmente están encendidos, las que utilizan aparato de carga en modo de ensanchamiento ("enhancement mode"), que normalmente están apagadas y las memorias CMOS.

Una explicación breve de las diferencias entre los aparatos de agotamiento y ensanchamiento será suficiente para comprender la operación de las celdas de almacenamiento.

4.1. Aparatos MOS de agotamiento y ensanchamiento.

Un aparato de agotamiento MOS, tiene un canal implantado entre la fuente y el drenaje (ver figura 8.14).

El efecto de este canal conductor es desplazar el umbral del aparato de ensanchamiento corriente, de forma que se encienda a voltajes más bajos. La operación básica de estos dos tipos de aparatos se puede resumir como sigue para tecnología en canal N:

Un aparato en modo de ensanchamiento, requiere un voltaje de compuerta positivo (relativo a la fuente) para que se encienda. Un aparato en modo de agotamiento, requiere un voltaje de compuerta negativo (relativo a la fuente) para que se apague. Estas condiciones se muestran en el gráfico de la figura 8.14.

4.2. Celda MOS en modo de ensanchamiento.

El flip-flop MOS que se muestra en la figura 8.15 es el que se utiliza como celda de almacenamiento y en la que no se requiere oscilador de refrescamiento. La información se mantendrá almacenada en tanto se sostenga la alimentación de potencia. Los transistores Q2 a Q5 forman un circuito biestable de acople cruzado, en tanto que los transistores Q0, Q1, Q6 y Q7 forman la red de control a través de la cual los nodos interiores 1 y 2 se conectan a las líneas de bit 1 y bit 0. Obsérvese que los transistores Q0, Q1 o Q6 y Q7 forman puertas "Y" a las que llegan las líneas de dirección X y Y para selección coincidente de la celda de almacenamiento.

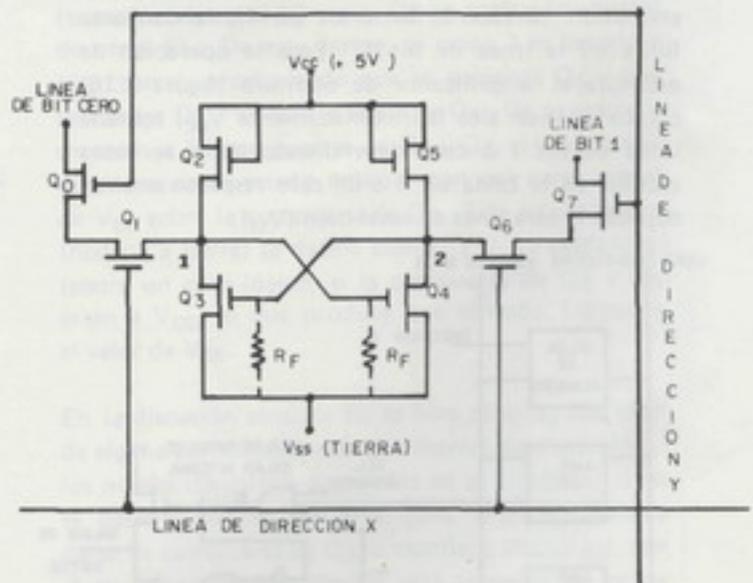


FIGURA N° 8.15

Para emplear el esquema de selección lineal se omiten los transistores Q0 y Q7 y queda la línea X para representar la línea de palabra.

En condición normal las líneas de dirección X y Y están al potencial de tierra, aislando el flip-flop de almacenamiento de las líneas de bit. La información se almacena como una carga en la compuerta de Q3 o Q4, (que determinan el estado lógico de la celda). El voltaje en el nodo cargado es aproximadamente $V_{CC} - V_{th}$ (donde V_{th} es el umbral efectivo de los transistores de carga) y enciende Q3 o Q4. Por conversión, si el transistor Q3 conduce, se tiene almacenado un cero en la celda y si quien conduce es Q4



FIGURA N° 8.14

se tiene almacenado un 1. Supóngase que Q_3 está encendido (cero lógico almacenado), entonces la corriente fluirá desde la carga de Q_3 (transistor Q_2) a través de Q_3 hasta tierra (V_{SS}). Esta corriente causará que el voltaje en el nodo 1 asuma un valor cercado a V_{SS} . El voltaje bajo resultante en el nodo 1 apaga Q_4 . Q_5 mantiene la carga en la compuerta de Q_3 reemplazando la carga perdida a través del resistor de fuga, R_f (La corriente de fuga está típicamente en el ámbito de picoamperios). La celda de almacenamiento se mantiene en este estado en tanto no se intente una escritura.

La celda de almacenamiento se selecciona para leer o escribir llevando a 1 lógico (positivo para elementos MOS de canal N) las líneas de dirección, lo que produce que se enciendan los transistores Q_0 y Q_1 y Q_6 y Q_7 . Para la operación de lectura, el amplificador de detección colocado en las líneas de bit, detecta el estado de la celda de almacenamiento seleccionada. Si Q_3 está encendido (almacenamiento de un cero) la corriente fluirá en la línea de bit cero. Si Q_4 está encendido (almacenamiento de un 1), la corriente fluirá en la línea de bit 1. Para la operación de escritura, el amplificador de escritura (figura 8.16) coloca un nivel alto (aproximadamente V_{CC}) sobre la línea de bit 1 o cero dependiendo de si se desea escribir en la celda un 1 o un cero respectivamente, dejando la otra línea en nivel bajo (V_{SS}).

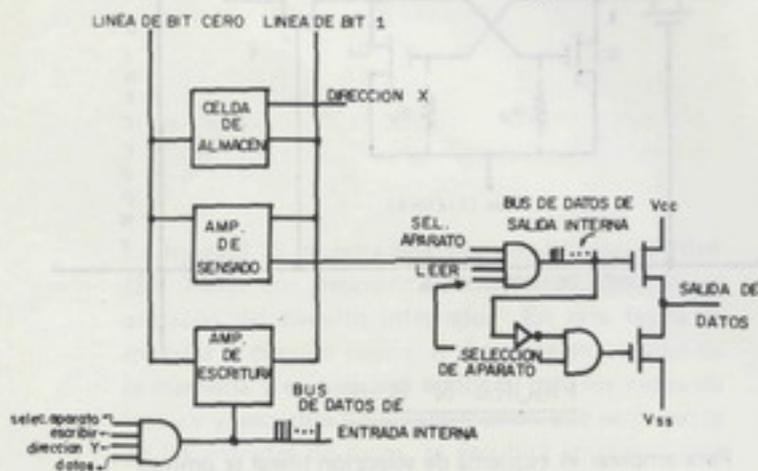


FIGURA N° 8.16

Como se ve en la figura 8.16, para el caso de una memoria organizada en palabras de un bit, existen buses de entrada de datos y salida de datos, internos. Los datos son dirigidos a través de compuertas a las columnas apropiadas por la línea "dirección Y". Obsérvese que la línea de selección de aparato, lleva el dato de salida (a través de una compuerta) a un amplificador de tercer estado y luego hacia el terminal de salida. Por lo tanto, si no se selecciona el circuito integrado de memoria, el terminal de salida va al estado de alta impedancia, lo que permite que las

patas de salida sean unidas a otros elementos para compartir el bus de datos externo del sistema.

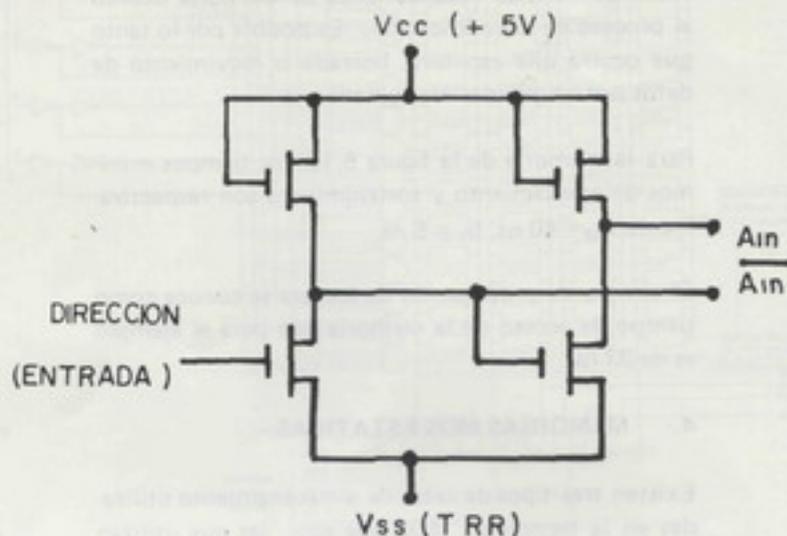


FIGURA N° 8.17

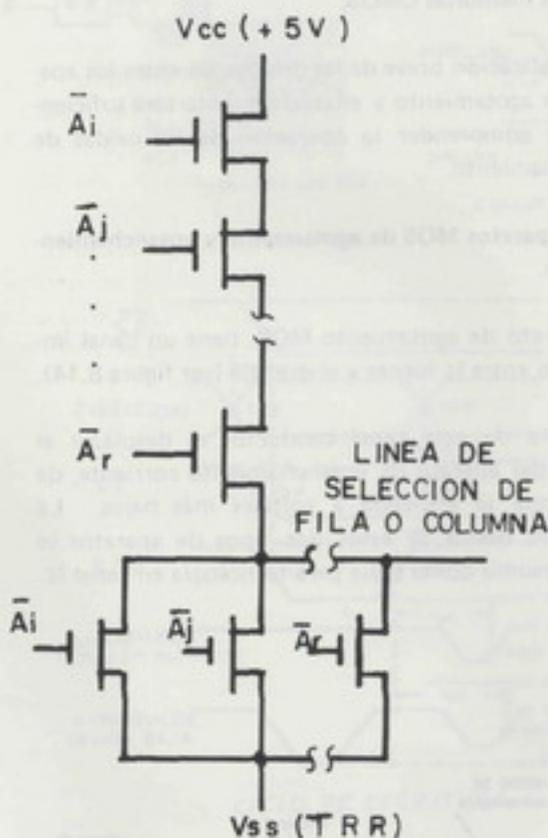


FIGURA N° 8.18

En las figuras 8.17 y 8.18 se muestran configuraciones típicas para los amplificadores de dirección (address buffer) y el decodificador respectivamente

5.- MEMORIAS MOS DINAMICAS.-

5.1.- La celda dinámica básica.

La principal desventaja de una celda estática es que su disipación de potencia limita el número total de bits por encapsulamiento de circuito integrado. Un método para reducir esta disipación de potencia es controlar por reloj la línea de alimentación de potencia. En la figura 8.21 se muestra una celda de memoria MOS dinámica de 4 transistores. Q₃ y Q₄ son los aparatos de carga del flip-flop formado por Q₁ y Q₂ y que también son usados para abilitar la celda. Para leer el dato almacenado en la celda, se lleva la línea de dirección a la condición de voltaje negativo, pudiéndose detectar en las líneas de bits cuál es la condición de la celda. Por ejemplo, si Q₁ está conduciendo la línea de bit asociada a Q₃ transmitirá esa corriente, en tanto que la otra línea de bit, no conduce. Para escribir, se lleva la línea de bit al estado deseado, una vez que se ha excitado la línea de dirección. El refrescamiento de la celda se lleva a cabo a través de la línea de dirección y de bit, cuando ambas están a un potencial negativo, sea en caso de un ciclo de lectura o escritura normal, o a través de una línea de refrescamiento externa, que excita periódicamente estas dos líneas cuando el aparato no es seleccionado.

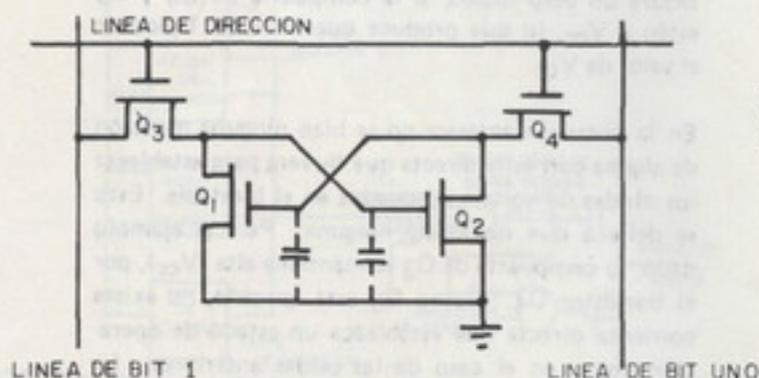


FIGURA N° 8.21

El circuito de la figura 8.22 es una celda de tres transistores que se basa en la carga almacenada en la capacitancia C. Esta celda tiene las líneas de control selección de lectura y selección de escritura, y las líneas de entrada de datos y salida de datos. Para escribir un cero, la línea de selección de escritura se lleva al potencial negativo, manteniendo a cero voltios la línea de selección de lectura. Se hace entonces negativa la línea de entrada de datos, produciendo que Q₁ conduzca y que se cargue C a un potencial negativo. El estado de la celda se interroga haciendo negativa la línea de selección de lectura. En este caso conducen Q₂ y Q₃ a través de la línea de salida de datos, obteniéndose en esta línea, el complemento de la información almacenada. Esta celda también debe refrescarse periódicamente lo que se hace generalmente a partir de un contador de dirección externo que se encarga de direccionar cada fila de la matriz (direccionando una fila se refrescan todos los bits en esa fila) por lo menos cada cierto tiempo, generalmente 2 ms, o en algunos casos se efectúa por un contador de dirección interno.

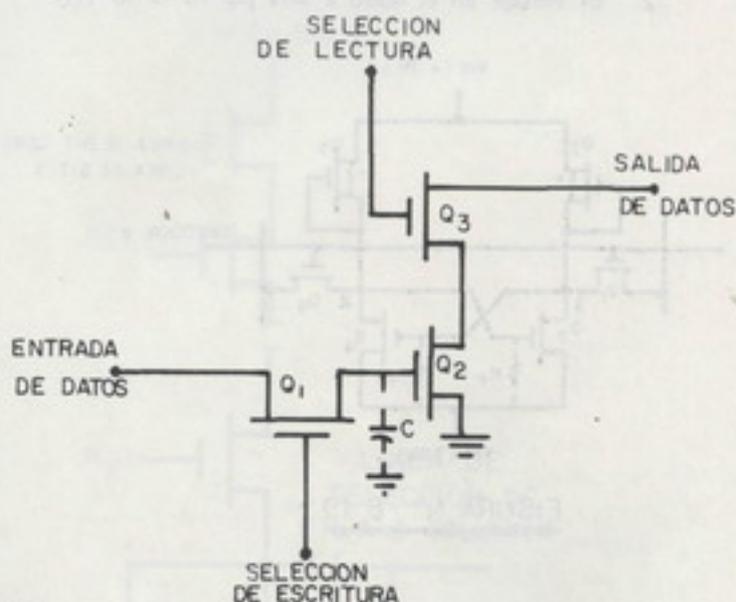


FIGURA N° 8.22

Continuará.

DETERMINACION DE PERDIDA DE BRILLO METALICO EN PELICULAS DELGADAS DE IN POR MEDIO DE MEDIDAS DE RESISTENCIA ELECTRICA.

Mario Segnini B., Ph. D.

Neville Clark B., M.S.

1.- Introducción:

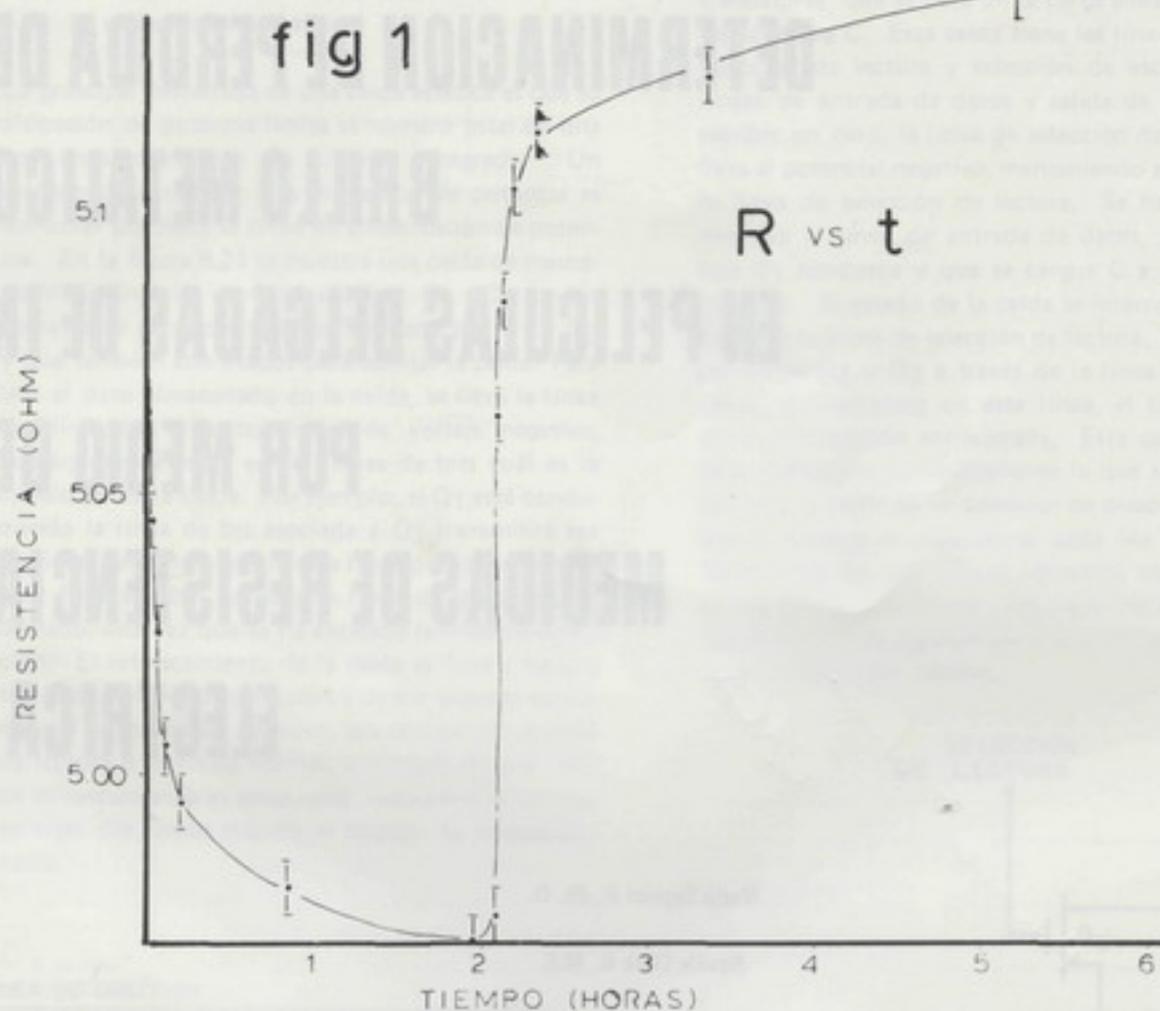
Los metales sufren un proceso de oxidación lento en las superficies expuestas que ocasionan la pérdida del brillo metálico. Normalmente esta oxidación se limita a las capas externas y el grueso del material no se ve afectado, razón por lo cual no es posible determinar la velocidad de oxidación mediante medidas de conductividad eléctrica. En películas delgadas ($\sim 1000 \text{ \AA}$), en cambio, cualquier oxidación reduce el área transversal que dá paso a la corriente tan drásticamente, que los cambios de resistividad son fáciles de seguir. Durante el presente trabajo se ha puesto a prueba el método anteriormente descrito, y se ha comprobado que es posible seguir el proceso de oxidación mediante medidas eléctricas.

2.- Método experimental:

a) Formación de películas delgadas

La formación de películas se llevó a cabo mediante evaporación al vacío del metal fundido, usando como sustrato un cubre objetos de vidrio, al cual previamente se le había depositado películas de cobre gruesas ($\sim 10000 \text{ \AA}$). Las películas de cobre fueron sometidas a fricción y separación total del cubre objetos dejando intocadas las zonas que servirían posteriormente como contactos eléctricos entre la película delgada propiamente dicha y los instrumentos de medida.

Este método permitió eliminar virtualmente todos los problemas de contacto eléctricos que son normales en este tipo de trabajo. Como se verá más adelante, Fig. (1), la resistencia de los materiales depositados desciende inicialmente hasta un valor límite; una vez llegado a ese límite se permitió que el aire entrara al sistema para establecer el contacto directo entre oxígeno y el metal, dando así lugar a la oxidación.



Las medidas de corriente y de voltaje se hicieron "in situ" una vez depositada la película mediante:

- a) Electrometro: Keithley 615
- b) Voltímetro: Keithley 171

Las medidas de temperatura se hicieron usando un termopar de cromel-alumel y un voltímetro Keithley 164.

b) La temperatura de la muestra se varió sujetándola a un bloque de aluminio atravesado por tubería de cobre por el cual se hizo circular nitrógeno líquido. La temperatura se varió controlando el flujo del nitrógeno.

3.- Resultados:

Los resultados experimentales están contenidos en los gráficos 1 y 2. Como puede observarse allí, las curvas de resistividad contra tiempo se inician con pendientes negativos que paulativamente crecen hasta el valor 0.

Cuando la pendiente ha alcanzado el valor 0 se deja entrar el aire como se explica anteriormente y la resistencia aumenta notablemente como se observa en la figura.

La figura 2 corresponde a la variación de la resistencia con la temperatura y como se ve la resistencia aumentó proporcionalmente a la temperatura a valores de temperatura entre -60 y 30°C pero tiende hacia un coeficiente de 0 a temperaturas más bajas.

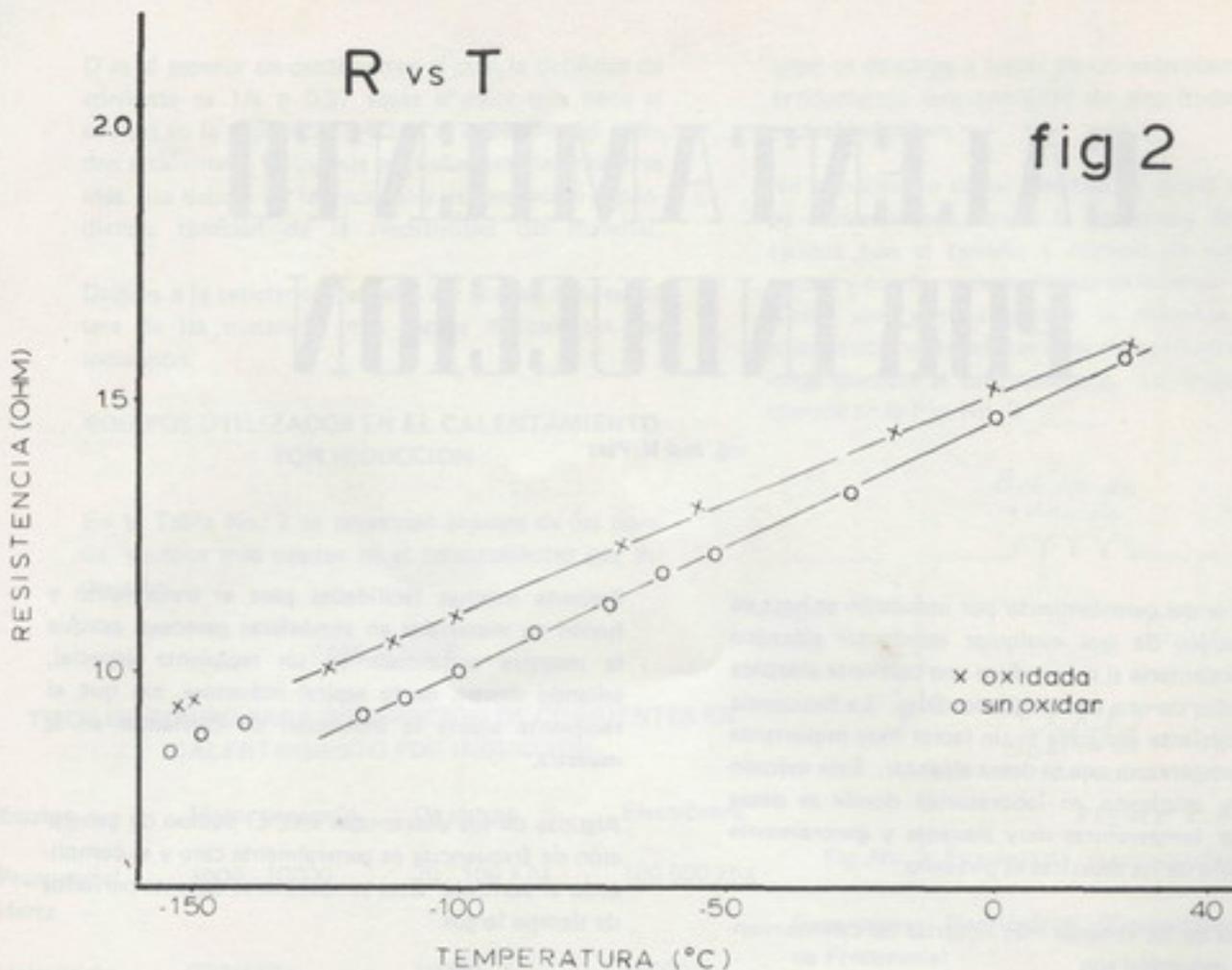
Este comportamiento, típico de los metales,^(1,2) indica que la oxidación es un fenómeno superficial, o al menos que la muestra no pierde sus características metálicas. Debe notarse también que en todo el rango de temperatura la muestra oxidada tiene mayor resistencia, posiblemente por una disminución de su área transversal.

4.- Análisis de los resultados:

Los resultados, un tanto sorprendentes de resistencia vs tiempo, sobre todo en las partes en que hay dismi-

R vs T

fig 2



nación de la resistencia con el tiempo, pueden explicarse notando que cuando la película se forma, posiblemente se establecen tensiones que desaparecen con el tiempo (recocimiento).

El incremento rápido de la resistencia con el tiempo desde el momento mismo del contacto del oxígeno y el metal es obviamente debido a la oxidación.

La forma de las curvas de oxidación indican que se trata de una reacción cuya ecuación está dada por:

$$\text{óxido} = A t^{2b}$$

donde A y b son constantes y t es el tiempo.

óxido = la cantidad del óxido formado.

Conclusión:

Con éste método es posible determinar la velocidad del proceso de pérdida de brillo de los metales, y conociendo el grueso de la muestra puede determinarse la profundidad de la oxidación.

¹ R. Belser + W. Hicklin, Journal of Ap. Phys.

30, 313 (1959)

² B.M.S. Bist y O. N. Srivastava, thin Solid Films

24, 137 (1947).



CALENTAMIENTO POR INDUCCION

Ing. José M. Páez

La teoría del calentamiento por inducción se basa en el principio de que cualquier conductor eléctrico puede calentarse si se le induce una corriente eléctrica por medio de una espiral que lo rodee. La frecuencia de la corriente inducida es un factor muy importante en la temperatura que se desea alcanzar. Este método es muy empleado en laboratorios donde se desea alcanzar temperaturas muy elevadas y generalmente el tamaño de las muestras es pequeño.

Algunas de las ventajas más notorias del calentamiento por inducción son

El calentamiento es muy rápido ya que solamente en la muestra se inducen las corrientes y la inercia térmica del medio ambiente no afecta el proceso como en los hornos de resistencia.

Se logran alcanzar temperaturas muy elevadas.

El fundido se agita por las corrientes inducidas dándole mucha uniformidad a la temperatura del material fundido.

Presenta muchas facilidades para el tratamiento y fusión de materiales en atmósferas gaseosas, porque la muestra se coloca en un recipiente especial, sellando dentro de la espiral inductora, sin que el recipiente afecte la inducción de corrientes en la muestra.

Algunas de sus desventajas son, El equipo de generación de frecuencias es generalmente caro y es complicado el controlar altas temperaturas durante períodos de tiempo largos.

Brewer (1) ha deducido que las condiciones óptimas en el calentamiento por inducción para el cilindro sólido existen cuando su diámetro es de cerca de cuatro veces el espesor de la capa superficial por la que fluyen las corrientes inducidas. Si el diámetro llegase a ser mucho menor que dos veces el espesor de la capa superficial se dificultará el alcanzar temperaturas elevadas. En la Tabla No. 1 se presentan valores de D y 4D para cierto número de materiales y frecuencias.

TABLA 1

VALORES DE D y 4D, EN CENTIMETROS, PARA VARIOS MATERIALES Y FRECUENCIA

Conductor	Resistencia Específica abohm-cm	Frecuencia, HZ					
		2000		10000		30000	
		D	4D	D	4D	D	4D
Cu (20°C)	1.7×10^3	0.15	0.59	0.066	0.26	0.038	0.15
W (0°C)	5×10^3	0.25	1.0	0.112	0.45	0.065	0.26
W (2230°C)	74×10^3	0.97	3.9	0.43	1.73	0.250	1.0
Mo (0°C)	5×10^3	0.25	1.0	0.112	0.45	0.065	0.26
Mo (2000°C)	59×10^3	0.87	3.46	0.38	1.52	0.22	0.88
Grafito (20°C)	800×10^3	3.2	12.8	1.42	5.70	0.82	3.28
Grafito (2200°C)	560×10^3	2.66	10.64	1.20	4.85	0.69	2.8

D es el espesor en centímetros al cual la densidad de corriente es $1/e$ o 0.37 veces el calor que tiene el cuerpo en la superficie y $4D$ es el diámetro del cilindro a calentar. Entre más pequeñas sean las muestras más alta deberá ser la frecuencia de excitación dependiendo también de la resistividad del material.

Debido a la resistencia tan alta del grafito resulta ser una de las sustancias más fáciles de calentar por inducción.

EQUIPOS UTILIZADOS EN EL CALENTAMIENTO POR INDUCCION

En la Tabla No. 2 se presentan algunos de los tipos de equipos más usados en el calentamiento por inducción.

TABLA No. 2

TIPOS DE EQUIPO PARA GENERACION DE CORRIENTES EN CALENTAMIENTO POR INDUCCION

Equipo	Motor generado	De chispa	Electrónico
Frecuencia Hertz	1000 - 10000	20 - 100 KHz	100-500 khz
Voltajes de operación, V	220/440	10000	10000
Potencia de salida, Kw	7 - 500	3 - 4	1 - 50

MOTOR-GENERADOR

Estos equipos producen altas corrientes de frecuencia definida a bajos voltajes. En la Figura No. 1 se presenta un esquema típico.

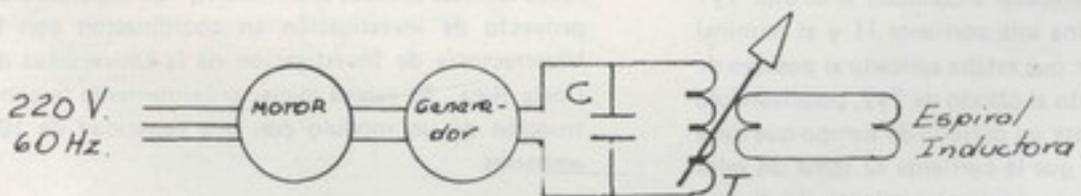


Figura # 1

Fig. No. 1 Esquema de un grupo Motor-Generador

Los generadores son enfriados por agua. El capacitor C se utiliza para ajustar el factor de potencia y el transformador de acople para acoplar la impedancia de la espira a la del generador.

Convertidores de chispa

Un transformador de alto voltaje cargando un capa-

ditor se descarga a través de un entreplano de chispa produciendo una corriente de alta frecuencia en la espiral inductora.

No es necesario tomar medidas de ajuste en este tipo de convertidores porque la frecuencia de operación cambia con el tamaño y número de vueltas de la espiral y con las características de la carga. Esto constituye una ventaja porque la máquina compensa automáticamente los cambios de conductividad en la carga durante el calentamiento. Un esquema básico aparece en la Fig. No. 2

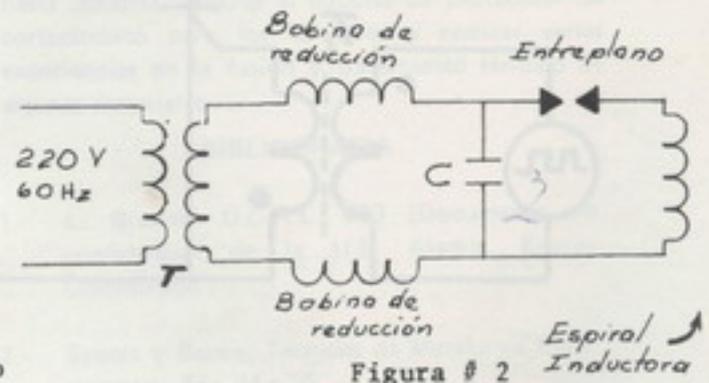


Fig. No. 2 Esquema de un convertidor de chispa.

Generadores Electrónicos. (Convertidores Estáticos de Frecuencia)

Los primeros generadores electrónicos estaban formados por osciladores de tubos de alta potencia. Actualmente se construyen con semiconductores de alta capacidad. Uno de estos tipos está siendo estudiado en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica. Es básicamente un circuito de conmutación a base de tiristores que

controla la corriente a través de una bobina de inducción. El circuito en cuestión aparece en forma simplificada en la Figura No. 3.

Funcionamiento del circuito.

Con la tensión de alimentación V_a aplicada y sin señal de disparo en las compuertas de los tiristores $Ty1$ y $Ty2$ el circuito no opera.

Espiral Inductora.

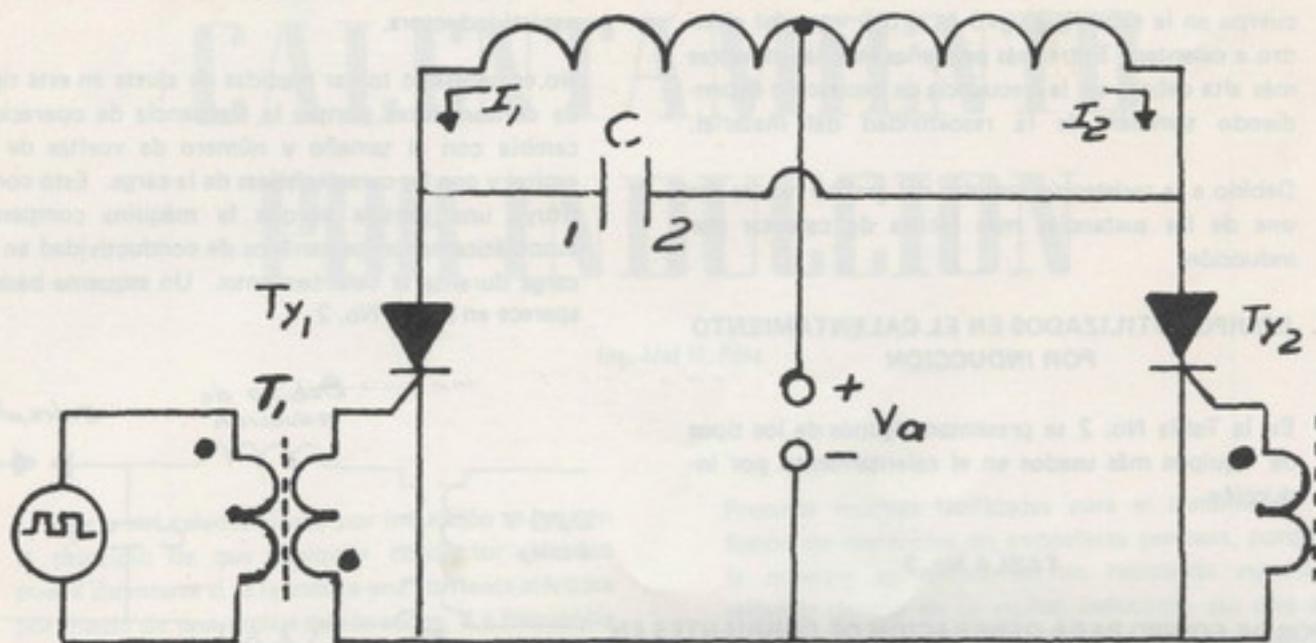


Figura # 3

ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL INVERSOR ESTÁTICO

Con un primer pulso positivo de la fuente V_i se logra sobredisparar el Tiristor Ty_2 . Este tiristor entra en conducción y circula una corriente I_2 por la bobina inductora. El capacitor C adquirirá un potencial positivo en el terminal No. 1 y negativo en el No. 2 ya que el ánodo de Ty_2 está prácticamente a tierra. Con la parte negativa del pulso de la fuente V_i se logra aplicar un voltaje positivo a la compuerta del Tiristor Ty_1 . Al empezar a conducir el tiristor Ty_1 circula por la bobina una corriente I_1 y el terminal No. 1 del capacitor que estaba aplicado al positivo de V_a , queda conectado al cátodo de Ty_2 , polarizándolo inversamente durante un período de tiempo que debe ser suficiente para que la corriente I_2 tome un valor inferior a la corriente de mantenimiento del tiristor Ty_2 , con lo que se logra pasarlo al estado de corte. En estas condiciones el capacitor C tendrá ahora el terminal No. 2 al positivo de la fuente V_a y el terminal No. 2 prácticamente a tierra. Con el próximo pulso positivo de la fuente V_i el capacitor C bloqueará el Tiristor Ty_1 y entrará a conducir el tiristor Ty_2 . La frecuencia de este ciclo de conmutación depende directamente de la frecuencia de la fuente V_i .

El voltaje inducido en la espiral inductora no es un voltaje de onda cuadrada debida a la presencia del capacitor C y de la inductancia de la espiral inductora. Mediante capacitores externos aplicados a la

espiral y a los tiristores es posible obtener una forma de onda prácticamente senoidal que es muy eficiente en el calentamiento por inducción.

Resultados experimentales.

Las pruebas iniciales se realizaron con una unidad de 15 amperios. Los resultados tan halagadores obtenidos en estas pruebas preliminares, han impulsado un proyecto de investigación en coordinación con la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. Se espera iniciar próximamente la construcción de un módulo con una capacidad de 100 amperios.

Las temperaturas obtenidas con la unidad inicial sobrepasaron los 700 grados centígrados sobre una varilla de hierro de 10 cms de largo por 0.5 cms de diámetro. Se espera alcanzar temperaturas cercanas a los 2000 grados centígrados en la etapa a construir.

Es necesario tomar una serie de precauciones al operar el circuito. Una de las principales es la aplicación progresiva del Voltaje V_a para evitar la conducción accidental de los tiristores debido a la razón de crecimiento de voltaje de los tiristores $\frac{dV_a}{dt}$

En este circuito existe una limitación práctica en la

máxima frecuencia a obtener y es que al incrementarse mucho las corrientes de conducción de los tiristores se requiere de mayor tiempo para bloquearlos situación que se puede corregir parcialmente aumentando el valor del capacitor C. En el caso de que alguno de los tiristores no fuera bloqueado la corriente tomaría valores sumamente altos debido a la baja resistencia de la bobina inductora corriéndose el riesgo de dañarlos. Esta condición se evita por medio de un sensor de sobrecorriente colocado en la fuente V_a que desconecta automáticamente la señal de compuerta del puente de rectificación que está construido a base de tiristores.

Los voltajes de la fuente V_a utilizados son del orden de 25 voltios y la corriente suministrada por la misma en condiciones de oscilación es de 15 amperios. Esta corriente puede alcanzar valores de 50 amperios cuando alguno de los tiristores queda en conducción permanente.

Otra limitación es el voltaje de polarización inversa de los tiristores porque en las condiciones de corriente y voltaje anteriormente mencionadas en la bobina

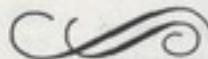
inductora se inducen voltajes del orden de los 600 voltios, valor que se incrementa con la corriente y con la frecuencia.

La manera de reducir estos voltajes es disminuyendo la magnitud de la inductancia de la bobina de inducción modificando su forma o bien reduciendo el número de espiras.

En la etapa próxima a construir se espera estudiar el efecto de diferentes tipos de bobinas, ampliar el rango de frecuencia actual que va desde 600 Hz hasta 3000Hz, mejorar el circuito de protección de cortocircuito para los tiristores y realizar varias experiencias en la fusión y tratamiento térmico de algunos materiales.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- L. Brewer, U.C.R.L. 653 (Documento no confidencial de la U.S. Atomic Energy Commission.)
- 2.- Sybolt y Burke, *Técnicos de Metalurgia Experimental*. Pág. 24 a 35.



ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO Y OXIDO DE ALUMINIO

Dr. Ing. Manuel Eduardo Calvo Fonseca

Debido a las importantes cualidades del aluminio y a la extensión continua de los dominios de su utilización como el curso de los últimos decenios, la producción mundial de Aluminio ha crecido a un ritmo no encontrado hasta el presente en la metalurgia. Todavía en los años 50, la producción de aluminio ocupaba el cuarto lugar entre los metales no ferrosos.

En el año 1954 el Aluminio ocupó el 2º lugar y ya en 1956, sobrepasó la producción de cobre, situándose desde entonces en el primer lugar como se puede observar en la tabla No. 1.

TABLA No. 1

PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES METALES NO FERROSOS EN LOS PAISES OCCIDENTALES

	AÑO			
METAL	1950	1954	1956	1968
COBRE	2314	2507	3000	6736
ZINC	1732	2000	2500	5009
PLOMO	1458	1620	2000	3507
ALUMINIO	1286	2394	3500	9042

EN MILLONES DE TONELADAS.

La dinámica de la producción mundial de Aluminio ha sobrepasado por su ritmo de crecimiento, la dinámica de unas industrias que tenían hasta el presente, los records mundiales de desarrollo de la producción (industria del acero y del cemento). De esta manera en el período 1938-1966, la producción mundial de aluminio aumentó 12 veces, en tiempo que la producción del acero y del cemento creció solamente 6 veces. (1).

La dinámica de la producción mundial del aluminio primario y su proyección hasta el año dos mil, se muestra en la figura No. 1. (2).

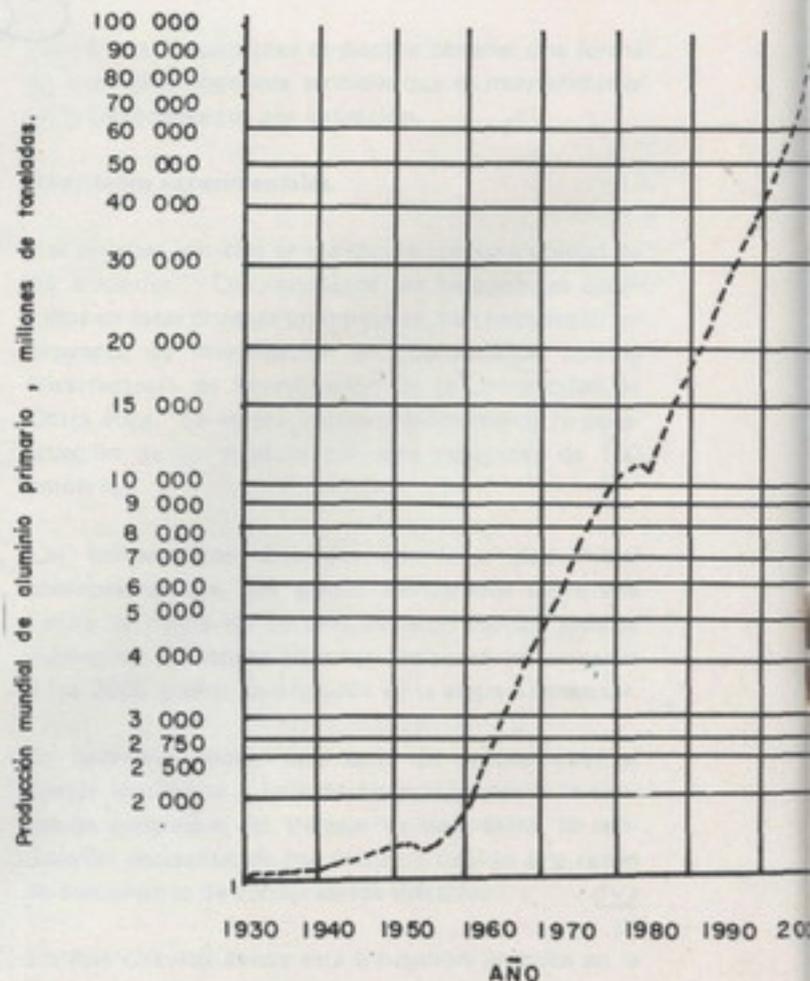


FIG. N° 1 Dinámica de la producción mundial de aluminio

Así como observamos en la figura, en el curso del decenio 1960 - 1970, la producción del aluminio se dobló.

El crecimiento de la producción apreciada para el actual decenio, es del mismo orden.

De cerca de 10,000.000 de toneladas en 1970, en 1980 será de más de 23,000.000 de toneladas.

La evolución de la producción mundial de aluminio primario y la variación de los precios medios (en \$ por tonelada) están indicados en la tabla No. 2. (3)

TABLA No. 2
PRODUCCION MUNDIAL DE ALUMINIO
PRIMARIO Y PRECIOS MEDIOS

Año	Millones de Toneladas	\$ / TONELADA	
		Variación de Producción de Aluminio en comparación con año anterior (o/o)	\$ / Toneladas
1960	4526.2	+10.8	600
1961	4555.7	+ 0.7	560
1962	4956.9	+ 8.8	525
1963	5400.8	+ 9.0	498
1964	6054.9	+12.1	422
1965	6586.1	+ 8.8	540
1966	7208.7	+ 9.5	540
1967	7933.8	+10.1	550
1968	8515.0	+ 7.3	563
1969	9459.3	+11.1	600
1970	10256.8	+ 8.4	620
1971	10936.0	+ 6.6	650
1972	11646.3	+ 6.5	700
1973	12716.3	+ 9.2	810
1974	13908.7	+ 9.4	890
1975	12810.8	- 7.9	950

Un crecimiento tan rápido en la producción del aluminio ha llevado a un aumento de la producción de alúmina, materia prima principal en el proceso de electrólisis.

Actualmente más del 92 o/o de la producción mundial del aluminio, se obtiene de las bauxitas, por el proceso clásico Bayer, que teniendo una antigüedad industrial de cerca de 80 años, todavía se puede perfeccionar. (4).

En la tabla 3, podemos observar la composición química de algunas bauxitas. (5).

Comparando las bauxitas con otros minerales no ferrosos, éstas contienen un alto contenido del metal.

Así vemos que los minerales de cobre con 4 a 6 o/o de cobre están, considerados como ricos, mientras que las bauxitas tienen un elevado contenido de aluminio de 20 a 28 o/o. Por tal motivo, para la obtención de una tonelada de aluminio, se necesitan solamente de 4 a 5 toneladas de bauxita.

Las características técnicas de las bauxitas utilizadas para la industria del aluminio, están condicionadas en primer lugar de los contenidos de alúmina y de sílice en el mineral, respectivamente de la razón Al_2O_3/SiO_2 (razón de sílice).

Según algunos autores europeos, las bauxitas están encuadradas en la categoría de los minerales que tienen un contenido de 28 o/o de alúmina como mínimo y una razón de Sílice Al_2O_3/SiO_2 mayor que 2.

Las bauxitas de calidad superior contienen como mínimo 50 o/o Al_2O_3 y una razón de Sílice mínima de 6.

TABLA No. 3

COMPOSICION QUIMICA DE ALGUNAS BAUXITAS, o/o

	Al_2O_3	SiO_2 (total)	TiO_2	Fe_2O_3	PERDIDAS EN CALCINACION
AUSTRALIA	57.2	5.70	2.50	8.00	26.50
FRANCIA	56.5	3.80	2.20	26.50	11.00
DALMATA (YUGOSLAVIA)	49.44	7.52	3.74	18.51	18.46
KOSOVO (YUGOSLAVIA)	49.5	2.36	2.58	34.70	9.96
SINY (YUGOSLAVIA)	50.5	8.00	2.55	18.00	18.00
GRECIA	57.48	3.62	2.85	23.30	11.90
SURIMAN	64.6	1.20	---	1.20	31.80
JAMAICA	49.67	2.09	2.40	18.20	26.00
U.S.A.	53.9	8.80	2.30	5.70	28.70
INDONESIA	54.9	3.60	0.70	10.10	29.90

Las normas en vigor en algunos países europeos, prescriben los siguientes dominios de utilización para las bauxitas, en función del contenido de alúmina y Sílice, así como se observa en la tabla 4.

Por cada o/o de alúmina sobre la composición base, se pagó una bonificación de 1,1 F/t y por un 1 o/o de SiO₂ sobre el ya prescrito, se penalizó con 3,5 F/t (3).

TABLA No. 4

NORMAS PARA LA UTILIZACION DE LAS BAUXITAS

MARCA DE LA BAUXITA	COMPOSICION CALITATIVA		UTILIZACION
	Al ₂ O ₃ (En Bauxita Seca)	RAZON DE SILICE Al ₂ O ₃ / SiO ₂	
BV	52	12.00	ELECTROCORINDON
B-0	52	10.0	
B-1	49	9.0	ALUMINA, ELECTROCORINDON, CEMENTO ALUMINOSO
B-2	46	7.0	ALUMINA, MATERIALES REFRACTARIOS
B-3	46	5.0	
B-4	42	3.5	ALUMINA, MATERIALES REFRACTARIOS
B-5	40	2.6	
B-6	37	2.1	MATERIALES REFRACTARIOS ACEROS MARTIN
B-7	30	5.6	ALUMINA, CEMENTO ARCILLOSO
B-8	28	4.0	ALUMINA

Para las bauxitas utilizadas en la industria de la alúmina, el contenido de azufre en el mineral está limitado a un máximo entre 0,07 y 1 o/o de azufre.

El precio de venta de las bauxitas depende de los contenidos de Al₂O₃ y de SiO₂. Así por ejemplo, las bauxitas rojas de Francia, con una composición química de 55 o/o Al₂O₃ y de 5 o/o de SiO₂ se vendieron en el período comprendido entre febrero y setiembre de 1971 a 30 F/t.

Las características tecnológicas de las bauxitas están fuertemente influenciadas de la forma mineralógica bajo la cual se encuentra la alúmina en el mineral. Esta aparece frecuentemente bajo las formas de diaspor, bohemita, hidrargilita y muy raramente como bayerita. En la tabla 5, observamos los principales minerales de aluminio encontrados en las bauxitas.

TABLA No. 5

PRINCIPALES MINERALES DE ALUMINIO DE LAS BAUXITAS

MINERAL	ESTRUCTURA	CONTENIDO, o/o	
		Al ₂ O ₃	H ₂ O
HIDRARGILITA (GIBSITA)	δ - Al ₂ O ₃ - 3H ₂ O	65.4	34.6
BOHEMITA	δ - Al ₂ O ₃ - H ₂ O	85.0	15.0
DIASPOR	α - Al ₂ O ₃ - H ₂ O	85.0	15.0
BAYERITA	α - Al ₂ O ₃ - H ₂ O	65.0	34.6

En función del contenido del mineral predominante, las bauxitas se clasifican en: diaspóricas, diaspórico-bohemíticas, bohemíticas, hidrargilíticas, bohemítico-hidrargilíticas, etc.

La estructura mineralógica, es decisiva en la variante tecnológica a aplicarse en el tratamiento del mineral. De esta manera para las bauxita diaspóricas y diaspóricas - bohemíticas, se aplica el proceso clásico Bayer. Basado en el ataque del mineral con soluciones alcalinas concentradas a temperaturas y presiones elevadas.

Este proceso se utiliza en la mayoría de las fábricas europeas, que procesan bauxita cuyo contenido de diásporo y bohemita es elevado. Yacimientos de bauxita diaspórica se encuentran en: Grecia, Hungría, Rusia, China, Norte de la India y Turquía.

Para la valoración de las bauxitas hidrargilíticas se aplica la llamada variante americana del proceso Bayer: basada en el ataque de las materias primas con soluciones alcalinas más diluidas a la presión atmosférica.

Los yacimientos de bauxita hidrargilítica, se encuentran especialmente en: Estados Unidos, Jamaica, Surinam, Guinea, Australia, Indonesia, India, Oceanía, Costa Rica y algunos otros lugares del mundo.

Las reservas geológicas de bauxitas evaluadas en el plano mundial son grandes y pueden cubrir sin dificultad la cantidad de aluminio necesaria para algunos países hasta finales del siglo.

Las reservas de bauxita de los países no socialistas, están estimadas en 15,000.000 de toneladas, de las cuales las reservas investigadas alcanzan 5,8 millones de toneladas y están repartidas por continentes como la observamos en la tabla No. 6 (6).

TABLA No. 6

**RESERVAS DE BAUXITA POR CONTINENTE
(en millones de toneladas)**

AUSTRALIA	2.065
AFRICA	1.350
AMERICA	1.175
ASIA	270
EUROPA	900

Con todo y que la producción total de bauxita es grande, está concentrada en un número pequeño de países.

En orden al volumen de la producción, los más grandes productores de bauxita en el mundo son: Jamaica, Surinam, Rusia, Guayana, Francia, Estados Unidos, Guinea, Yugoslavia, Hungría, Grecia, Australia y Malasia.

Al producirse el agotamiento y el empobrecimiento de algunos yacimientos de bauxita de calidad superior que estaban en producción, entrarán en explotación numerosos yacimientos de bauxita de calidad media e inferior, cuyo tratamiento por el proceso Bayer se llevará a cabo con una eficiencia económica más reducida.

El crecimiento vertiginoso en la producción de aluminio, las limitaciones que comienzan a sentirse en el dominio del aprovisionamiento con bauxitas y las tendencias en la creación de unas industrias propias basadas en materias primas internas, constituyen los factores principales que han llevado en el curso de los últimos 2 decenios, a la búsqueda de procesos técnicos nuevos, que permitan la extracción de la alúmina de otras materias primas como: nefelinas, arcillas, alunitas, caolines, cenizas de termoeléctricas, etc. (7).

La mayor parte (más del 90 o/o) de la producción mundial de bauxita, se procesa para la obtención de alúmina y luego aluminio. El resto de la bauxita producida se utiliza en la industria de los abrasivos (electrocorindón), en productos refractarios, en la industria del cemento aluminoso, en la industria química como material filtrante para aceites y otros líquidos.

Más del 90 o/o de la alúmina producida se obtiene de las bauxitas y el resto de materias primas no bauxíticas.

La principal tecnología para la valoración de las bauxitas, está constituida por el proceso hidrometalúrgico alcalino Bayer, en sus dos variantes: la europea y la americana.

En los últimos años, con miras a la intensificación de la extracción de alúmina y a un aumento en la productividad de los equipos, se han propuesto algunas modificaciones importantes a la tecnología Bayer clásica.

De esta manera, en Alemania Federal y U.R.S.S., se elaboró un proceso de solubilización alcalina de las bauxitas a temperaturas y presiones altas, de 300-350°C y 150-200 atmósferas. En estas condiciones funciona la fábrica de alúmina de Lünen en Alemania Federal.

En los Estados Unidos, en base al estudio de las reacciones que tienen lugar entre los minerales de silicio con las soluciones alcalinas de aluminato de sodio, a la influencia de la temperatura sobre la estructura de los aluminosilicatos y a su comportamiento en la decantación, se aplica para bauxitas con un contenido de 13 o/o SiO₂ y 50 o/o Al₂O₃ la variante del proceso Bayer conocida como el "proceso con dos flujos". En el cual, inicialmente se trata la bauxita por el proceso Bayer; el barro rojo resultante se lava, se filtra y después se somete a una sinterización con CaO

y soda a 1100-1200°C. El sinter obtenido se solubiliza y la solución resultante se descompone junto con la solución de aluminato del ciclo Bayer.

El segundo proceso para la valoración de las bauxitas, en especial las inferiores, es el proceso de sinterización. El cual puede ser aplicado para la valoración de una gama larga de silicatos de aluminio (nefelinas, caolines, arcillas, cenizas de termoeléctricas, etc.).

El proceso de sinterización puede ser aplicado en diferentes variantes: sinterización con calcar, sinterización con calcar y soda (en diferentes variantes); el proceso polones de sinterización con obtención de calcio y otros. (8.9).

Actualmente, funcionan en Rusia, fábricas que producen cerca de 1,5 millones de toneladas de Al_2O_3 de nefelinas (con 30 o/o Al_2O_3 y 20 o/o alcalis) obtenidas como producto secundario de la concentración por flotación del apatito de la península de Kola. Las nefelinas son procesadas por el proceso alcalino de sinterización con calcar y soda. Como productos secundarios de este proceso resultan: carbonato de sodio, carbonato de potasio y un barro usado en la fabricación de cemento Portland.

Las bauxitas (en especial las de calidad inferior) pueden ser también valoradas:

- por fusión en un horno eléctrico con coque y calcar, resultando un ferrosilicio y una escoria aluminosa (proceso Kunetov-Jukoski);
- por fusión con coque, materiales ferrosos, piritas e hidróxido de aluminio, obteniéndose una escoria aluminosa y una aleación de hierro-silicio-titanio (proceso Haglund).

Los procesos ácidos, aplicados en una escala industrial reducida, se basan en el ataque de las materias primas con diferentes ácidos, en especial H_2SO_4 , HNO_3 , HCl . Estos procesos son utilizados casi exclusivamente para materias primas no bauxíticas. (10,11).

La alúmina, indiferentemente por qué proceso fue obtenida, se somete a electrólisis en una fundición de criolita con agregado de otros fluoruros.

La cantidad de fluor consumida anualmente para la producción de aluminio es mayor de un millón de toneladas expresada CaF . La industria del aluminio es el tercer gran consumidor de fluor, después de la industria siderúrgica (50 o/o) y de la industria química (30 o/o), y existe la tendencia de convertirse en el principal consumidor de fluor para 1980. Esta situación justifica las preocupaciones existentes en reducir el consumo de fluor en la industria del aluminio y por lo tanto la necesidad del establecimiento de nuevas tecnologías.

Entre estas nuevas tecnologías están:

- El proceso Zinkal: que se basa en la propiedad del aluminio de

aliarse con el zinc; la aleación obtenida se somete a una destilación con miras a la separación del Zn y del Al puro.

- El proceso con subcloruro (ALCOA):

En este proceso la aleación bruta en base de aluminio (ferrosilicio por ejemplo) se trata de un reactor con $AlCl_3$ a la temperatura de 1000 a 1300°C y a la presión de 1 atm. En estas condiciones se forma monocloruro de aluminio- $AlCl$ -volátil; que luego se hace pasar por un condensador donde se descompone en Al y $AlCl_3$. En la literatura de especialidad se menciona que existen actualmente en funcionamiento 2 instalaciones piloto semiindustriales que funcionan en base a este proceso, una tiene una capacidad de 8000 t Al/año y la otra de 3000-5000 toneladas de aluminio por año. En Canadá la compañía ALCAN construyó una estación piloto (en Arvida) usando el proceso con subcloruro que usa para clorurar una aleación de Al-Fe-Si obtenida por el tratamiento de bauxitas en un horno con arco eléctrico.

- Otros procesos son:

El proceso Beck, el proceso con nitruros, el proceso carbídico, el proceso Toth (Applied Aluminium Research Corporation de Nueva Orleans) y otros.

Encontrándome en Rumanía haciendo los estudios de doctorado en Metalurgia No Ferrosa, el Gobierno de Costa Rica por intermedio del ITCO y de su embajador en ese país, me solicitó que hiciera los estudios sobre la posibilidad de valoración de las bauxitas del Valle del General, aprovechando la oportunidad, de que el dominio de mi tesis de doctorado, era relativo al tema que nos ocupa.

Las pruebas enviadas a Rumanía alcanzaron un total de 93 muestras, tomadas del yacimiento concedido a ALCOA, de diferentes sitios y a diferentes profundidades.

Después de un análisis primario, las pruebas fueron agrupadas como se observa en la tabla No. 7.

El contenido de óxido de aluminio en las pruebas varió entre 44,5 y 49,2 o/o y entre 6 y 14 o/o SiO_2 . El 70 o/o de las pruebas tuvo un contenido en SiO_2 entre 6 y 8 o/o.

Los estudios químico-mineralógicos mostraron que la materia prima estudiada es una bauxita silicosa con un contenido relativamente elevado de hierro. Los componentes químicos fundamentales son Al_2O_3 (44-48 o/o), SiO_2 (6-14 o/o), Fe_2O_3 (15-17 o/o).

Los constituyentes mineralógicos principales de esta bauxita son: hidrargilítica (cerca 67 o/o), goethita, hematita, sílice amorfa, caolín, anatas,

TABLA No. 7

ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS PRUEBAS RECOGIDAS

PRUEBA	ANÁLISIS QUÍMICO, o/o						P.C. 1000° C	ESPECIFICACIONES
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO			
A	45.50	8.80	16.60	1.82	0.32	26.80	Localidad: Pavones de Pérez Zeledón Lugar: Finca Rodrigo Mesén. Las pruebas fueron tomadas en diferentes profundidades (0.6 a 1.5 m).	
B	49.27	6.43	15.66	1.77	0.42	27.03	Localidad: Villa Ligia Colina No. 4 Lugar: Cortes de la carretera Interamericana. La prueba fue tomada de 2 partes, a diferentes profundidades (0.5 a 4 m).	
C	45.90	7.15	17.17	1.90	0.175	27.30	Localidad: Villa Ligia Colina No. 3 Lugar: Cortes de la carretera Interamericana. La prueba fue tomada de 2 partes, a diferentes profundidades (0.5 a 4 m).	
D	47.18	7.95	17.22	2.00	0.20	26.15	Localidad: Villa Ligia Colina No. 2 Lugar: Cortes de la Carretera Interamericana. La prueba fue tomada de 2 partes, a diferentes profundidades (0.5 a 4 m).	
E	45.63	8.15	16.95	2.00	0.22	26.85	Localidad: Villa Ligia No. 1 Lugar: Cortes de la carretera Interamericana. La prueba fue tomada de 2 partes, a diferentes profundidades (0.5 a 4 m).	
F	44.50	14.45	16.35	2.00	0.26	23.17	Localidad: Navajuelar de Pérez Zeledón Lugar: Cortes de la Carretera Interamericana. La prueba fue tomada de 3 partes en diferentes profundidades (0.5 a 3 m).	
G	44.80	9.40	17.51	2.05	0.18	26.44	Localidad: Pavones de Pérez Zeledón Lugar: Depósito arreglado por ALCOA. La prueba fue tomada de una prueba media de los depósitos.	

Hechos los análisis químicos, mineralógicos y espectrales de rigor y teniendo en cuenta que las condiciones existentes en Costa Rica, en la eventualidad de una posible explotación de estos yacimientos, es recomendable, la utilización de una tecnología, que necesite inversiones reducidas y que a la vez sea fácil de conducir. De las pruebas estudiadas, se obtuvieron dos pruebas medias: una con contenido reducido de SiO₂ (MSiO₂ = 5,94) que fue experimentada por el proceso Bayer, como observamos en la tabla No. 8.

TABLA No. 8

PRUEBA MEDIA CONSTRUIDA DE LAS PRUEBAS A,B,C,D, E y G.

SUSTANCIA	o/o
Al ₂ O ₃	47.3
SiO ₂	7.95
Fe ₂ O ₃	15.69
TiO ₂	2.14
CaO	0.17
V ₂ O ₅	0.067
P ₂ O ₅	0.081
S	0.082
Cr ₂ O ₃	0.01
Carnorg	0.06
Corg	0.16
P.C.	26.98
Humedad (105° C)	23.47
MSiO ₂	5.94
Rendimiento teórico	
Por el proceso Bayer	
N teórico = $\frac{o/o \text{ Al}_2\text{O}_3 - o/o \text{ SiO}_2}{o/o \text{ Al}_2\text{O}_3}$	83.19

La otra prueba con contenido mayor de SiO₂ (tabla No. 9), fue investigada por el proceso sinterización con calcar y soda.

TABLA No. 9

PRUEBA MEDIA CONSTITUIDA POR LA PRUEBA F (Navajuelar de Pérez Zeledón)

SUSTANCIA	o/o
Al ₂ O ₃	44.5
SiO ₂	14.45
Fe ₂ O ₃	16.35
TiO ₂	2.0
CaO	0.26
P.C. (1000° C)	25.17
MgO	0.84
Na ₂ O	0.19
K ₂ O	0.018
Cr ₂ O ₃	0.011
Humedad (105° C)	23.47
MSiO ₂	3.08

Los resultados obtenidos permitieron el establecimiento de una nueva tecnología que tiene como base el proceso Bayer, en una nueva variante tecnológica

para el tratamiento de las bauxitas con bajo contenido de sílice, la aplicación de esta tecnología me llevó a la obtención de rendimientos de extracción de alúmina del 80 al 85 o/o, indicando la posibilidad de aplicación de esta variante, para las bauxitas de calidad superior.

Para las bauxitas ferruginosas con elevado contenido de sílice se estableció el proceso de sinterización en una nueva variante. Las experiencias efectuadas, permitieron la obtención de rendimientos de extracción de óxido de aluminio sobre 90 o/o. En conjunto todas las experiencias efectuadas demostraron que las bauxitas pobres de Costa Rica pueden valorarse por esta tecnología que presenta grandes perspectivas para las materias no bauxíticas.

BIBLIOGRAFIA

- Alluminio e novva metallurgia, nr. 10, 1970, P. 507.
- Leonore Ernest, Düsseldorf, Aluminium, 52, nr. 3, 1976 p. 279-284.
- Gruder Galia Maria, Lixeanu Liana; Posibilidades de valoración de las materias primas no bauxíticas; Ministerio de Mina, Petróleo y Geología, Bucarest, 1971.
- West, G. "Tendencias en la industria del aluminio", Chemical Engineering, 67,21,1960.
- Bracewell S. "Bauxita, alúmina y aluminio", Londres 1962.
- Derdocka, A. Przemysl Chemiczny, 47, nr. 10, 1968.
- Ormanowa, Z. Producción del óxido de aluminio. Katowice, Polonia 1963, p. 252.
- Lainer, I.A. Producción de la alúmina, Metallurgizdat, Moscú, 1961.
- Kitler, I.N. y Lainer, I.A. Nefelinas y otras materias para la obtención de óxido de aluminio, Moscú, 1962, P. 237.
- Pat, Fr. 1.519. 531; Pat. Fr. 1.519. 532.
- Patentes U.S.A. números: 3.397. 951; 3.079. 228; 3.112. 995; 3.330. 622; 3.393. 975; 3.210. 155; 3.421. 852; 3.027. 233; 3.143. 392; 3.169.827; 3.216.792; 3.226.188.

EL POSGRADO DENTRO DEL SISTEMA EDUCATIVO

Ing. Rodrigo Orozco Saborío.

La división de posgrado en ingeniería no es un ente aislado, sino una parte importantísima del sistema educativo. sus vínculos con el resto del sistema deben ser bien comprendidos para poder aprovechar toda su potencialidad.

Quizá sea la ingeniería, entre todas las profesiones, la que dispone de un campo de acción más amplio, y no es posible preparar en la escuela un ingeniero que salga listo de ella para enfrentar cualquier situación. Por esto, los programas de posgrado deben ofrecer una amplia gama de alternativas que correspondan a sus fines previamente identificados y que satisfagan los intereses individuales, yendo desde lo más práctico, hasta lo puramente científico, manteniendo siempre el alto nivel que ha de caracterizarlos.

Los estudios de posgrado en ingeniería son la culminación indispensable de los programas de formación tecnológica, y de ellos no pueden darse el lujo de prescindir los países que desean salir de la dependencia económica mediante la creación de una tecnología propia. Estos programas son parte del sistema educativo nacional, y su efectividad está irremediablemente ligada a la de éste. Para que pueda lograrse la excelencia en el posgrado, hace falta que las autoridades políticas y educativas del país comprendan a cabalidad el problema del desarrollo tecnológico; que comprendan cómo, las actitudes hacia lo tecnológico, tienen sus raíces en los valores propios de cada civilización y que es la educación formal, especialmente la que se imparte en los primeros niveles

escolares, la que puede influir en la infancia para modificarlas lenta, pero favorablemente.

El establecimiento de programas posgraduados debe responder a necesidades concretas del medio, perfectamente identificadas. La calidad de la profesión no mejorará automáticamente a consecuencia del establecimiento caprichoso de cursos de alto nivel. Si bien puede suponerse una influencia positiva de la educación formal, capaz de levantar el nivel tecnológico de una sociedad, también es cierto que es precisamente esa misma sociedad la que demandará determinados tipos y niveles de educación, acordes con sus propios valores, estructura y grado de desarrollo.

El número de ingenieros y tecnólogos de alto nivel que se pretende formar, guardará una proporción adecuada con el número de otros técnicos y operarios calificados, puesto que son estos últimos los que le dan soporte a los primeros. Un programa de posgrado sólo adquiere su plena significación cuando encaja perfectamente, coronando una estructura de soporte, formada por un gran número de ingenieros y técnicos de distintos niveles, en justa proporción y satisfactoriamente relacionados. Es indispensable contar con suficientes técnicos bien calificados para que construyan las instalaciones, para que den mantenimiento a las fábricas y las operen, y también es necesaria esta fuerza de trabajo especializada, para hacer posible la formación y la acción de los técnicos a nivel superior, que salen de las escuelas de posgrado.

El éxito de un sistema educativo en conjunto y de una cualquiera de sus partes, depende de que sea bien comprendido por el público o sus sectores interesados y de que estos capten su significación en términos concretos como podría ser su influencia en el mejoramiento del nivel de vida. A este respecto, se considera que los departamentos de estudios posgraduados pueden y deben ayudar al público, a las autoridades universitarias y a los ministerios de educación, a comprender la importancia, los mecanismos de trabajo y el significado que para la sociedad tiene la tecnología. Para esto cuentan con los medios usuales de comunicación escrita y radiada, pero, especialmente sus profesores y estudiantes podrían participar activamente en grupos interdisciplinarios, abocados a la solución de problemas nacionales de gran trascendencia.

CARACTERISTICAS DE UN PROGRAMA DE POSGRADO.

El programa de posgrado en ingeniería cuesta mucho dinero, y lo que en él se invierte, debe recobrase. Para esto sus objetivos han de ser claros, detalladamente especificados con exactitud y no de manera general; han de estar determinados por las necesidades del desarrollo y el mejoramiento social, en armonía con las prioridades nacionales para la investigación, y ser consecuentes con la estructura y el adelanto presente de la comunidad tecnológica del país.

Usualmente, un programa de estos se orienta a servir de tres maneras distintas, formando una unidad:

- 1) Preparando ingenieros para el ejercicio excelso de la profesión, en donde son fundamentales la iniciativa, la inventiva y la habilidad para innovar y adaptar.
- 2) Preparando profesores, para lo cual resulta de la mayor importancia comprender los fines de la educación en ingeniería.
- 3) Formando investigadores especializados, ya sea en las ciencias de la ingeniería, o en el desarrollo de nuevas tecnologías.

Si bien estos tres puntos pueden considerarse como universalmente aceptados, ellos deben realizarse de una manera especial y propia en cada escuela de ingeniería, de acuerdo a las peculiares condiciones locales.

En países como los de nuestra América Hispánica, en donde la herencia colonial y otras circunstancias históricas y culturales comunes no han favorecido hasta el momento el desarrollo tecnológico, los programas de ingeniería, incluyendo los de posgrado,

deben poner un énfasis especial en la experimentación y en la práctica.

Una de las tareas más cuidadosas que tienen en sus manos quienes planean o administran programas de posgrado, es la selección de las diferentes asignaturas. Estas han de ser las más relevantes en el momento, estar conformes con las necesidades presentes del país y adaptarse al mismo tiempo, de la mejor manera posible, a la justa previsión del futuro. Durante la formación de los ingenieros, debe procurarse el desarrollo de su capacidad creadora, cosa que pocas veces se logra. Pero en los cursos de posgrado debe hacerse el máximo esfuerzo en este sentido, a lo largo de todo el programa, y durante la selección y la elaboración de la tesis o del proyecto final. Para enseñarle a trabajar como ingeniero, para que adquiera su estilo profesional, el estudiante debe ser expuesto a un ambiente propio de los ingenieros en donde se enfrente a problemas reales de ingeniería y les busque solución colaborando en un equipo de colegas. No se puede enseñar el estilo de trabajo, que quizá sea la esencia de la ingeniería, por el simple expediente de agregar más cursos "convenientes" al plan de estudios. Esto debe lograrse por mecanismos especiales y fundamentalmente por medio de la práctica. Y si el programa de posgrado pretende influir favorablemente para levantar el nivel del ejercicio profesional, no debe dejar al azar lo referente al estilo y el cuidado de los detalles que tal ejercicio requiere. Esta es una tarea típica de las escuelas de pregrado, pero el reconocimiento de que la mayoría de quienes inician estudios post-universitarios no han logrado aún una completa formación, indicaría que sigue siendo una tarea de la escuela de graduados.

La duración de los estudios no debe ser mayor de lo estrictamente necesario y de lo que ha demostrado ser suficiente en países tecnológicamente avanzados. El mayor número de cursos y otros requisitos no garantiza el resultado del programa que obedece más bien a otros factores tales como su pertinencia, su apropiada relación con el resto del sistema educativo y la forma en que, de manera general, satisface las necesidades reales de la comunidad tecnológica.

INTERACCION CON OTROS PROGRAMAS

Un exceso de celo de sus directores, que buscan la necesaria libertad para el desenvolvimiento del programa, puede hacer que la división de posgrado se aparte indebidamente de los otros departamentos de la escuela de ingeniería, que se encierren en una torre de marfil. Por otra parte, los educadores saben que la ingeniería es una actividad que se realiza en grupo, pero los métodos de enseñanza empleados en la

inmensa mayoría de las escuelas no reflejan este hecho y es poco lo que en ellas se hace para enseñar a sus estudiantes a trabajar en equipo con colegas especializados en otros campos y mucho menos a colaborar con especialistas de otras disciplinas. Es por esto que los cursos y demás actividades de posgrado deben planearse de tal modo que formal e informalmente se establezcan, refuercen y funcionen sus vínculos y se mantenga la comunicación necesaria para lograr una efectiva interacción con el pregrado, con los institutos de investigación, con la industria, con los programas de educación permanente, y con aquellos de divulgación y acción social universitaria.

La división de pregrado puede y debe elaborar sus programas, teniendo como una de sus metas, la de preparar candidatos para seguir estudios de posgrado. Por su parte, la división de estudios de posgrado, como es usual, facilita profesores para que dicten cursos en el pregrado. Pero cumplir con esta mínima colaboración que deben alentarse. Las dos divisiones deben hacer un esfuerzo para seleccionar campos comunes de interés y así temas que se estén investigando en el posgrado pueden utilizarse para los proyectos de graduación en el pregrado. De este modo habrá más mano de obra disponible para cada tema; los proyectos serán cuidadosamente seleccionados y segregados para servir su propósito, con la ventaja adicional del estímulo que para el estudiante de pregrado significa el trabajar en una investigación de gran importancia. El hecho de mantener activos en la Escuela relativamente menor número de proyectos de investigación, pero de mayor trascendencia cada uno, ayudaría a clarificar los objetivos, que en esta actividad coincidirían en ambas divisiones.

La relación entre el posgrado y los institutos de investigación representa vínculos de cooperación indispensables, ya bien establecidos por la práctica. Los profesores de la división de posgrado son al mismo tiempo investigadores de un instituto, o a la inversa, los investigadores de un instituto dan leccio-

nes en el programa de posgrado. De este modo la división se beneficia de la experiencia del instituto y éste se sirve del personal de alto nivel del programa de posgrado.

Para que no se pierda la perspectiva profesional, un buen número de los profesores de posgrado deben ser ingenieros consultores de alto nivel. Esto puede aprovecharse para que siempre que sea posible, los temas de la investigación se identifiquen en las industrias que tengan un interés económico nacional o que, estos temas se refieran a problemas verdaderamente trascendentes desde el punto de vista del país. Los estudiantes de posgrado trabajarán en estas investigaciones aportando su inventiva y espíritu innovador, satisfechos de estar siendo útiles a su país. Esta ligazón con la práctica, con el estudio de problemas nacionales más o menos apremiantes, permitirá una percepción justa de la realidad.

La educación permanente es un campo en donde la división de posgrado puede prestar un servicio verdaderamente importante para la comunidad profesional. En ella están los profesores y expertos mejor enterados de los últimos avances tecnológicos y es por eso la llamada a participar a sus colegas de los posibles beneficios de esos adelantos. Para cumplir este cometido, la división debe ofrecer cursos y seminarios cuando sea oportuno, o colaborar con el departamento de educación permanente cuando éste exista.

Las investigaciones que se realizan dentro del programa arriesgan a ser de poco beneficio inmediato si sus resultados sólo se reportan en revistas y otras publicaciones altamente especializadas. Los investigadores deben considerarse moralmente, (y ojalá por reglamento), obligados a divulgar sus hallazgos por medio de conferencias y publicaciones escritas en lenguaje llano, o por otros medios idóneos. Por otra parte, ellos deben dar su contribución a la comunidad, participando con sus criterios de expertos en ocasión de debates públicos relativos a asuntos de importancia social y nacional.

EDUCACION CONTINUA DE LOS INGENIEROS

Ing. Víctor E. Rojas C., M.S.

ANTECEDENTES.

Dada la importancia de la educación continua en la formación de ingenieros, organismos internacionales como la UNESCO han organizado una serie de reuniones a nivel mundial y regional. Asimismo, en todos los continentes existen países cuyas universidades desde hace tiempo, en forma institucional o aislada, fomentan o realizan actividades tendientes a la educación permanente. Por estos motivos se hace necesario formular recomendaciones para que la Universidad de Costa Rica, a través de su Escuela de Ingeniería Eléctrica, promuevan la educación continua de sus egresados.

EDUCACION CONTINUA.-

La educación continua o permanente no es sólo la actualización de conocimientos en una rama cualquiera del saber humano, se refiere a la superación profesional del individuo que por el hecho mismo debe ser permanente y parte preponderante de su educación integral.

La educación continua es el perfeccionamiento integral y continuo de la persona, que comprende tanto la etapa escolar infantil como la educación superior. Es una respuesta al avance tecnológico actual, es la manera de auxiliar al adulto para que pueda enfrentarse a los cambios diarios de la época moderna.

La educación continua debe asegurar que los conocimientos se mantengan, se prolonguen y completen, permitiendo el perfeccionamiento, renovación y readaptación de las capacidades del hombre.

La educación continua es también una respuesta a la explosión demográfica estudiantil que implica cambios de fondo en la educación tradicional. Es una forma de optimizar el empleo de los recursos humanos de los que dispone un país.

La educación continua del ingeniero debe extenderse a lo largo de su vida profesional, para lograr lo cual es indispensable una adecuada actitud de profesores y alumnos que permita al estudiante en formación "aprender a aprender". Esto significa cambios profundos en el diseño de los planes de estudio, en los programas de las materias y en los métodos de enseñanza, de suerte que no se basen en el atiborramiento de conocimientos o enciclopedismo, que se transmitía a los alumnos de principios de siglo, sino en la formación básica que contenga información de obsolescencia mínima, pero sobre todo lógica de pensamiento que permita desarrollar memoria, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación.

Si se forman profesionales creativos, con hábitos de trabajo y estudio, la educación permanente será quehacer cotidiano de todos los ingenieros.

OBJETIVOS DE LA EDUCACION CONTINUA.

La educación continua del ingeniero puede ser para adquirir habilidades, para actualizar conocimientos, para profundizar aspectos fundamentales de la profesión o para ampliar conocimientos sobre otras disciplinas de tipo científico, tecnológico o humano. Sin embargo, lo fundamental es que la persona esté motivada para estudiar por sí misma, lo cual implica un clima psicológico, en el que participan alicientes profesionales y económicos, tiempo disponible, actitudes del empleador, educación del adulto y muchos otros factores.

Desde luego lo ideal es que la educación permanente forme parte del sistema educativo integral, lo cual no ocurre en nuestro medio y por consiguiente implica la necesidad de una nueva orientación del sistema.

INFORMACION NECESARIA PARA LA EDUCACION CONTINUA INSTITUCIONALIZADA

La educación continua institucionalizada se enfrenta a problemas de la educación de adultos e implica un amplio conocimiento, de la realidad del país y del ambiente profesional, por lo que se considera muy importante contar con información sobre los siguientes factores:

- Evaluación de necesidades. Mercadeo profesional.
- Estado del arte. Selección de materias.
- Objetivos presentes y futuros, intereses y psicología del adulto.
- Recursos económicos y humanos.
- Políticas nacionales, regionales, locales y sectoriales relativas a la relación escuela-industria.

Con la anterior información se pueden planear una serie de posibilidades para diseñar programas de educación permanente, que incluyen:

- Motivación de los profesionales.
- Crear conciencia en los empleadores.
- Ventajas de incluir la educación continua en los objetivos de las empresas.
- Participación activa de las asociaciones profesionales, desde los puntos de vista de la agrupación de especialistas y de la representación de los profesionales, a los que se ofrecerán los programas.

CURSOS DE EDUCACION CONTINUA.

Los programas de los cursos de educación continua

deben considerar principalmente el tiempo del que dispone el profesional, el lugar y hora más adecuados, el financiamiento necesario; los costos; la preparación de personal docente; los métodos de enseñanza; la relación trabajo-estudio y los planes de estudio que ofrece la Escuela a nivel de pre-grado y de post-grado.

Los cursos por su nivel de conocimientos pueden ser de actualización, profundización de conocimientos, ampliación de conocimientos o multidisciplinarios. Por lo que toca a tiempo dedicado pueden ser intensivos, de verano, diurnos y nocturnos. Respecto a opción a grado se clasifican en: con acreditación y sin acreditación. Por último, por lo que se refiere a quién ofrece los cursos, pueden ser los pedidos por los empleadores o los ofrecidos por la Universidad o por las asociaciones profesionales.

Son muy importantes los cursos prácticos, sobre todo para los recién graduados. Los cursos pueden impartirse en las empresas, en la universidad o en los locales de las asociaciones profesionales y pueden organizarse con estudiantes de tiempo completo o de tiempo parcial.

A través de la relación escuela-industria, la educación continua tendrá efectos bilaterales al organizar estadías de profesores en las industrias y al ofrecer cursos a los profesionales en la Universidad.

El personal docente que imparte los cursos debe tener una adecuada preparación en pedagogía y didáctica. Los profesores pueden ser personal académico de la universidad o profesionales en ejercicio.

Sería ideal que la educación continua fuera auto-financiable, por lo que es conveniente planear los cursos considerando posibles cuotas y la cooperación de los empleadores y de los miembros de las asociaciones profesionales, en cuanto a patrocinio y participación.

En cuanto a los cursos mismos, éstos deben considerar la realidad del país y las políticas nacionales relativas a la planeación del desarrollo.

EDUCACION DE ADULTOS.-

Ningún programa de educación continua puede funcionar sin considerar los conceptos básicos de la educación de adultos.

La educación de adultos debe ser un proceso de formación que prepare al adulto para aprovechar todas sus capacidades en actos reflexivos, críticos y creadores que sean utilizados en la comprensión de la vida, la cultura y la sociedad, sobrepasando la sola adquisición de conocimientos, pensamientos y experiencias

Los problemas de aprendizaje del adulto pueden deberse a que carece de capacidad para aprender, a

que no presta atención por falta de deseos de aprender, a que no tiene método de estudiar y sobre todo, a que no quiere alterar hábitos, ideas o tendencias.

El adulto aprende primero comprendiendo y luego memorizando, entendiéndose la comprensión como el proceso que permite aplicar conocimientos adquiridos en situaciones dadas a la formulación de ideas generales.

Por todo lo anterior, las características que habrá que favorecer en la educación del adulto son la confianza en sí mismos y la curiosidad. Esta última conducirá a investigar o a seguir investigando, lo cual puede lograrse a base de planteamientos de problemas y de diálogo.

El método que parece ser más eficaz es el del pensamiento reflexivo, que es la manera en que las personas razonan cuando se encuentran en una situación problemática que produce curiosidad.

RESULTADOS DE ALGUNOS CURSOS DE EDUCACION CONTINUA.

De la experiencia de varios países se detectan, en general, los siguientes problemas en los cursos impartidos:

- a.- Falta de interés y/o de tiempo de los profesores, en prepararse adecuadamente en pedagogía y didáctica.
- b.- Brevedad de los cursos, que impide hacer las evaluaciones necesarias.
- c.- Preponderancia de la conferencia clásica o dogmática.
- d.- Falta de cambio de actitudes en los asistentes a los cursos.
- e.- Poca eficiencia en la transmisión de información y experiencias.
- f.- Insuficiencia de prácticas o ejecución de problemas en los que se aplique la información recibida.
- g.- Falta de retroalimentación que permita conocer la influencia de los cursos en el ejercicio profesional.
- h.- Desconocimiento de la metodología para educar adultos.
- i.- Falta de estímulos profesionales y/o económicos.

PROYECTOS EN DESARROLLO.-

Con base en las experiencias de varios países, con diferentes niveles de desarrollo, la UNESCO creó un grupo de trabajo que realiza una labor permanente de promoción de la educación continua de ingenieros; de análisis de los diferentes mecanismos de esta

educación; de los problemas a que se enfrenta y de los métodos para mejorarla y desarrollarla. Este grupo está efectuando los siguientes proyectos:

1. Necesidad de la educación continua de ingenieros en todos los países.
2. Necesidades de los usuarios de la educación continua en ingeniería.
3. Métodos de enseñanza particularmente efectivos y sus costos relativos.
4. Areas más apropiadas y métodos de colaboración internacional.
5. Métodos de evaluación aplicable a la educación continua de ingenieros.
6. Relación entre la educación continua y los programas de educación profesional.
7. Costos para establecer, mantener y desarrollar cursos.

La difusión internacional de estos proyectos permitirá desarrollar cursos de educación continua con bases más firmes, que desde luego deberán adecuarse a cada caso particular.

CONCLUSIONES GENERALES.-

Las conclusiones a las que llegan la mayor parte de los países con experiencia, es la siguiente:

1. Los cursos de educación continua permiten al profesional prolongar el proceso de educación permanente y superación personal. Permiten también establecer una muy necesaria relación entre las instituciones de educación superior y sus exalumnos, así como entre éstos y los empleadores.
2. Los alicientes que requiere el usuario de los cursos pueden ser profesionales y económicos, pero sobre todo de tipo personal.
3. Es muy importante diseñar programas auto-financiables, evitando el desperdicio de recursos financieros por atomización. Es indispensable estudiar las cuotas de los participantes, las ayudas de los empleadores e incluso posibles políticas nacionales que centralicen los cursos y planteen sistemas impositivos de apoyo.
4. La educación continua tiene, en muchos casos, implicaciones socioeconómicas; implica un cambio del diseñador curricular de licenciatura y está relacionada con el desarrollo tecnológico, económico y social de cada país.
5. El proceso de enseñanza-aprendizaje sólo se realiza cuando ocurre un cambio en la actitud del alumno que despierte en él un deseo de autoaprendizaje y de creatividad.

PROPOSICIONES DE METODOLOGIA.-

Para poder organizar cursos de educación continúa, mediante centros operados por la universidad es indispensable fijar una metodología considerando los siguientes conceptos:

1. Fijar los objetivos generales de la educación continúa en función del contexto socioeconómico de Costa Rica, así como el planeamiento de su desarrollo tecnológico y económico.
2. Evaluar las necesidades nacionales, regionales y locales del país.
3. Planear los cursos, con base en la información anterior, seleccionando las materias y temas por impartir.
4. Programar los cursos de acuerdo con un proyecto que considere las necesidades de los usuarios.
5. Determinar el financiamiento considerando las relaciones gobierno-escuela-industria-asociaciones profesionales.
6. Instruir al personal docente en la metodología que requiere la educación de adultos.
7. Diseñar encuestas que permitan la retroalimentación con los resultados de los cursos a plazo inmediato y mediano.

Para lograr lo anterior se sugiere buscar el apoyo de asociaciones internacionales relacionados con el desa-

rrollo de la educación, la ciencia, la tecnología y la cultura, con propósitos de asesoramiento y apoyo financiero.

Es también importante prever la posibilidad de crear centros internacionales de educación continúa, que faciliten el intercambio de profesores y optimicen el empleo de los recursos de que dispone cada país.

CONSIDERACIONES FINALES.-

La educación continúa, considerada como parte del proceso de superación profesional del ingeniero es indispensable y la institucionalización de esta educación es la única manera de establecer los cauces permanentes que permitan esta superación.

Además la educación continúa permite optimizar el empleo de los recursos de los que dispone el país, con lo que se contribuye a su desarrollo económico. Para mayores detalles puede consultarse la publicación "CONTINUING EDUCATION FOR ENGINEERS (A University Program)" patrocinada por la UNESCO y la Universidad de Wisconsin. Esta publicación da una idea bastante clara de lo que es un proyecto sobre la preparación de cursos de Educación Continúa y debidamente interpretada y adaptada puede servir de guía para los fines propuestos.

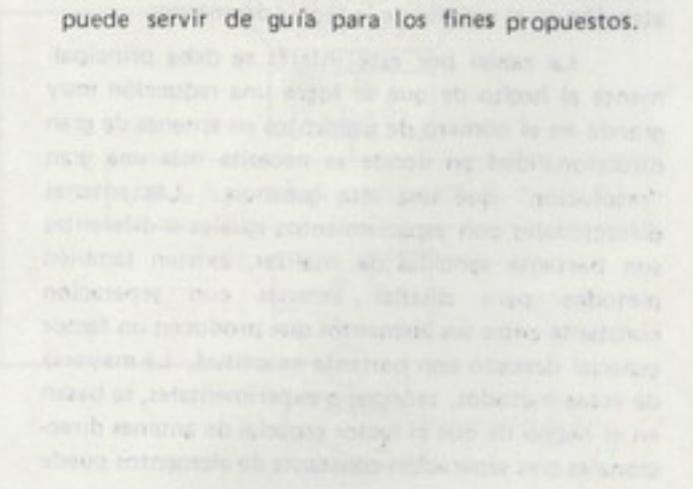
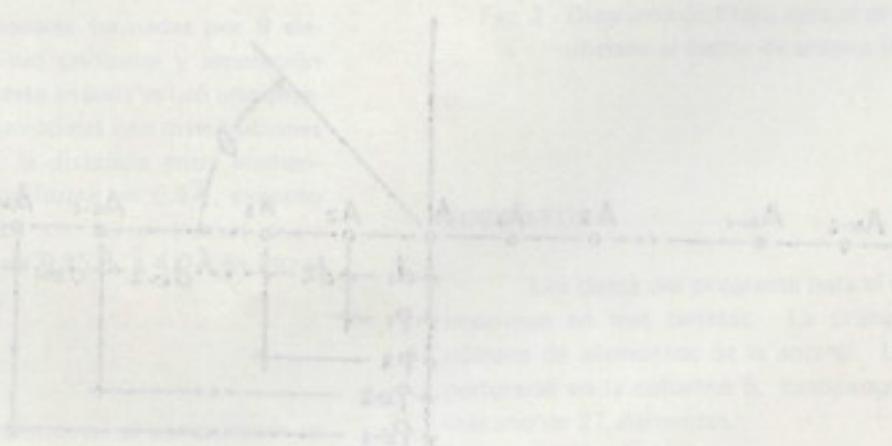


Fig. 2. Diagrama de flujo de un programa de educación continúa.



La segunda etapa consiste en la implementación de los cursos de educación continúa. La primera etapa es la selección de los cursos de educación continúa. La segunda etapa es la implementación de los cursos de educación continúa. La tercera etapa es la evaluación de los cursos de educación continúa. La cuarta etapa es la certificación de los cursos de educación continúa.

ANTENAS DIRECCIONALES SIMÉTRICAS CON UN NÚMERO IMPAR DE ELEMENTOS

Ing. Hillel Unz, Ph. D.
Ing. Roger Lorenzo B., M.S.

INTRODUCCION:

Las antenas direccionales con separación variable entre sus elementos y con distribuciones de amplitud no-uniformes están recibiendo marcada atención en el estudio de la teoría de antenas.

La razón por este interés se debe principalmente al hecho de que se logra una reducción muy grande en el número de elementos en antenas de gran direccionalidad en donde se necesita más una gran "resolución" que una alta ganancia. Las antenas direccionales con espaciamientos iguales o diferentes son bastante sencillas de analizar, existen también métodos para diseñar antenas con separación constante entre sus elementos que producen un factor espacial deseado con bastante exactitud. La mayoría de estos métodos, teóricos o experimentales, se basan en el hecho de que el factor espacial de antenas direccionales con separación constante de elementos puede

expresarse en la forma de un polinomio, donde los coeficientes del mismo expresan los coeficientes de las excitaciones de cada elemento de la antena. Dolph diseñó un arreglo teórico óptimo para una antena de radiación transversal con elementos equidistantes usando las propiedades de los polinomios de Tchebyscheff. Du Hamel extendió el método de Dolph a antenas de radiación longitudinal con elementos equidistantes.¹ Sin embargo, no existe una teoría adecuada para el diseño de antenas direccionales con separación variable entre sus elementos. En este artículo se estudian tres casos, y los resultados se analizan y discuten.

TEORIA:

Limitaremos este estudio a las antenas direccionales con un número impar de elementos isotrópicos. El modelo general se muestra en la figura No. 1

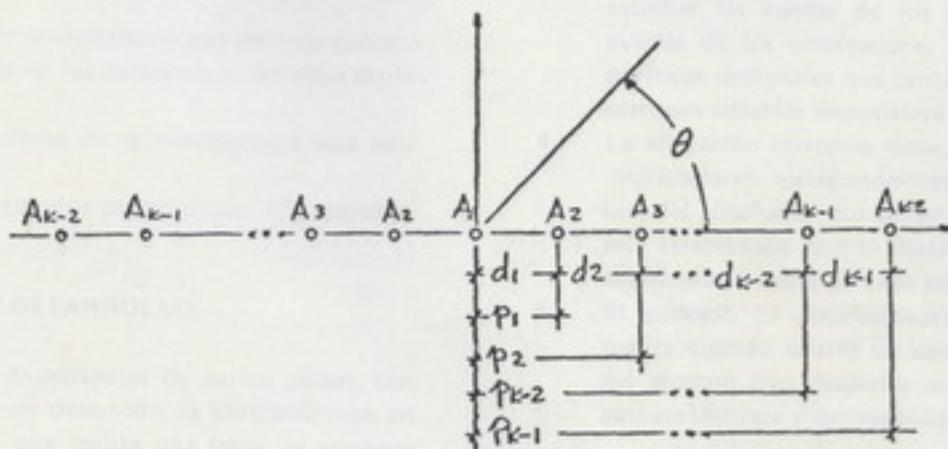


Fig. 1. Antena direccional simétrica con un número impar de elementos

Las antenas direccionales con un número impar de elementos presenta un campo resultante dado por

$$E\theta = AF(\theta) \quad (1)$$

donde

$$AF = A_1 + 2A_2 \cos \psi_1 + 2A_3 \cos \psi_1 + 2A_k \cos k \quad (2)$$

y

$$\psi_1 = k p_1 \cos \theta = \frac{2\pi}{\lambda} P_1 \cos \theta \quad (3)$$

$$\psi_2 = k p_2 \cos \theta = \frac{2\pi}{\lambda} P_2 \cos \theta \quad (4)$$

$$\psi_{k-1} = k p_{k-1} \cos \theta = \frac{2\pi}{\lambda} P_{k-1} \cos \theta \quad (5)$$

Entonces

$$AF = A_1 + 2 \sum_{j=2}^k A_j \cos (2\pi P_{j-1} \cos \theta) \quad (6)$$

donde

P_{j-1} = distancia del elemento J al centro de la antena en fracciones de longitud de onda.

CASOS ESTUDIADOS

Caso I: Antenas direccionales con separaciones y distribuciones uniformes y con diferente número de fuentes. En este análisis se usó un modelo con separaciones uniformes 0.5λ , distribuciones uniformes 1.0 y se varió el número de elementos de 3 a 13.

Nota: λ = una longitud de onda.

Caso II: Antenas direccionales formadas por 9 elementos con separación y distribución uniformes. En este análisis se usó un modelo de 9 fuentes isotrópicas separadas por 0.5λ y con tres tipos de distribuciones de amplitud: a) uniforme, b) binomial y c) óptima.

Caso III: Antenas direccionales formadas por 9 elementos con amplitud uniforme y separación no-uniforme. En este análisis se usó una antena de 9 fuentes isotrópicas con distribuciones uniformes de 1.0, la distancia entre elementos se mantiene uniforme en 0.5λ , excepto para los elementos de los extremos cuya distancia se varía de 0.25λ a 4.0λ en incrementos de 0.25λ .

EL PROGRAMA

El programa para alimentar al computador se confeccionó para encontrar los valores del factor de antena dado por la ecuación 6.

El diagrama de flujo del programa es el siguiente:

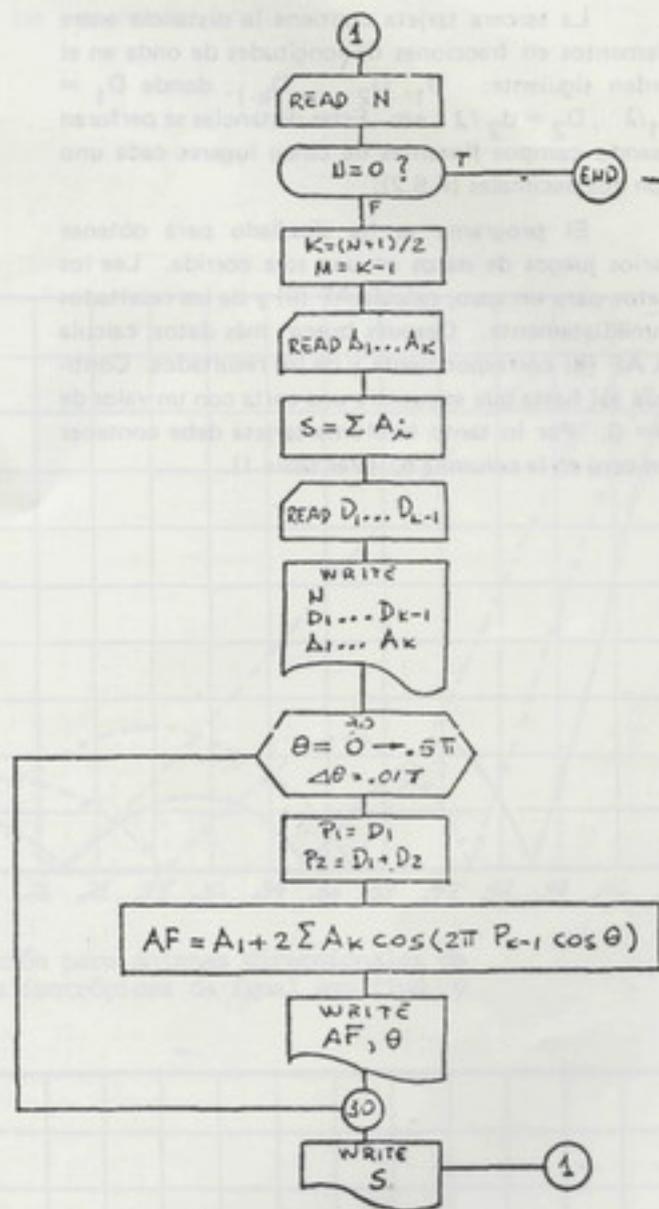


Fig. 2 - Diagrama de Flujo para el programa que obtiene el factor de antena (AF)

LOS DATOS

Los datos del programa para el computador se imprimen en tres tarjetas. La primera contiene el número de elementos de la antena. La unidad debe perforarse en la columna 5. Este programa acepta un máximo de 27 elementos.

La segunda tarjeta contiene la amplitud de los elementos en el siguiente orden: A_1, A_2, \dots, A_{k-1} .

A_k . Estas amplitudes se perforan usando campos flotantes de 5 lugares cada uno con dos decimales (F 5.2).

La tercera tarjeta contiene la distancia entre elementos en fracciones de longitudes de onda en el orden siguiente: D_1, D_2, \dots, D_{k-1} ; donde $D_1 = d_1/\lambda$, $D_2 = d_2/\lambda$, etc. Estas distancias se perforan usando campos flotantes de cinco lugares cada uno con dos decimales (F 5.2).

El programa se ha diseñado para obtener varios juegos de datos en una sola corrida. Lee los datos para un caso, calcula AF (θ) y da los resultados inmediatamente. Después busca más datos, calcula el AF (θ) correspondiente y da los resultados. Continúa así hasta que encuentra una carta con un valor de $N=0$. Por lo tanto la última tarjeta debe contener un cero en la columna 5. (Ver tabla 1).



Fig. 2. Diagrama de flujo para el programa que calcula el factor de antena (AF).

DATA

3	1.00	1.00		
0.50				
5	1.00	1.00	1.00	
0.50	0.50			
7	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50		
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	0.50	
11	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
13	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	0.50	
9	70.0056	0.028	0.008	1.00
0.50	0.50	0.50	0.50	
9	1.72	1.63	1.37	1.02
0.50	0.50	0.50	0.50	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	0.25	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	0.50	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	0.75	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	1.00	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	1.25	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	1.50	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	1.75	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	2.00	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	2.25	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	2.50	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	2.75	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	3.00	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	3.25	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	3.50	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	3.75	
9	1.00	1.00	1.00	1.00
0.50	0.50	0.50	4.00	
0				

Tabla 1. DATOS

LOS DIAGRAMAS DE IRRADIACION

En los gráficos que siguen se muestran los diagramas normalizados de los patrones de irradiación de los casos estudiados.

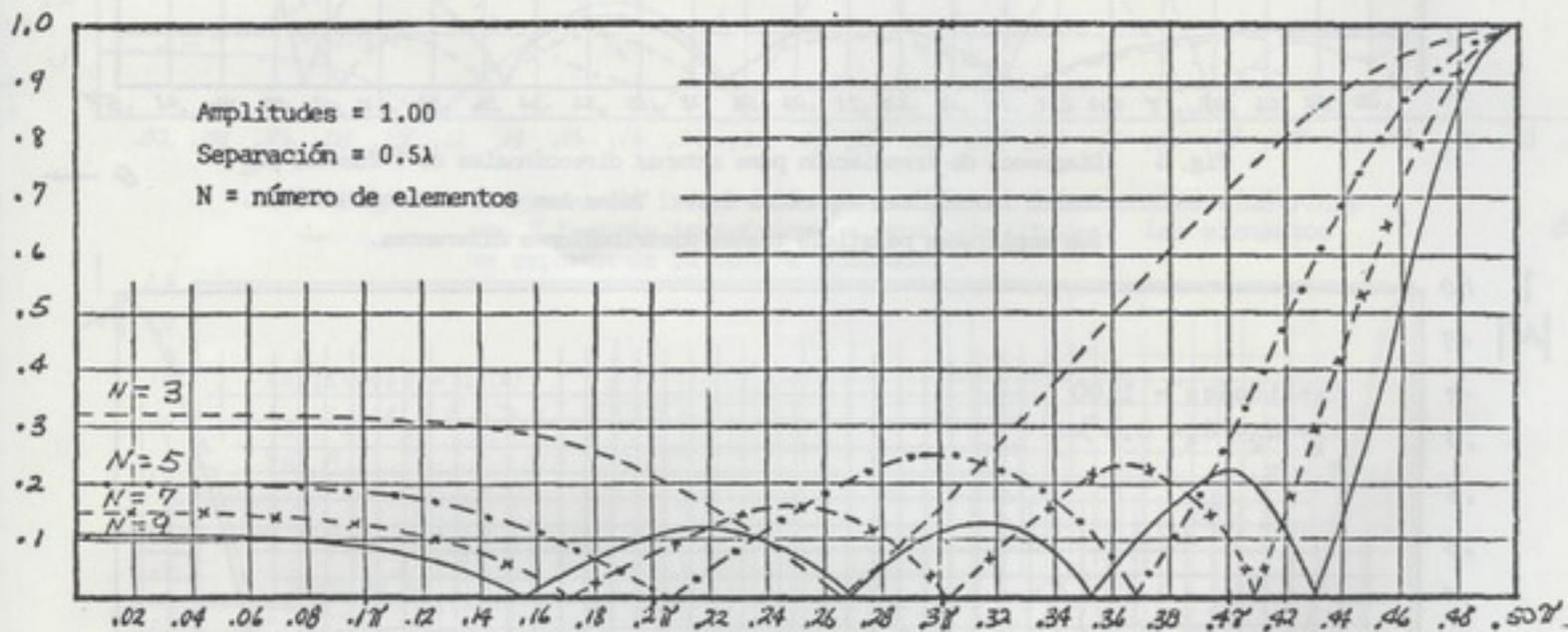


Fig. 3 Diagramas de irradiación para antenas direccionales de "N" fuentes puntuales isotrópicas de igual amplitud y separación.

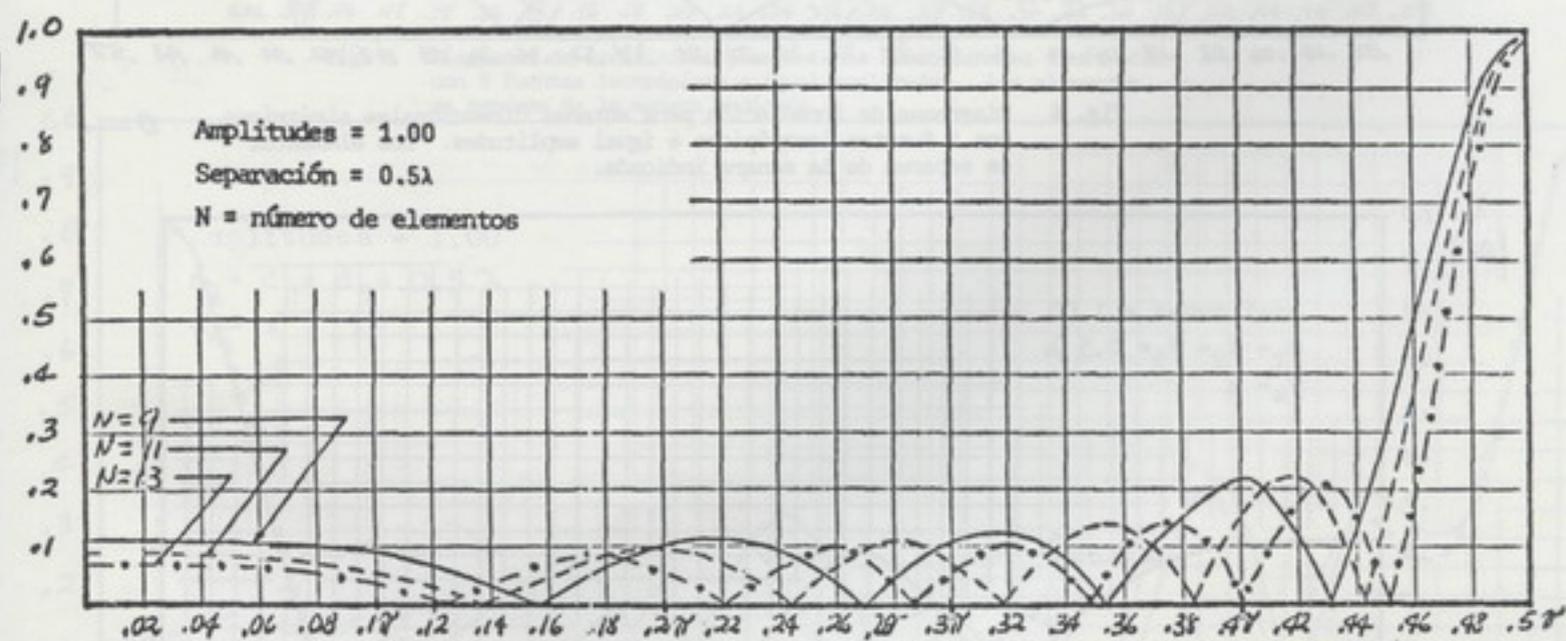


Fig. 4 Diagramas de irradiación para antenas direccionales de "N" fuentes puntuales isotrópicas de igual amplitud y separación.

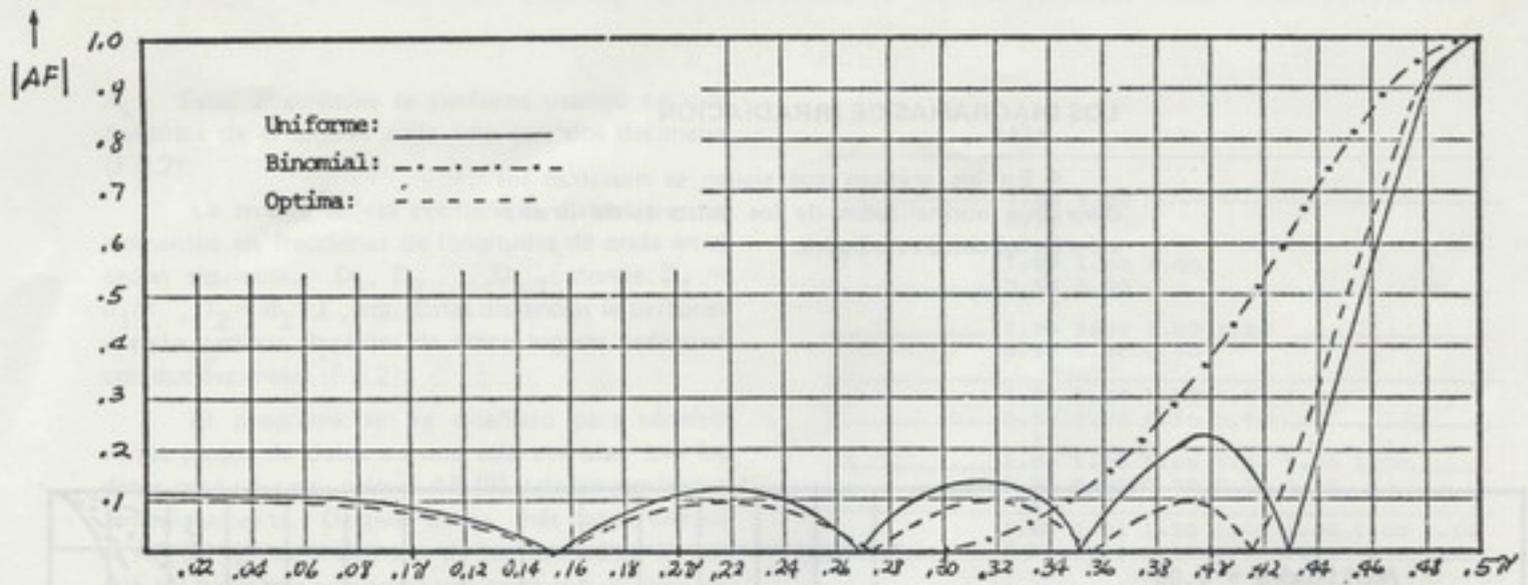


Fig. 5 Diagramas de irradiación para antenas direccionales de 9 fuentes puntuales isotrópicas separadas 0.5λ . Todas las fuentes están en fase. Sus amplitudes relativas tienen distribuciones diferentes.

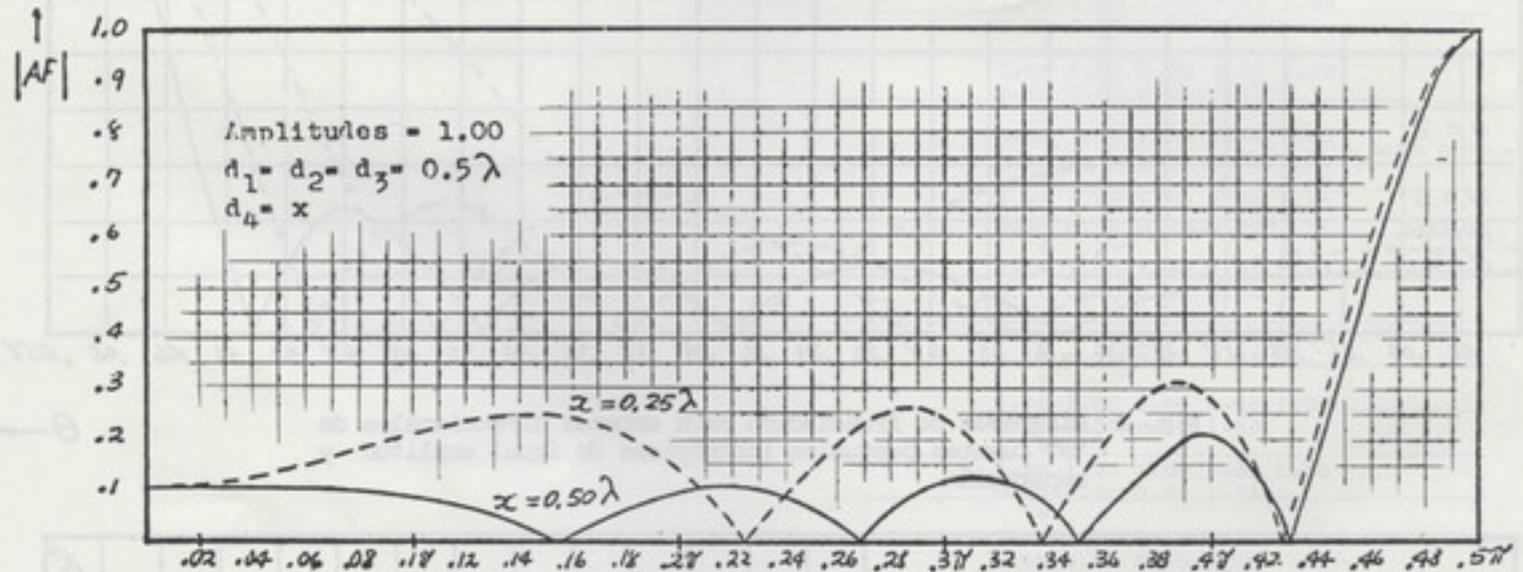


Fig. 6 Diagramas de irradiación para antenas direccionales simétricas con 9 fuentes isotrópicas e igual amplitudes. Los elementos se separan de la manera indicada.

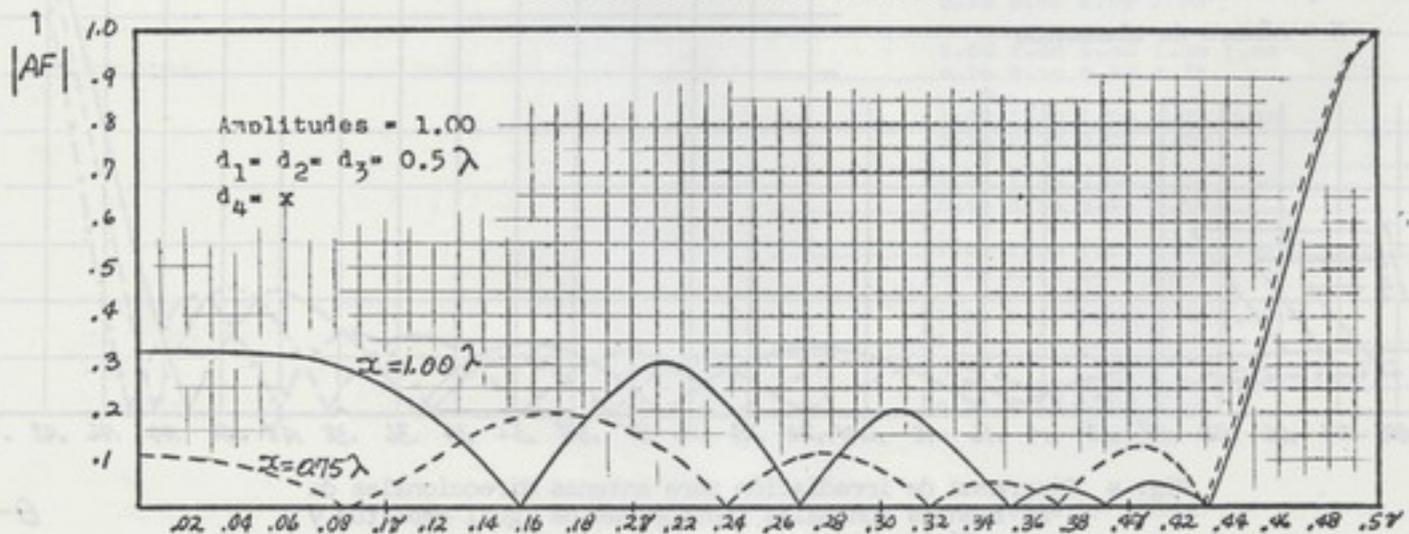


Fig. 7 Diagramas de irradiación para antenas direccionales simétricas con 9 fuentes isotrópicas e igual amplitudes. Los elementos se separan de la manera indicada.

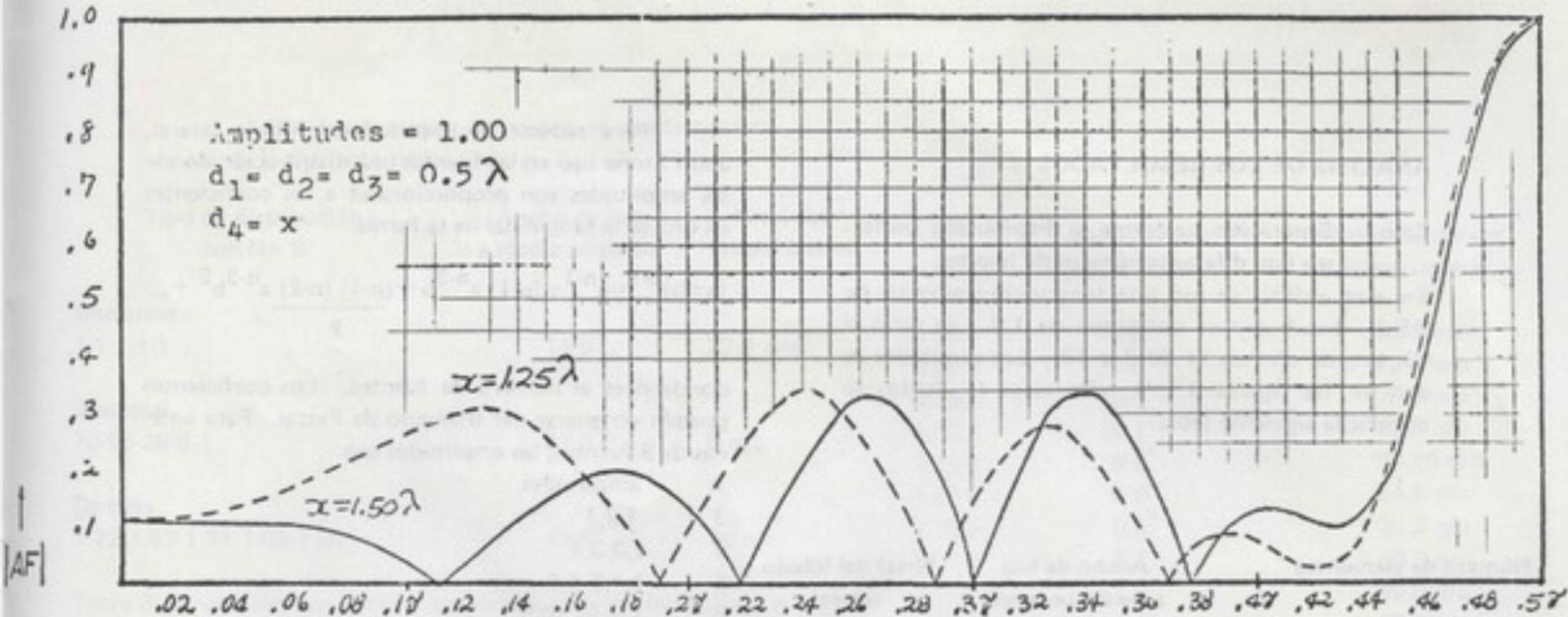


Fig. 8 Diagramas de irradiación para antenas direccionales simétricas con 9 fuentes isotrópicas e igual amplitudes. Los elementos se separan de la manera indicada.

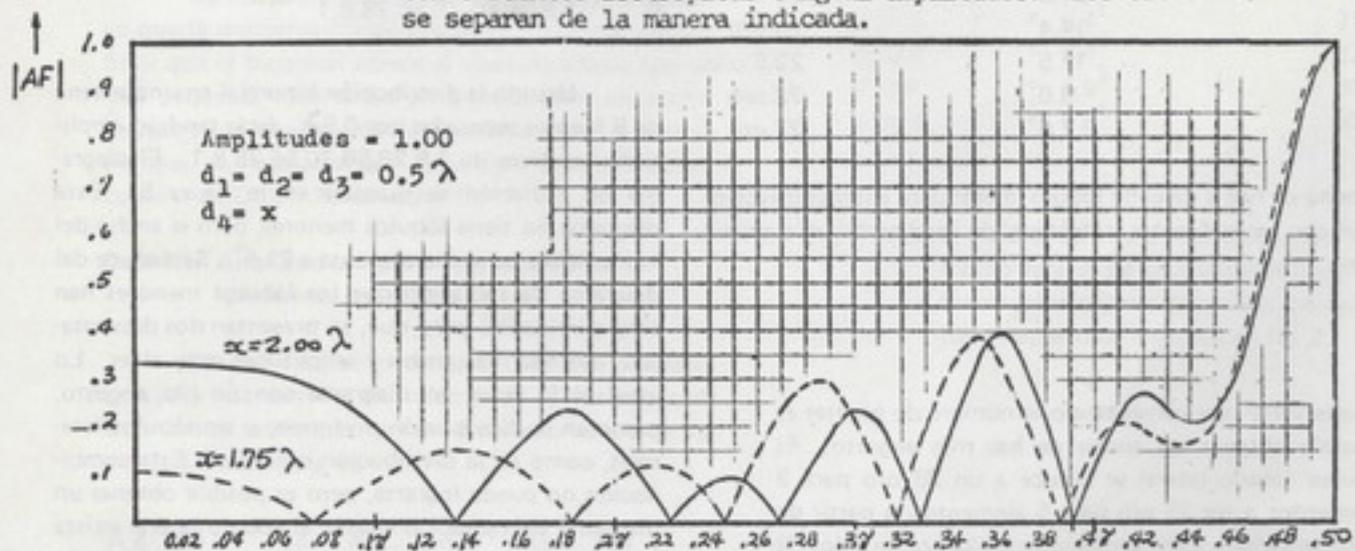


Fig. 9 Diagramas de irradiación para antenas direccionales simétricas con 9 fuentes isotrópicas e igual amplitudes. Los elementos se separan de la manera indicada.

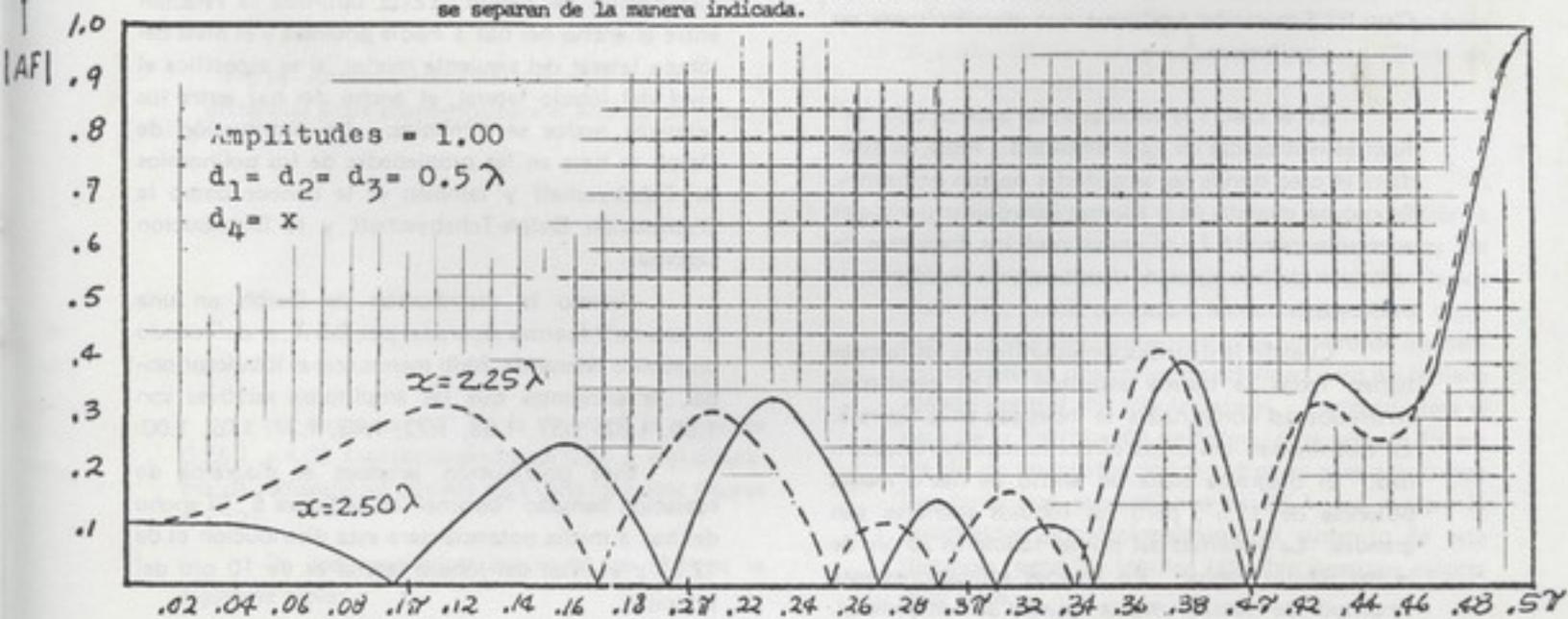


Fig. 10 Diagramas de irradiación para antenas direccionales simétricas con 9 fuentes isotrópicas e igual amplitudes. Los elementos se separan de la manera indicada.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Caso I: Separación uniforme y distribución uniforme con diferente número de fuentes.

En este análisis se usó una separación uniforme de 0.5λ , distribuciones uniformes de 1.0 y se varió el número de elementos de 3 a 13. Los resultados se dan en las figuras 3 y 4. De estos resultados se obtiene la siguiente tabla:

Número de elementos	Ancho de haz a media potencia	Nivel del lóbulo lateral
3	36.8°	33 o/o
5	21.6°	25 o/o
7	14.4°	23 o/o
9	11.5°	22.5 o/o
11	9.0°	22 o/o
13	7.6°	22 o/o

Tabla. 2. Ancho de haz y nivel de lóbulo lateral para antenas direccionales con varias fuentes isotrópicas de igual amplitud y separación.

Puede verse que aumentando el número de fuentes es posible obtener un **ancho de haz** más angosto. El primer lóbulo lateral se reduce a un 33 o/o para 3 elementos a un 25 o/o para 5 elementos; a partir de aquí se reduce muy lentamente y alcanza un valor de 22 o/o para antenas con más de 11 fuentes.

Caso II: Separación uniforme con distribuciones no uniformes.²

En el caso I se estudiaron las antenas con "N" fuentes isotrópicas de igual amplitud. Aquí, se estudiará el caso donde las amplitudes no son uniformes. Se usó un modelo de 9 fuentes isotrópicas puntuales separadas por 0.5λ , y se comparó los diagramas de radiación de tres tipos de distribuciones de amplitud: uniforme, binomial y óptima.

Cuando la distribución es uniforme las fuentes tienen todas la misma amplitud. Los resultados obtenidos del computador se muestran en la figura 5. La distribución uniforme ofrece la máxima directividad. El diagrama tiene un ancho de haz a media potencia de 11.5°, pero los lóbulos menores son grandes. La amplitud del primer lóbulo es 23 o/o de la del lóbulo mayor. En algunas aplicaciones esta amplitud de lóbulo menor puede ser perjudicial.

Para reducir la amplitud del lóbulo lateral, John Stone usó en las fuentes una distribución donde las amplitudes son proporcionales a los coeficientes de una serie binomial de la forma:

$$(a+b)^{n-1} = a^{n-1} + (n-1) a^{n-2} b + \frac{(n-1)(n-2)}{2} a^{n-3} b^2 + \dots$$

donde n es el número de fuentes. Los coeficientes pueden obtenerse del triángulo de Pascal. Para antenas de 9 fuentes, las amplitudes son:

n	amplitudes
3	1,2,1
4	1,3,3,1
5	1,4,6,4,1
6	1,5,10,10,5,1
7	1,6,15,20,15,6,1
8	1,7,21,35,35,21,7,1
9	1,8,28,56,70,56,28,8,1

Usando la distribución binomial en una antena de 9 fuentes separadas por 0.5λ , éstas tendrán amplitudes relativas de 1,8,28,56,70,56,28,8,1. El diagrama de radiación se muestra en la figura 5. Este diagrama no tiene lóbulos menores, pero el ancho del haz a media potencia aumenta a 21.6°. Se deduce del diagrama de radiación que los lóbulos menores han sido eliminados, pero que, se presentan dos desventajas: un haz más ancho y amplitudes muy altas. Lo ideal sería tener un diagrama con un haz angosto, como en la distribución uniforme; y sin lóbulos laterales, como en la distribución binomial. Esta combinación no puede lograrse, pero es posible obtener un diagrama de radiación donde el lóbulo lateral exista y el haz sea menos ancho que en la distribución binomial. Este diagrama se obtiene usando la distribución de Dolph. Esta optimiza la relación entre el ancho del haz a media potencia y el nivel del lóbulo lateral del siguiente modo: si se especifica el nivel del lóbulo lateral, el ancho del haz entre los primeros nodos se minimiza. La distribución de Dolph se basa en las propiedades de los polinomios de Tchebyscheff y también se le conoce como la Distribución Dolph-Tchebyscheff y la Distribución Óptima.

Usando la distribución de Dolph en una antena de 9 fuentes separadas por 0.5λ , y definiendo un lóbulo lateral de 20db menos que el lóbulo principal, se encuentra que las amplitudes relativas son 1.00, 1.02, 1.37, 1.63, 1.72, 1.63, 1.37, 1.02, 1.00.

Esta distribución produce el diagrama de radiación llamado "óptimo" en la figura 5. El ancho del haz a media potencia para esta distribución es de 12.6° y el nivel del lóbulo lateral es de 10 o/o del principal.

De los resultados obtenidos, se puede confeccionar la siguiente tabla:

Tipo de distribución con N= 9	Ancho de haz a media potencia	Nivel del lóbulo lateral	" x "	Ancho de haz a media potencia	Nivel del mayor lóbulo lateral
Uniforme 1-1-1-1-1	11.5°	22.5 o/o	0.25 λ	12.2°	30.6 o/o
			0.50 λ	11.5°	22.5 o/o
			0.75 λ	10.8°	20.0 o/o
			1.00 λ	10.1°	33.3 o/o
			1.25 λ	9.5°	34.25 o/o
Binomial 70-56-28-8-1	21.6°	0 o/o	1.50 λ	9.0°	34.5 o/o
			1.75 λ	8.5°	38.3 o/o
			2.00 λ	8.1°	40.0 o/o
			2.25 λ	7.8°	40.0 o/o
			2.50 λ	7.4°	37.9 o/o
Optima 1.72-1.63-1.37-1.02-1.00	12.6°	10 o/o	2.75 λ	7.0°	36.4 o/o
			3.00 λ	6.7°	34.0 o/o
			3.25 λ	6.4°	31.7 o/o
			3.50 λ	6.1°	32.2 o/o
			3.75 λ	5.9°	35.4 o/o
			4.00 λ	5.8°	38.6 o/o

Tabla 3. Ancho del haz a media potencia y nivel del lóbulo lateral para antenas direccionales de 9 fuentes isotrópicas puntuales separadas 0.5λ

De las tres distribuciones estudiadas, se observa que la uniforme ofrece el ancho de haz más pequeño y que la binomial ofrece al nivel del lóbulo lateral más pequeño. Sin embargo, para obtener un ancho de haz y un nivel de lóbulo lateral pequeño al mismo tiempo, es necesario usar otro tipo de distribución como el de Dolph-Tchebyscheff.

Caso III: Amplitud uniforme con separación uniforme.

En este caso se investiga el diagrama de radiación de una antena direccional de 9 fuentes con amplitudes uniformes y con separaciones como se muestra en la figura 14

Tabla 4. Ancho de haz a media potencia y nivel de lóbulo lateral de una antena direccional de 9 fuentes isotrópicas puntuales de igual amplitud y separación indicada en fig. 2.

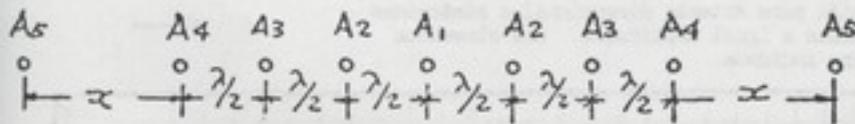


Fig 14. Antena direccional simétrica mostrando las distancias entre elementos para el análisis del caso III.

De la tabla 4 puede verse que el ancho de haz disminuye cuando "x" aumenta, pero el lóbulo lateral permanece mayor que el 30 o/o para todos los casos excepto para 0.50λ y $x = 0.75\lambda$. También el ancho de haz en la base aumenta para valores de "x" mayores de 1.5λ

La distancia "x" de la figura 2 se varía de 0.25λ a 4.00λ en incrementos de 0.25λ y el diagrama de radiación se obtiene para cada caso (ver figuras 6 a 13).

CONCLUSIONES

El objetivo de este artículo era encontrar la mejor antena direccional combinando niveles de lóbulo lateral bajos y de gran directividad. De los resultados puede verse que con distribución y separación uniformes, aumentando el número de elementos se obtiene una mejor directividad pero no se tiene ningún control del lóbulo lateral. También, para el caso de la distribución uniforme, si se varía la distancia de los elementos de los extremos y se mantienen los otros con separaciones de 0.5λ , se mejora la directividad proporcionalmente al aumento de esta distancia, pero los lóbulos laterales alcanzan valores muy altos.

De los resultados anteriores se obtiene la siguiente tabla:

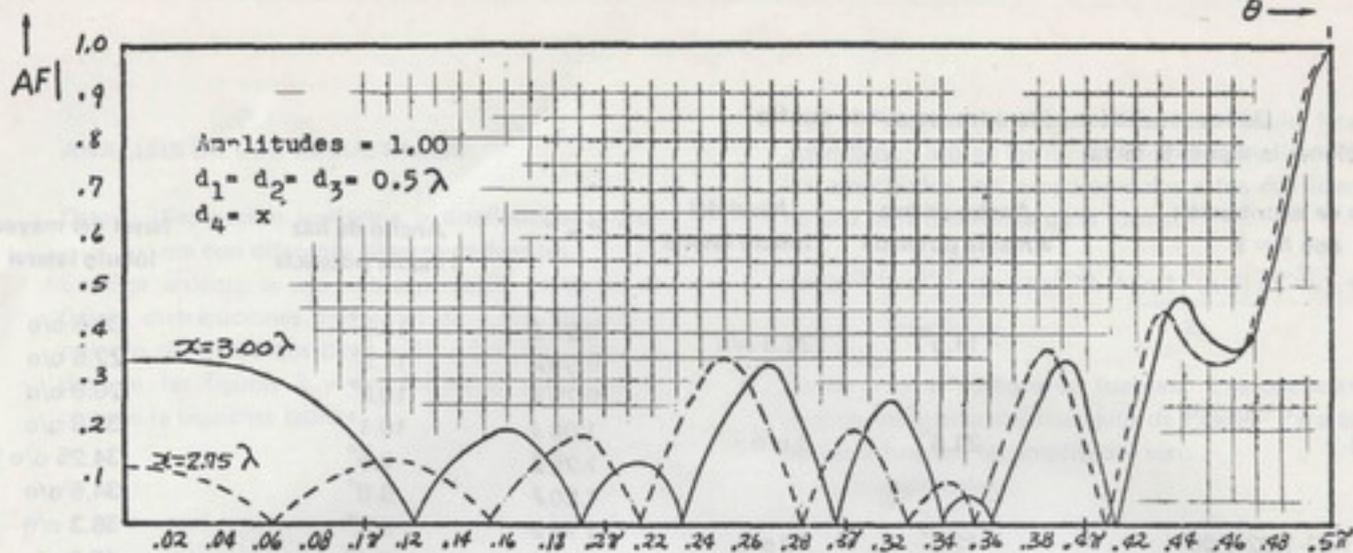


Fig. 11 Diagramas de irradiación para antenas direccionales simétricas con 9 fuentes isotrópicas e igual amplitudes. Los elementos se separan de la manera indicada.

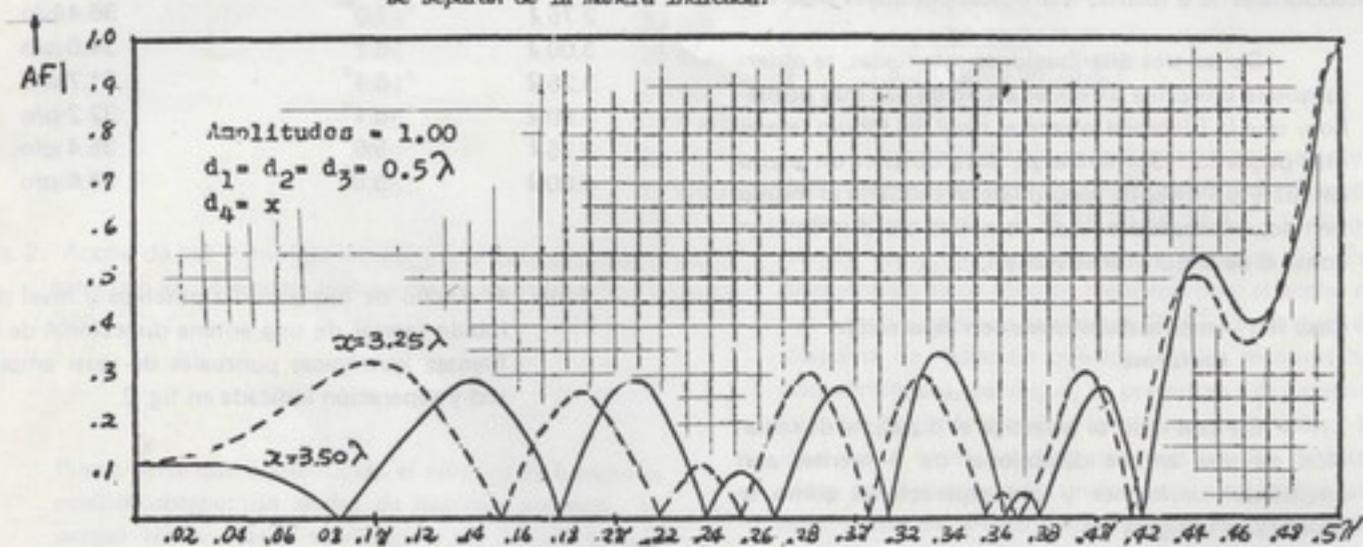


Fig. 12 Diagramas de irradiación para antenas direccionales simétricas con 9 fuentes isotrópicas e igual amplitudes. Los elementos se separan de la manera indicada.

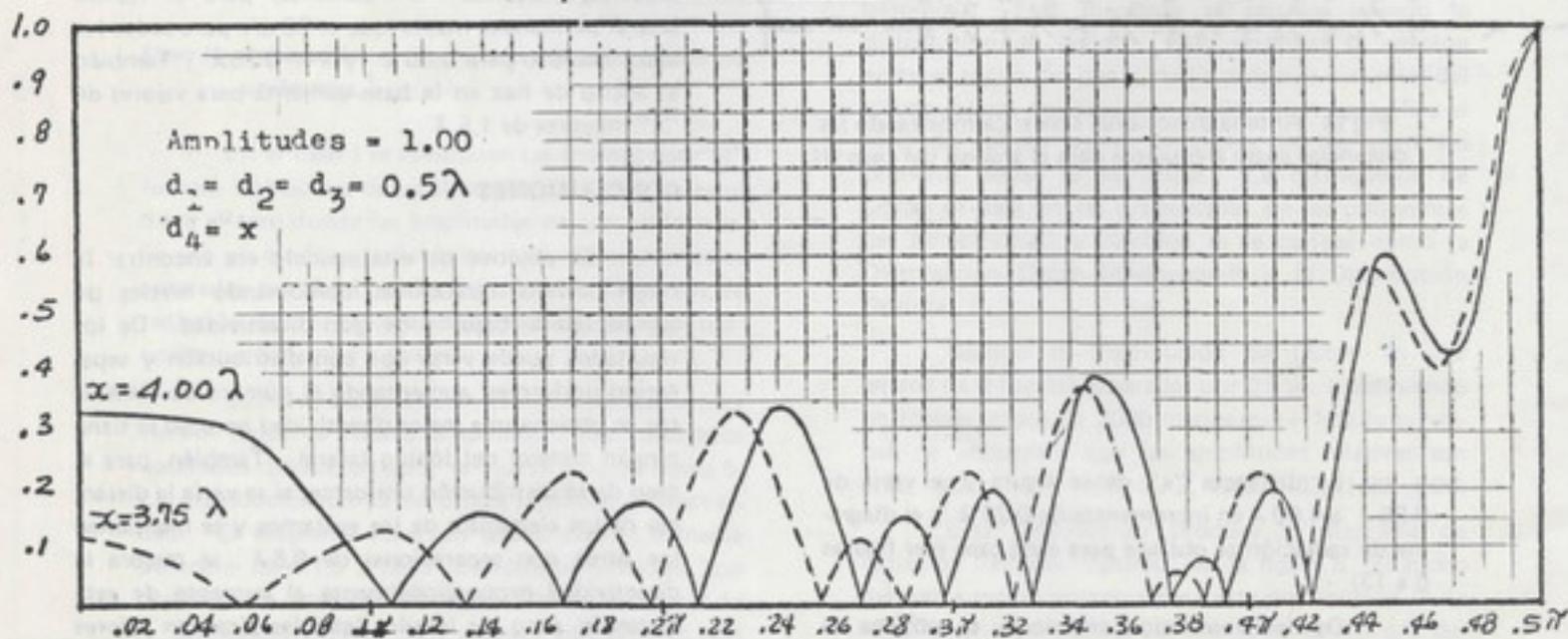


Fig. 13 Diagramas de irradiación para antenas direccionales simétricas con 9 fuentes isotrópicas e igual amplitudes. Los elementos se separan de la manera indicada.

Para el caso de antenas direccionales de 9 elementos con separaciones uniformes y tres tipos de distribuciones de amplitud se encontró lo siguiente: el mejor ancho de haz ocurre cuando la distribución es uniforme, y el menor lóbulo lateral ocurre cuando la distribución es binomial; sin embargo, para tener al mismo tiempo un buen ancho de haz y un lóbulo lateral pequeño, es necesario usar un tipo de distribución como el de Dolph-Tchebyscheff, el cual da valores intermedios.

NOTAS:

1. M.G. Andreassen, "Linear Arrays with Variable Interelement Spacing" *Transaction on Antenna and Propagation*, Vol. AP-10, pp. 137-138 Marzo 1962.
2. Krauss, J.D., *Antennas*, Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York, 1950, pp. 93-97.

BIBLIOGRAFIA

Krauss, J.D., *Antennas*, Mc Graw-Hill Book Company Inc., New York, 1950.

M.G. Andreason, "Linear Arrays with Variable Interelement Spacing", *Transaction on Antenna and Propagation*, Vol. AP-10, marzo 1962.

Weeks, W.L., *Antena Engineering*, Mc Graw-Hill Book Company Inc., New York, 1968.

EL GRUPO WACKER

Compacta nuestras
carreteras y
contribuye al
progreso de
Costa Rica!



Apisonador WACKER con
motor de diesel o gasolina

Vibrador para concreto
WACKER, motor de gasolina



Plancha vibratoria WACKER
con motor de diesel o gasolina



WACKER

LIDER EN EQUIPO PARA COMPACTACION



CON LA MAQUINARIA DEL PROGRESO

Avenida 10-200 metros este del Gimnasio Nacional
con amplio parqueo

Teléfonos. 22 62 00-22 64 00

TENEMOS TODO LO QUE USTED NECESITA PARA EQUIPAR Y AMUEBLAR SU OFICINA



Máquinas de escribir de escritorio y portátiles
manuales o eléctricas

Máquinas de calcular electrónicas y manuales
Máquinas de sumar

MOSLER INTERNATIONAL

Cajas de seguridad
Puertas de bóveda, etc.

HALL WELTER CO.

Atriles para máquinas de escribir
Protectores de cheques

ROSAGO S.A.

Escritorios
Sillas
Archivadores
Mesas de conferencia etc.

HASLER CASH REGISTERS.

Registradoras suizas en todos los tipos.

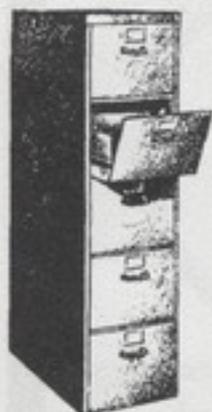
Ademas les ofrecemos cintas entintadas y de papel, folders, marcos para archivadores etc.

Más de 40 años de servir a los costarricenses es nuestra mejor credencial.

Tropical Commission Co. S. A.

CALLE 5a. AVENIDA 1a. TEL: 22-55-11 AP. 661 SAN JOSE

Equipos para Oficina



TEAL 121P

- * CALCULADORAS ELECTRONICAS DE CINTA Y PANTALLA
- * CAJAS DE SEGURIDAD
- * MAQUINAS DE ESCRIBIR ELECTRICAS Y MECANICAS
- * MUEBLES DE OFICINA

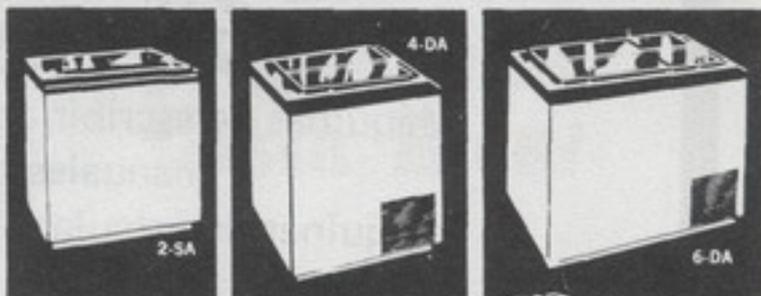
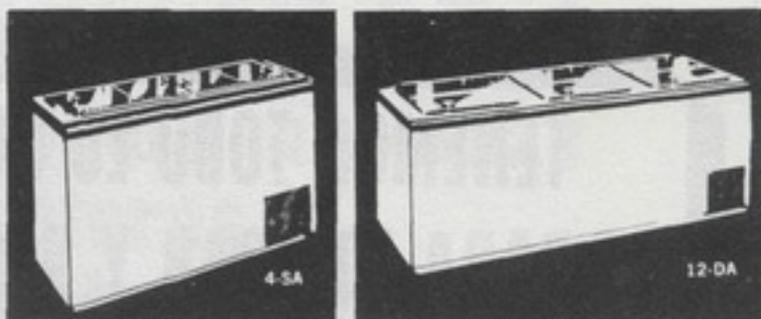
22 93 84



SUPLIDORA DE EQUIPOS S.A.

APARTADO 7-2520 - SAN JOSE COSTA RICA

Calle 9 Avenidas Central y 2 - Del Bar Chelles 75 Metros Sur



• 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.

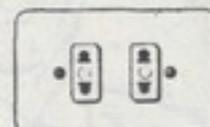
Tels: 25-52-58 - 25-53-58

GUADALUPE - COSTA RICA

bticino



TICINO INDUSTRIAL DE CENTRO AMERICA S.A.

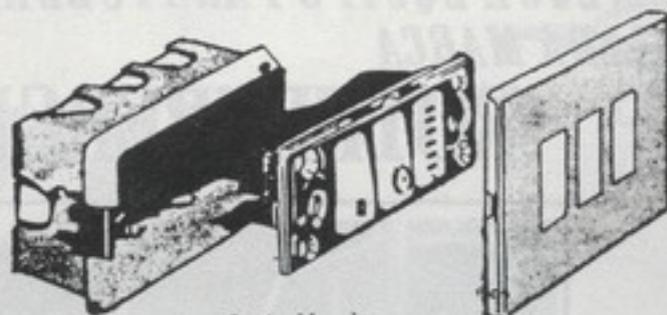


Serie Domino



Serie Superficial

**Fabricantes y Representantes Exclusivos
de
Accesorios eléctricos para casas e industrias**



Serie Magic

Parque Regional Industrial

Heredia-Costa Rica

Apartado 62

TELEFONO 37-02-73

Seguridad es nuestro más importante producto

CARLOS M. MUÑOZ MENDEZ S.A.

CONTRATISTA

TEL: 21-87-73 AP. 5851

- URBANIZACIONES
- MOVIMIENTOS DE TIERRA
- ALQUILER DE EQUIPO PESADO
- CONSTRUCCION DE CARRETERAS

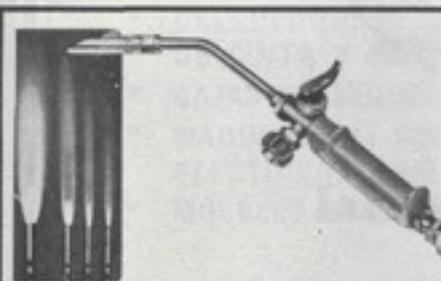


Maquinaria trabajando en Ingenio Taboga (Cañas, Guanacaste).

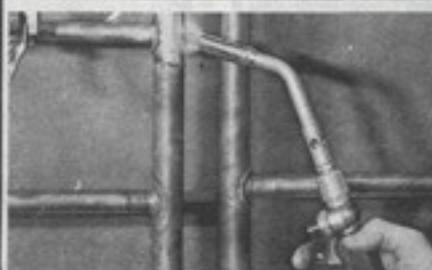
AVENIDA 14 CALLES 7 y 9 No. 725 SAN JOSE, C.R.

OFRECEMOS EL MEJOR EQUIPO PARA TUBERIA DE COBRE DE LA PRESTIGIADA MARCA

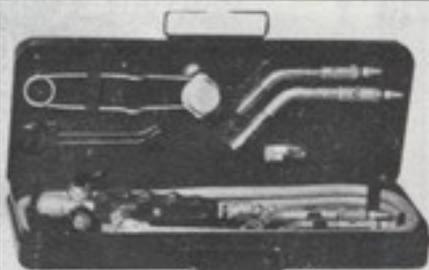
ROTHENBERGER®



Equipo de Soldar "AIRAC", solo para acetileno, hasta 2350° C con mezcla automática de aire-acetileno. Equipo portatil para toda clase de soldaduras.



Equipo "AIRPROP" un equipo nuevo para soldar a alta temperatura, cámara de combustión a turbina. Aspira el aire junto con el gas. Consigue la mezcla y volumen necesario de oxígeno.



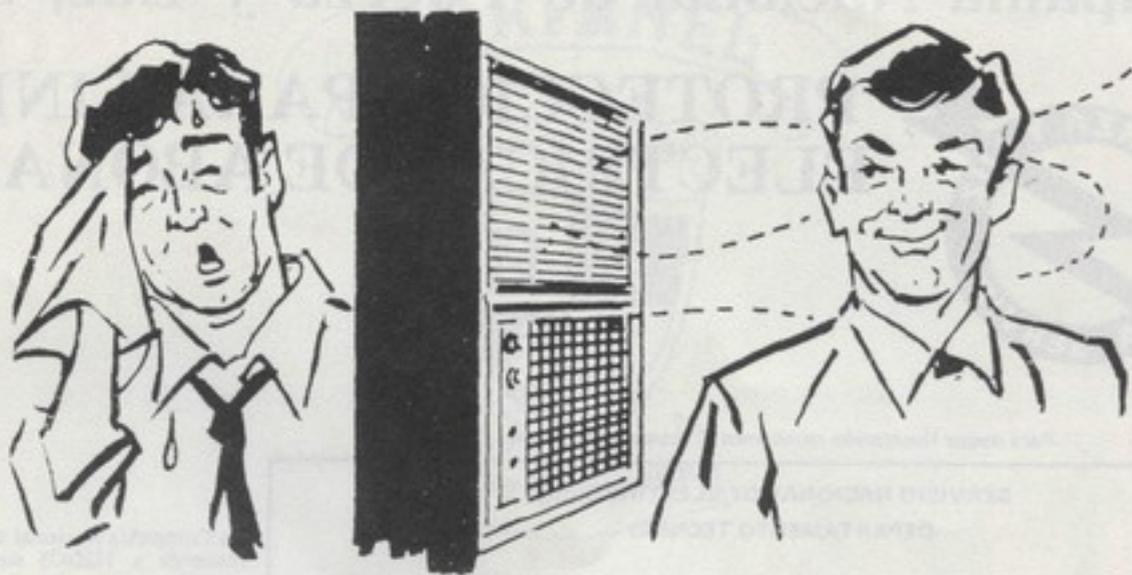
VENTAJAS:

- Sólo una botella
- llama fuerte de
- alta temperatura
- cambio rápido de boquillas.

**GARANTIZADOS!
VISITENOS!**

MILLER HNOS. LTDA.

TELEFONOS: 22 - 43 - 83 — 22 - 44 - 83 — APARTADO: 2890



**LLAME POR UN EXPERTO
EN CLIMATIZACION:**

aire acondicionado



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

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

Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A.

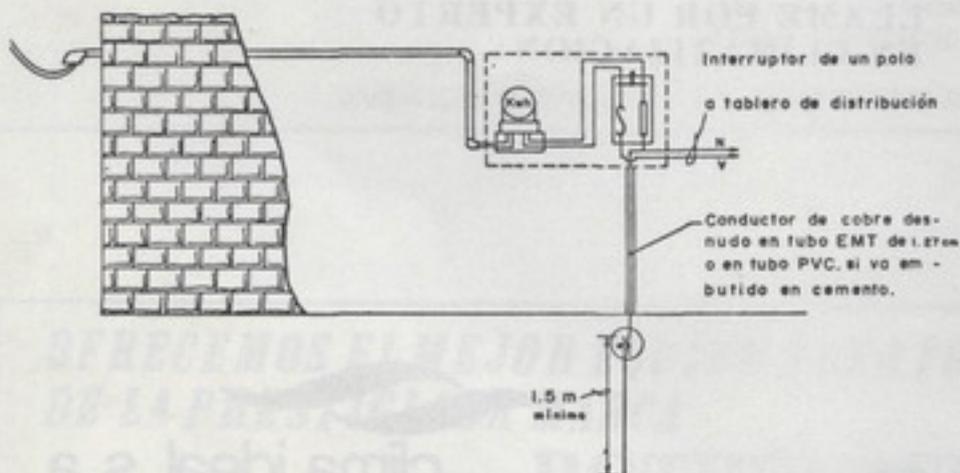


PROTECCION PARA LINEAS ELECTRICAS DE ABONADOS

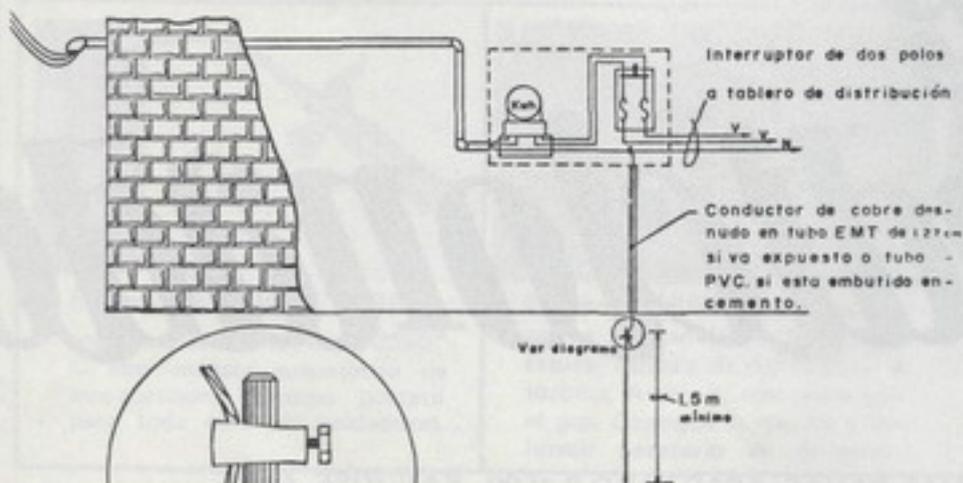
Para mejor Ilustración ofrecemos el presente diagrama:

SERVICIO NACIONAL DE ELECTRICIDAD
DEPARTAMENTO TECNICO

DIAGRAMA EXPLICATIVO SOBRE CONEXION DEL NEUTRO A TIERRA SISTEMA 110 VOLTIOS



SISTEMA 220 VOLTIOS TRIFILAR



La Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A. recuerda a **TODOS** sus abonados que de acuerdo con lo estipulado por el Código Eléctrico vigente, el **SERVICIO NACIONAL DE ELECTRICIDAD** exige que todas las instalaciones eléctricas estén convenientemente protegidas con los equipos especiales recomendados para cada caso. En la Gaceta No.2074 del 10 de mayo de 1973 aparece una publicación del Servicio Nacional de Electricidad que textualmente dice:

"No serán responsabilidad de la Empresa, los daños que ocurran en las instalaciones y equipo de los abonados, como consecuencia de fallas en el suministro de energía eléctrica, cuando el abonado no cuente con los dispositivos de protección exigidos por el Código Eléctrico en vigencia, tales como tierras, protecciones térmicas, diferencias, etc. **POR LO TANTO NUESTRA EMPRESA NO SE HARA RESPONSABLE POR DAÑOS QUE OCURRAN EN INSTALACIONES O ARTEFACTOS ELECTRICOS QUE NO CUENTEN CON LOS EQUIPOS DE PROTECCION EXIGIDOS O QUE TENIENDOLOS NO HAYAN OPERADO AL MOMENTO DE OCURRIR LA FALLA, COMO CONSECUENCIA DE ERRORES DE CONEXION O DEFICIENCIA EN SU MANTENIMIENTO.**

Todo servicio eléctrico deberá estar conectado a tierra en el interruptor de cuchilla (switch) colocado junto al medidor, (se recomienda **NO** usar fusible en la línea neutra, sino un alambre de cobre de grueso calibre) por medio de una varilla de **COBRE, COOPERWELD** o cualquier otro metal de buenas características conductoras, de no menos de 1.50 metros de largo, enterrada completamente y unida al neutro general (Negativo) por medio de un trozo de cable o alambre No.3, desnudo metido en un tubo metálico de 1.25 centímetro (1/2") mínimo tal como se muestra en el diagrama que reproducimos en este aviso. En caso de duda sírvase consultar su problema con un electricista competente.

Se recomienda no encender simultáneamente la totalidad, o gran parte, de los artefactos de alto consumo tales como cocina, planchas, calentadores instantáneos de agua, lavadoras, secadoras de ropa, etc. con el objeto de **NO** recargar las instalaciones eléctricas.



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

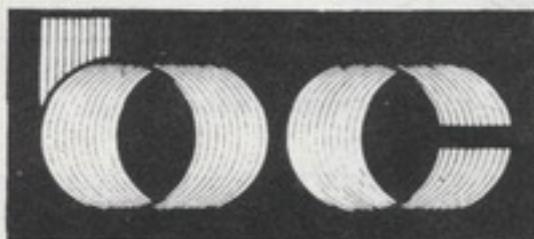
A LOS SEÑORES

CONSTRUCTORES Y CONTRATISTAS

LES OFRECEMOS NUESTROS SERVICIOS DE
GARANTIAS DE PARTICIPACION Y CUMPLIMIENTO

ASI COMO:

- AVALES Y GARANTIAS DE PAGO
- FIDEICOMISOS
- COBRANZAS
- ORDENES DE PAGO
- CAMBIO DE MONEDA EXTRANJERA
- CREDITO DE TIPO COMERCIAL



NUEVO HORARIO:

Lunes a Viernes 7:30 a 11:30 A. M.

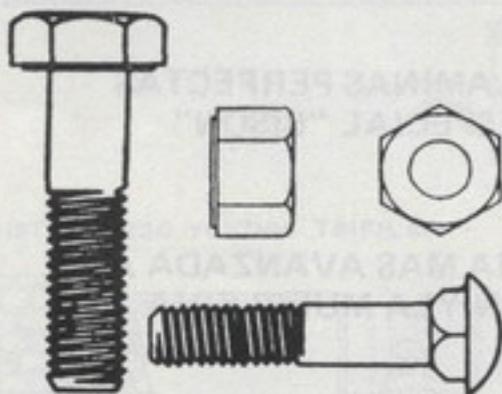
1:30 a 6:00 P. M.

Sábados de 8:30 a 12 P. M.

Banco de la Construcción S.A.

TELEFONOS: 22-11-53 – 22-05-35 – 21-82-10 AP: 5099

EDIFICIO CENTRO COLON, PASEO COLON



TUERCAS TORNILLOS Y PERNOS

PARA SUS ORDENES LLAME A

TELS: 37-06-03 37-04-85

APDO: 10065, SAN JOSE – COSTA RICA

TUERCAS Y TORNILLOS TICOS S.A.

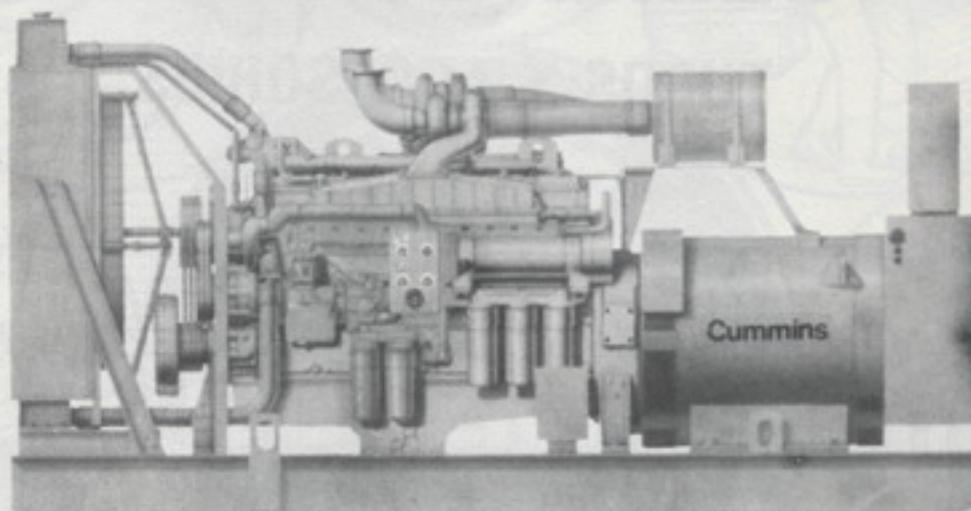
SAN FRANCISCO DE HEREDIA

200 Metros Este, del cruce, San Antonio de Belén

MENOS TIEMPO PERDIDO MENOS GASTO DE MANTENIMIENTO MENOS INVERSION...

con plantas eléctricas

Cummins diesel



GRANDES E IMPORTANTES EDIFICIOS SE HAN GARANTIZADO UN SERVICIO ELECTRICO DE EMERGENCIA CON LAS SEGURAS Y EFICIENTES PLANTAS ELECTRICAS CUMMINS DIESEL.

EL DISTRIBUIDOR CUMMINS TENDRA MUCHO GUSTO DE SUPLIRLE ESPECIFICACIONES Y LITERATURA.
PLANTAS ELECTRICAS CUMMINS DIESEL EN CAPACIDADES DE 100 A 800 KW.

Distribuidores Exclusivos



Frente a la Plazoleta La Soledad - Teléfono: 22-24-66 - Apdo. 559, San José.

ENRIQUE MONGE FERRETERIA

OFRECE

TUBERIA DE COBRE

TUBOS Y ACCESORIOS

Tel. 22-46-47 Ap. 6761



EL MUNDO DE LA DECORACION

AHORA PONE A SU DISPOSICION
UN PROFESIONAL QUE PROYECTARA
SU DECORACION Y ADEMAS LE OFRECE :

ALFOMBRAS
CORTINAS
MUEBLES DE OFICINA
VINILES PARA PISO
PINTURAS

TAPICES PARA PAREDES
DE NUESTRO REPRESENTADO EXCLUSIVO

Wall - Co Int

SOLICITE UN ASESOR AL 25-64-73
EDIFICIO GIACOMIN-LOS YOSÉS
100 N y 50 Oeste de Almacén Electra



Use la protección adecuada

Proteja sus manos contra astillas y clavos



Fijese por donde camina



...si es carga pesada...



Pida ayuda



Evite los majonazos



Limpie el piso



Busque el mejor punto de agarre



Doble las rodillas al agacharse

MADERAS TICAS S.A.

**LE OFRECE TRES EMPRESAS UNIDAS
PARA SERVIRLE MEJOR**

DEPOSITO

Maderas finas en trozas y aserradas a los mejores precios.

CONTAMOS CON AMPLIA ZONA DE PARQUEO.

También le ofrecemos materiales para la construcción.

150 METROS NORTE DEL REFUGIO CARRETERA A DESAMPARADOS.

Tels: 26-61-43 26-42-15 y 26-61-33

TAJO HNOS RAMIREZ GONZALEZ

Pozos de Santa Ana - 1-1/2 Kms de la Escuela.

Tels: 26-61-43 26-42-15 y 26-61-33

ASERRADERO Y DEPOSITO HNOS RAMIREZ GONZALEZ

Maderas en trozas y aserradas. Damos servicio de aserrío

A MUY BAJOS PRECIOS

Cartago 100 metros Sureste de la Intersección a Pérez Zeledón.

TELEFONO: 51-18-14

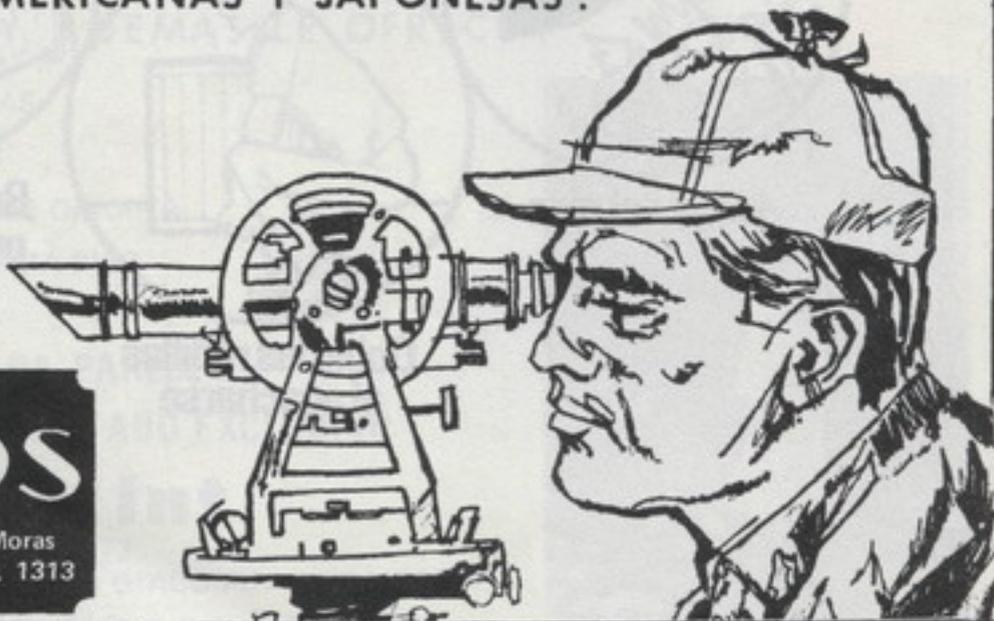
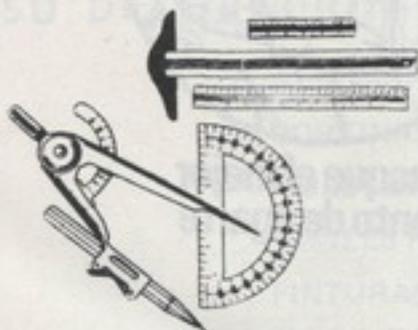
Le ofrece arena corriente, arena fina especial para repellos, hormigón y lastre.

LE PONEMOS EL MATERIAL QUE NECESITE DONDE DESEE

MATERIALES DE PRIMERA A MUY BAJOS PRECIOS.

TEODOLITOS SUIZOS "KERN" TRANSITOS JAPONESES "YAMANO"

INSTRUMENTOS DE DIBUJO PARA INGENIEROS Y ARQUITECTOS
DE LAS MEJORES MARCAS EUROPEAS
AMERICANAS Y JAPONESES.



Librería

TREJOS

Avenida Central-Cuesta de Moras
Tel: 21-70-55 Apartado No. 1313

CONSTRUCTORA ZAMORA y QUIROS Ltda.

ZAYQUI LTDA

GERENTE
JOSE ZAMORA MADRIGAL

SUB-GERENTE
JOSE A. ZAMORA QUIROS



ASI AVANZA EL PROYECTO
INTERAMERICANA-EL ROBLE-
CALDERA

TELEFONOS:
41 05 57 y 41 17 60

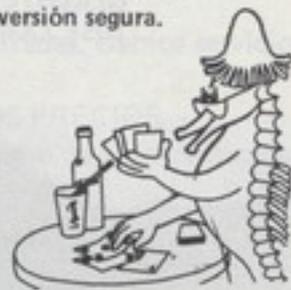
OFICINAS:
LA RIBERA DE BELEN



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 tenis, 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

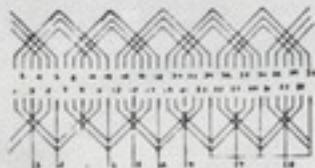
UN SUEÑO HECHO REALIDAD

TALLER B. LA CRUZ

BOBINADO de MOTORES ELECTRICOS

SEÑORES CONSTRUCTORES Y EMPRESARIOS

Cuando tenga problemas con plantas y motores eléctricos



VISITENOS O LLAMENOS y gustosamente lo atenderemos Electricistas Vocacionales con Asesoramiento Profesional terminarán con sus problemas.

27 13 50

Avenida 24 Calles 11 y 13 Casa No. 1115
100 metros Sur Costado Sur-Este del
NN Ministerio de Obras Públicas
Barrio La Cruz San José



SERVIMOS A DOMICILIO
Llevamos Historial de todo Motor que Reparamos

GERARDO MIRANDA
OMAR GUERRERO

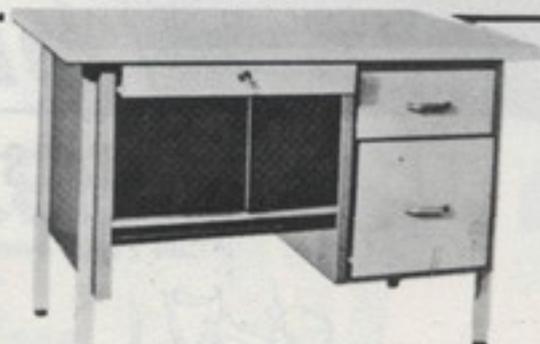
TECNICOS ELECTROMECHANICOS

JORGE G. LIZANO S.
Ingeniero Electricista.

**LE OFRECEMOS
UNA NUEVA DIMENSION EN
MUEBLES DE METAL
PARA SU OFICINA...**

que le ayudarán en una mayor eficiencia de su trabajo y el de su personal.

Colores y estilos modernos para combinar con la decoración de su oficina.



ESCRITORIO SECRETARIA DORICA

Cuerpo de metal, patas de tubo cuadrado, 2 gavetas al lado derecho, una tipo archivo carta, y una gaveta central con llavín automático para todas.



ARCHIVADORES TIPO CARTA Y LEGAL.

De 4 gavetas. Rieles telescópicos montados en cojinetas de bolas. Cerradura para las cuatro gavetas. Prensas fuertes.



PORTA PLANOS:

Con rodines o con niveladores, capacidad para 50 planos de diferentes medidas.



SILLON EJECUTIVO

Construído de tubo cuadrado. Brazos tapizados o en formica. Giratoria y reclinable, graduador de altura, rodines de lujo. Espuma de uretano. Varios colores.



SILLA SECRETARIA RECLINABLE.

Ajuste de altura para el asiento y para el respaldo. Asiento reclinable, giratoria, espuma de uretano, tapices de primera, rodines de lujo.

FABRICA DE MUEBLES DE METAL



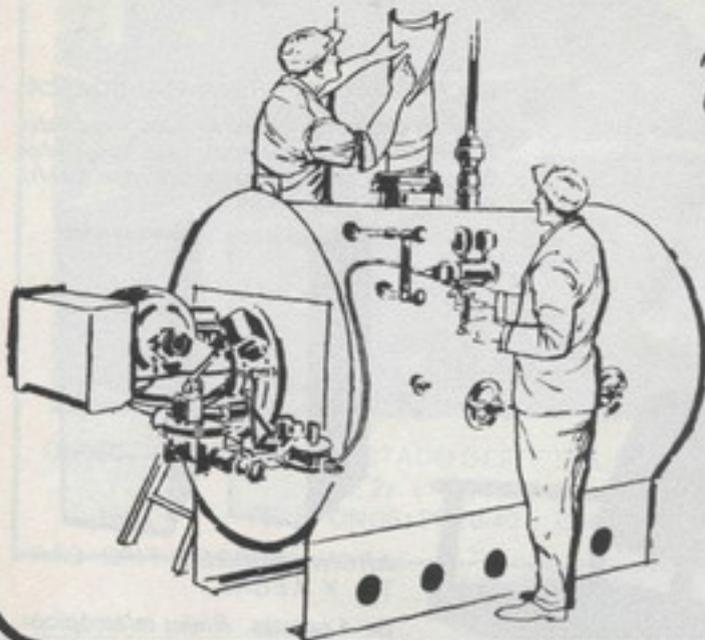
TELEFONOS: 35-44-71 y 35-45-06
APDO. 175 - SAN JOSE, COSTA RICA

TIBAS-200 M. ESTE y 100 M. NORTE DE
ESQUINA NORTE DE LA IGLESIA

SETEC

Servicios Técnicos, S. A.

Teléfono: 22-11-11 - Apartado 4366
Calle 2 entre Avenidas 12-14 - San José, Costa Rica



*Todo en Calderas
York-Shipley*

Stok completo de
REPUESTOS
Servicio de
MANTENIMIENTO

CEMENTOS DEL PACIFICO S.A.

Empresa Subsidiaria de



CORPORACION COSTARRICENSE DE DESARROLLO

OBJETO DEL PROYECTO: Producción de cemento en el país, evitando el drenaje de divisas por más de US \$60 millones que representaría su importación en los primeros cinco años de actividad de la planta.

UBICACION: En la zona de Colorado de Abangares, Guanacaste.

INVERSIONES: Corporación Costarricense de Desarrollo, y el Banco Exterior de España.

CAPACIDAD DE PRODUCCION: 1.300 toneladas diarias de cemento Portland.

INICIACION DE LA PRODUCCION: 1º de Octubre de 1979.

MERCADOS: Principalmente Costa Rica y el área centroamericana.

OCUPACION: 185 personas.

PROPIEDAD DEL CAPITAL: 100% costarricense, en la actualidad de CODESA y próximamente con participación del Sector Privado.

Su tarjeta Diners...



le abre las puertas de los mejores
establecimientos de Costa Rica y el mundo.

VENTAJAS DE POSEER LA TARJETA DINERS CLUB*

SEGURIDAD: Con su tarjeta Diners Club usted no necesita portar efectivo ni en Costa Rica ni en el exterior.

CONVENIENCIAS:

1) En Costa Rica: Más de 700 establecimientos en todo Costa Rica, incluyendo Hoteles, Restaurantes, Tiendas, Discotheques, etc., le permitirán disfrutar de fines de semana, vacaciones y compras más placenteras con su tarjeta Diners.

2) En el Exterior: Más de 600,000 establecimientos afiliados al Diners Club le permitirán obtener lo que usted quiera.

CONTROL DE SUS PAGOS: Nuestras tarjetas adicionales permiten que tanto usted como su Señora y sus hijos reúnan sus cuentas en un solo estado.

DISTINCION: El portador de tarjeta Diners Club es reconocido mundialmente como persona de gran solvencia moral y económica.



DINERS CLUB

TARJETAS DE CREDITO DE COSTA RICA S.A.
TELEFONOS: 22-46-19 21-00-78
APARTADO 3765
CONTIGUO CHALET SUIZO - SAN JOSE, C.R.

Ley Orgánica del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos.

APROBADA 17 DICIEMBRE 1971
Nº 4925



CAPITULO VI

Del Pago de las Cuotas

Artículo 15.— El miembro que no pague a tiempo las cuotas anuales que el Colegio Federado imponga de acuerdo con el Reglamento, perderá temporalmente su calidad y por lo tanto los derechos establecidos en esta ley. Recuperará sus derechos y cuando pague las cuotas atrasadas más un 25 o/o en concepto de multa. Cuando las cuotas atrasadas cumplan un período de tres años o más, la reincorporación del miembro del Colegio Federado requerirá la aprobación de la Asamblea de Representantes, previa satisfacción de los requisitos que al efecto establece el reglamento.

CAPITULO VII

De la Organización del Colegio Federado

Artículo 16.— El Colegio Federado estará integrado por los siguientes Colegios y Organismos:

a) Colegios:

- 1) Colegio de Ingenieros Civiles, que incluye a los Ingenieros Civiles, Ingenieros Topógrafos, Ingenieros Geodésicos, Ingenieros de Minas y afines.
- 2) Colegio de Arquitectos, que incluye a los arquitectos, arquitectos paisajistas y afines.
- 3) Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales, que incluye a los ingenieros electricistas, ingenieros mecánicos, ingenieros mecánicos administradores, ingenieros mecánicos electricistas, ingenieros industriales, ingenieros electrónicos y afines.

b) Organismos:

- 1) Asamblea de Representantes.
- 2) Junta Directiva General.

Artículo 17.— El gobierno del Colegio Federado lo ejercerá la Asamblea de Representantes, que es

su organismo superior, y la Junta Directiva General, que representarán a todos los colegios.

Artículo 18.— La Asamblea de Representantes del Colegio Federado estará integrada por los miembros de las diferentes Juntas Directivas de los colegios y diez delegados por cada uno de los colegios.

Artículo 19.— Toda Asamblea de Representantes será convocada por aviso escrito que deberá ser publicado en "La Gaceta" una vez. Deberán mediar no menos de cinco días entre la publicación y la fecha de la Asamblea. También se publicará la convocatoria por lo menos en un diario de circulación nacional con dos días de anticipación.

Artículo 20.— El quórum para la Asamblea de Representantes ordinaria o extraordinaria, estará formado por no menos de nueve representantes de cada uno de los colegios. Cada representante tendrá derecho a voz y voto. En caso de que en dos convocatorias consecutivas no se alcance el quórum requerido, se sesionará la siguiente vez con los miembros asistentes, pero en ningún caso, con menos del 25 o/o del total de los representantes. La segunda y tercera convocatorias se podrán efectuar simultáneamente.

Artículo 21.— La Asamblea de Representantes se reunirá ordinariamente una vez al año en el mes de noviembre, para conocer los siguientes asuntos:

- 1) El informe de la Junta Directiva General.
- 2) El programa de trabajo y el presupuesto del Colegio Federado para el siguiente año.
- 3) Cualquier otro asunto que sea de su competencia.

Artículo 22.— La Asamblea de Representantes se reunirá extraordinariamente cuando sea convocada por acuerdo de la Junta Directiva General, o a solicitud escrita de cualquiera de las Juntas Directivas de los colegios o de no menos de siete representantes; dicha solicitud deberá ser dirigida a la Junta Directiva General, la que deberá hacer la convocatoria dentro de los treinta días siguientes. En las Asambleas de Representantes extraordinarias sólo podrán ser conocidos los asuntos expresamente indicados en la convocatoria.