



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN
INGENIERIA**



V N A M

“SISTEMA DIGITAL PARA MEDICION DE LA SALINIDAD DEL AGUA”

T E S I S

Para obtener el título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Que presentan:

**José Luis Fernández Pérez
Rodolfo Zárate Vargas**

Director de Tesis: ING. ANTONIO HERRERA MEJIA

1980



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

P R O L O G O

Durante la vida cotidiana de todo individuo que habita en las grandes concentraciones urbanas, se ve relacionado con elementos vitales para su existencia, como son el aire, el sol y el agua. --
Mándonos cuenta de la importancia que poseen éstos elementos, enfocamos nuestro estudio hacia el agua, específicamente hacia el agua salina, ya que ésta ocupa la mayor parte del planeta.

Por otra parte, debido a la necesidad existente de un equipo electrónico más completo en laboratorios de investigación científica referentes al estudio de aguas marinas, nos inclinamos a realizar un diseño, con perspectivas a la construcción de un instrumento que midiese de una forma digital el grado o cantidad de salinidad que poseen las aguas marinas que se desean estudiar. Además, - la medición de esta cantidad de sal en las soluciones, este instrumento ayuda al químico en su laboratorio, al biólogo para estudiar los efectos que produce al cambiar el grado de salinidad en el ecosistema marino, y a la ciencia de la Oceanografía.

La medición de la Salinidad es realizada de una manera simple y rápida, utilizando los avances de la tecnología electrónica, buscando con esto solucionar las dificultades que se tienen con aparatos costosos, de difícil transporte y con presentación todavía analógica.

La selección de los componentes, son de vital importancia en la elaboración de cualquier instrumento, pues a través de ellos se obtienen las señales que dan origen a la medición del parámetro requerido, que para esta tesis es la medición de la Salinidad del Agua en una forma Digital, en un rango específico.

La tecnología electrónica no tiene límites en todas y cada una de las aplicaciones que se le desee dar, pues el creciente aumento de investigaciones en casi todas las ramas de las ciencias experimentales. Consideramos necesario contribuir a ello, aplicando los conocimientos de electrónica en la creación de este diseño.

Para la realización de esta tesis, se realizaron investigaciones concernientes al tema de Salinidad, y especialmente a que es-

ta propiedad se pudiese medir eléctricamente y no químicamente como se realiza comúnmente con resultados que dejan mucho que desear, en contrando que la forma más efectiva de realizar dicha medición es mediante la Conductividad Eléctrica, la cual se encuentra influida grandemente por el factor Temperatura, ya que como se verá más adelante juega un papel muy importante en las mediciones que se quieran realizar.

Se hace notar que en la elaboración de éstos capítulos teóricos no se pretende complicar dicho estudio, mencionando solamente los fenómenos conductométricos existente, explicando únicamente los conceptos básicos relacionados, a manera que éste análisis no sea tedioso. En este trabajo, se encuentran explicados los factores y variables más importantes que afectan de una manera directa a la medición de la "Salinidad del Agua".

La estructura de esta tesis, está dividida en siete capítulos y algunos apéndices. En el capítulo primero, se implanta todo lo concerniente al tema principal, que es la "Salinidad del Agua" generalmente marina; en el segundo, se hace una referencia esencialmente eléctrica para medir esta propiedad marina por medio de la Conductividad. En el siguiente capítulo, se interrelacionan los dos anteriores para dar una adecuada aplicación eléctrica, dicho capítulo se titula Diseño. En el capítulo cuatro, se presentan todos los medios electrónicos para llevar a cabo su Construcción, en el cual se incluyen sus circuitos, sus diagramas, e incluso su circuito impreso. El siguiente, la Aplicación a que puede ser sujeto el instrumento elaborado, en las distintas áreas en que se pueda emplear. El capítulo seis, se trata brevemente los métodos de Desalación que se emplean para este propósito. Este último capítulo es de interés, ya que el mar representa una fuente para suministrar de agua potable a las ciudades que se encuentran cerca de él, haciendo su agua salada en potable, es decir, que su contenido de sales sea de $0.5 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ (partes por mil), para que sea potable.

Al final de esta tesis, se presentan una serie de Apéndices, que serán de alguna utilidad para aquellos que se interesen por conocer otros aspectos electrónicos.

Los autores de esta tesis, desean expresar su reconocimiento a las siguientes firmas que han colaborado a que fuera posible la elaboración de esta tesis: Beckman Instruments, Water Treatment Systems, Oceanography International Corporation, Proveedora Electrónica, Radio Corporation of American, Hamlin y Omega Engineering Co.

Así mismo, queremos ofrecer nuestro más sincero agradecimiento a los Ingenieros: Andrés Fernández de Lara, José Arradondo Ledesma, y a nuestro asesor Antonio Herrera Mejía por la valiosa colaboración que nos brindaron con sus consejos y conocimientos, los cuales nos sirvieron de base para la realización de esta Tesis.

Finalmente, desde este momento, agradecemos a todos los que de una u otra forma colaboraron con sus sugerencias y críticas constructivas, contribuyendo de esta manera, al mayor esplendor de esta apasionante rama de la ELECTRONICA

CONTENIDO

Prólogo:	i
Capítulo I. SALINIDAD	
Aspecto General	1
Composición de los Ríos y del Océano	2
Distribución y Clasificación	5
Propiedades y Parámetros del Agua de Mar	9
Definiciones de la Salinidad	13
Capítulo II. CONDUCTIVIDAD	
Conductividad Electrolytica	17
Circuito Puente	19
Puente de Wheatstone	20
Puente de Conductancia de Corriente Alterna	21
Conductividad Eléctrica	23
Celdas de Conductividad	23
Registro de la Conductividad	25
Aplicaciones de la Conductividad	25
Técnicas de Medición	27
Capítulo III. DISEÑO	
Instrumentación	30
Naturaleza de una Medición	31
Selección de un Método de Medición	32
Control de Variables	33
Formas de Medición	33
Desarrollo del Diseño	34
Idea General	35
Fuente de Alimentación	36
Pila Alcalina de Manganeso	37
Ventajas en su Uso	37
Estructura de la Pila Alcalina	37
Diferencias entre Pilas Alcalinas de Manganeso y Pilas de Cinc-Carbón	41
SISTEMA ANALÓGICO	43
Puente de Wien	44

Transductores:	47
Termistores	47
Termistores no Lineales	48
Termistores Lineales	50
Celda de Conductividad	54
Polarización de la Celda de Conductividad	56
Compensación de Temperatura	57
Modelo Eléctrico	60
Calibración de la Celda	61
Amplificadores Diferenciales:	63
Amplificador Diferencial CA3054	65
Amplificador Diferencial CA3000	67
SISTEMA DIGITAL	68
Circuito Integrado ICL7106	69
Convertidor A/D 7106	74
Sección Analógica:	75
1. Fase de Auto-Zer	75
2. Fase II: Señal de Integración	76
3. Fase III: Desintegración	77
Salida STATUS	79
Entrada RUN/HOLD	79
Flip-Flop de Cruce de Cero	81
Común Análogo	82
Prueba	83
Sección Digital:	84
Sistema de Tiempo	85
Entrada Diferencial	86
Referencia Diferencial	86
Selección del Valor de los Componentes	87
1. Resistencia de Integración	87
2. Capacitor de Integración	87
3. Capacitor de Auto-Zero	88
4. Capacitor de Referencia	88
5. Componentes del Oscilador	89
6. Voltaje de Referencia	89
7. Alimentación	89

Mostrador Numérico	91
Mostrador Emisor de Luz	91
Mostrador de Cristal Líquido	92
Circuito Integrado CD4011	95
Capítulo IV. CONSTRUCCION	
Introducción General	97
Componentes	99
Batería	101
Sistema Analógico	102
Descripción del circuito	102
Oscilador Puente de Wien	103
Funcionamiento	103
Distribución de los Componentes	104
Elaboración del Circuito Impreso	104
Montaje de los Componentes	104
Sistema Digital	107
Descripción del Sistema Digital	108
Mostrador Digital	112
Montaje final	115
Panel Frontal	115
Costo del Instrumento	115
Operación del Instrumento Digital	118
Mantenimiento del Instrumento	119
Mantenimiento de la Celda de Conductividad	120
Capítulo V. APLICACIONES DEL SALINOMETRO DIGITAL	
Aplicación en los vegetales	122
Aplicación en los Animales	123
Aplicación en la Agricultura	126
Aplicación en la Industria	127
Capítulo VI. DESALACION	
Introducción	128
Desalinación	129
Métodos de Desalación	129
Plantas de Conversión de Aguas Salinas	130
Costos de Conversión	132

Destilación en Corrientes de Vapor de Etapas	
Múltiples	133
Plantas Desaladoras Solares	134
Aspecto Político del Mar Territorial	136
Aspecto Político de la Salinidad	136
CONCLUSIONES	137
Apéndice A. Circuitos Integrados	
Clases de Circuitos Integrados	139
Técnicas de fabricación de los C.I.	142
Partes del Circuito Integrado	142
Sustrato	142
Elementos del Circuito	143
Interconexiones	143
Elementos del Circuito Integrado	144
Elementos de Circuito Monolíticos	144
Elementos Metal-Oxido-Semiconductor	147
Elementos de Circuito de Película Delgada	148
Aislamiento entre los Elementos del C.I.	150
Circuito Integrado CMOS.	152
Apéndice B. Mostrador de Cristal Líquido	
¿Qué es un MCL?	153
Estructura Interna de un MCL	153
Apéndice C. Transductores Eléctricos	
Métodos Analógicos y Digitales	156
Métodos Básicos de Medidas Analógicas	156
Clasificación de los Transductores	158
Terminología	159
Apéndice D. Soldadura Eléctrica	
Historia	161
Principios de la Soldadura	161
Herramientas para Soldar	162
La Pistola de Soldar	163
Materiales	163
Fundentes	164
Resina o Rosin Orgánica	164
Soldadura de Circuitos Impresos	165

Apéndice E. El Espectro Audible	166
Apéndice F. Símbolos Transferibles para Elaborar Circuitos Impresos	167
Apéndice G. Símbolos Electrónicos	168
Apéndice M. Botella Nansen	169
Apéndice I. Clasificación de las Aguas por su Concentración de Sal	170
Apéndice J. Unidades	171
Apéndice K. Constantes Astronómicas y Terrestres	172
Glosario de Términos:	
Electrónica	173
Química y Oceanografía	181
Bibliografía	188

S A L I N I D A D

Aspecto General

Todo mundo conoce que el agua de mar es salada, pero lo que probablemente no es del conocimiento común, es de que contiene una variada colección de sustancias químicas en solución, como son minerales, sustancias orgánicas, partículas insolubles suspendidas y gases disueltos.

El agua de mar es una solución sumamente compleja, ya que su composición está determinada por un equilibrio entre las proporciones de soluto que se añaden o pierden, la evaporación y el aporte de agua dulce. Los solutos se están añadiendo continuamente al agua principalmente, por la disolución proveniente de las rocas de los continentes a través de los procesos de erosión, llegando al mar eventualmente agua por precipitación. Otras fluctuaciones aunque menores, se producen a través de los procesos biológicos de los microorganismos que toman o dejan en libertad a determinados solutos.

El estudio de estas sustancias es una tarea ardua y de profundo estudio, pues de los 103 elementos que se encuentran en la naturaleza, de los cuales 92 han sido determinados analíticamente en el agua del mar y en los ríos (tabla 1). De los 11 elementos restantes, no han sido detectados por sus bajas concentraciones.

De los elementos anteriores, se toman principalmente aquellos que tienen una mayor concentración en el agua de mar, distinguiéndolos en dos grupos, es decir, constituyentes principales y constituyentes secundarios, los cuales toman como base 1 gramo de partículas en 1 kilogramo de solución marina (g/Kg).

Tabla 1

2

COMPOSICION DE LOS RIOS
Y
DEL OCEANO

Número Atómico	Elemento	Agua del mar (µg/l)	Ríos (µg/l)
1	Hidrógeno	$1,10 \times 10^8$	$1,10 \times 10^8$
2	Helio	0,0072	•
3	Litio	170	3
4	Berilio	0,0006	•
5	Boro	4450	10
6	Carbono (inorgánico) (orgánico disuelto)	28000 500	11500 •
7	Nitrógeno (N_2 disuelto) (en forma de NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ y orgánico disuelto)	15000 670	• 226
8	Oxígeno (O_2 disuelto) (en forma de H_2O)	6000 $8,83 \times 10^8$	• $8,83 \times 10^8$
9	Flúor	1300	100
10	Neón	0,120	•
11	Sodio	$1,08 \times 10^7$	6300
12	Magnesio	$1,29 \times 10^6$	4100
13	Aluminio	1	400
14	Silicio	0-2900	6100
15	Fósforo	0-88	20
16	Azufre	$9,04 \times 10^5$	5600
17	Cloro	$1,94 \times 10^7$	7800
18	Argón	450	•
19	Potasio	$3,92 \times 10^5$	2300
20	Calcio	$4,11 \times 10^5$	15000
21	Escandio	0,0004	0,004
22	Titanio	1	3
23	Vanadio	1,9	0,9
24	Cromo	0,2	1
25	Manganeso	1,9	7
26	Hierro	3,4	670
27	Cobalto	0,05	0,1
28	Níquel	2	0,3
29	Cobre	2	7
30	Cinc	2	20
31	Galio	0,03	0,09
32	Germanio	0,06	•
33	Arsénico	2,6	2
34	Selenio	0,090	0,2
35	Bromo	67,300	20
36	Criptón	0,21	•
37	Rubidio	120	1
38	Estroncio	8100	70

• No se dispone de datos ni cálculos.

Tabla 1 (Cont.)

Número Atómico	Elemento	Agua del mar (µg/l)	Ríos (µg/l)
39	Itrio	0,013	0,07
40	Circonio	0,026	a
41	Niobio	0,015	a
42	Molibdenu	10	0,6
43	Tecnecio	(no existe naturalmente)	
44	Rutencio	0,0007	a
45	Rodio	a	a
46	Paladio	a	a
47	Plata	0,28	0,3
48	Cadmio	0,11	a
49	Indio	a	a
50	Estaño	0,01	a
51	Antimonio	0,33	2
52	Telurio	a	a
53	Yodo	64	7
54	Xenón	0,47	a
55	Cesio	0,30	0,02
56	Bario	20	20
57	Lantano	0,0034	0,2
58	Cerio	0,0012	(0,06)
59	Praseodimio	0,00064	0,03
60	Neodimio	0,0028	0,2
61	Promecio	(no existe naturalmente)	
62	Samario	0,00045	0,03
63	Europio	0,000130	0,007
64	Gadolinio	0,00070	0,04
65	Terbio	0,00014	0,008
66	Disproscio	0,00091	0,05
67	Holmio	0,00022	0,01
68	Erbio	0,00087	0,05
69	Tulio	0,00017	0,009
70	Merbio	0,00082	0,05
71	Lutecio	0,00015	0,008
72	Hafnio	<0,008	a
73	Tántalo	<0,0025	a
74	Tungsteno	<0,001	0,03
75	Renio	0,0084	a
76	Osmio	a	a
77	Iridio	a	a
78	Platino	a	a
79	Oro	0,011	0,002
80	Mercurio	0,15	0,07
81	Talio	<0,01	a
82	Plomo	0,03	3
83	Bismuto	0,02	a
84-89 y 91	(elementos de la serie de desintegración del Torio y el Uranio: Polonio, Astatino, Radón, Francio, Radio, Actinio y Protactinio)		
90	Torio	<0,0005	0,1
92	Uranio	3,3	0,3

Los componentes principales contenidos en el agua marina, forman el 99.9% de los materiales disueltos. La cantidad de éstos elementos disueltos es expresado en gramos/kilogramos de agua de mar (peso); es decir, que la cantidad de gramos de sales disueltas en 1000 gramos de agua de mar, se le llama SALINIDAD.

La Salinidad, también es expresada en partes por mil (‰). La amplitud total de la salinidad del océano abierto es desde 33 ‰ hasta 38 ‰.

La concentración media de los componentes principales del agua de mar con una salinidad de 35 ‰ está dada en la tabla 2.

Tabla 2
Composición del Agua de Mar (35 ‰ S)
Componentes Principales

Cationes	g/kg	Aniones	g/kg
Sodio	10.760	Cloruro	19.353
Potasio	0.387	Bromuro	0.067
Magnesio	1.294	Fluoruro	0.001
Calcio	0.413	Sulfato	2.712
Estroncio	0.008	Bicarbonato	0.142
		Boro	0.004

Culkin, 1965 en Chemical Oceanography, dirigido por Riley and Skirrow.

La tabla anterior enlista a los elementos del agua de mar de 35 ‰ de salinidad que existen principalmente, los cuales forman las sales que son predominantes en el océano, y que juntamente con el hidrógeno y el oxígeno, se complementan los 13 elementos principales.

El agua de mar cubre aproximadamente el 71% de la superficie de la tierra, más o menos una área de 361 millones de kilómetros cuadrados (139 millones de millas cuadradas).

I. Distribución

La distribución de la salinidad está determinada por procesos que toman lugar en la superficie del mar, y por las corrientes y las mezclas de aguas. Los procedimientos que toman lugar en la superficie del mar para ser considerados, son aquellos que disminuyen o aumentan la salinidad por una extracción o suma de agua fresca. La salinidad es disminuida por las lluvias, u otras formas de precipitación, el influjo de aguas frescas de la tierra y por los derretimientos de hielos. La salinidad es aumentada por la evaporación y por la formación de hielos, pues estos tienen un contenido muy bajo de sales.

La salinidad de la mayor parte del agua de los océanos es del orden de 34-36 ‰. Hay pequeñas variaciones que dependen de las estaciones meteorológicas y las posiciones en que son hechas las mediciones para las superficies isohalinas, que están en la fig. 11. Las altas salinidades están asociadas naturalmente en las zonas donde llueve poco, sobre todo si la circulación de agua es pequeña. Tales circunstancias se dan en el mar de los Sargazos en el Atlántico Norte y también en el Atlántico Sur en la Costa del Brasil, donde la salinidad en la superficie llega a ser de 37 ‰ aproximadamente. En latitudes en donde el deshielo, las precipitaciones abundantes y el arrastre de sedimentos procedentes de la tierra, unida a la baja evaporación, reducen la salinidad del agua de la superficie. En el Ártico, la salinidad de superficie fluctúa entre 28 y 33.5 ‰, teniendo en cuenta en hielo y el deshielo.

Las áreas marinas que están muy rodeadas por tierra, presentan considerables diferencias con el orden normal de las salinidades oceánicas. Por ejemplo, en el Báltico la adición de agua dulce reduce la salinidad hasta 20 ‰ en la región de Kattegat y desciende por debajo de 5 en el Golfo de Bothnia. En el Mar Negro, --

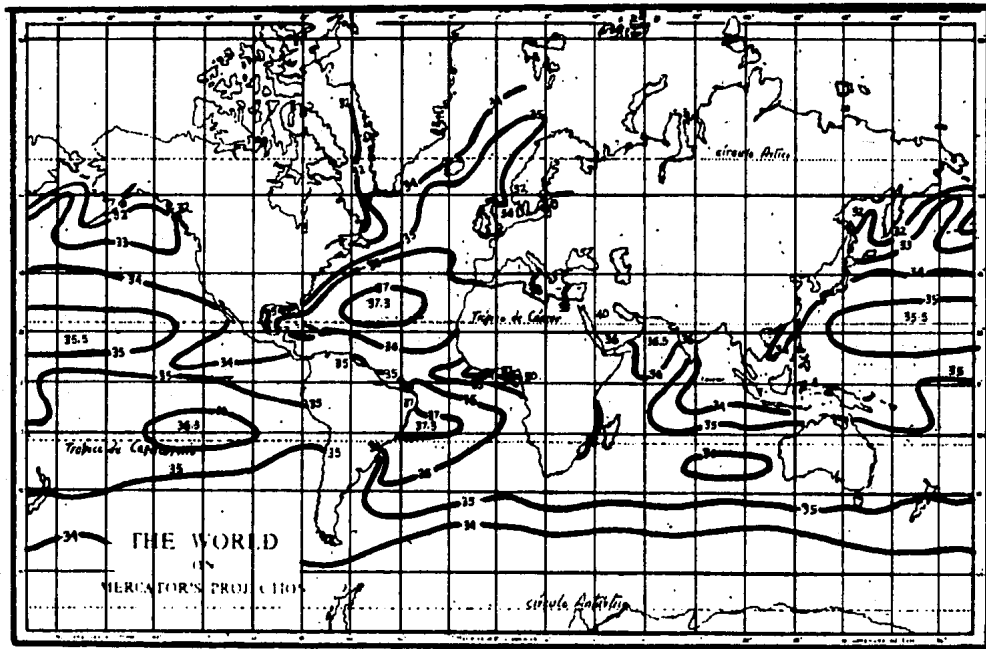


Fig. 1.1 — Posiciones aproximadas de las isohalinas medias anuales de Salinidad.

las lluvias y el desague del Danubio, Dniepper y el Dniester, hacen bajar la salinidad de la superficie hasta $18^{\circ}/\text{oo}$ ó más baja aún. - Esta capa de baja salinidad, produce lógicamente una zona de densidad menor, por encima de las capas de salinidades más altas, existiendo entre estas, zonas de transición que alcanzan desde las profundidades del Mar Negro hasta la superficie, produciendo las condiciones peculiares hidrográficas. En regiones calientes, las superficies de salinidades más elevadas, se encuentran en mares cerrados, debido a la rapidez de su evaporación. En la parte Este del Mediterráneo, la salinidad puede alcanzar $39^{\circ}/\text{oo}$, y en el Mar Rojo puede exceder de las $40^{\circ}/\text{oo}$.

La salinidad de las aguas neríticas está sujeta a fluctuaciones, debido a las variaciones en la velocidad de dilución del agua dulce procedente de la tierra. Las aguas de los ríos, contienen a menudo iones en proporciones muy distintas a las del agua de mar, y esto puede producir cambios apreciables en la composición del agua marina próxima a la boca del río.

Las diferencias en salinidades que contiene la profundidad del mar a las que se encuentran en la superficie de todos los océanos, cuya salinidad está entre 34.5 y $35^{\circ}/\text{oo}$, es aproximadamente la misma; ya que se ve afectada por la circulación de la profundidad del océano.

De todo lo anterior, podemos ver, que en los océanos abiertos, el contenido de sal en la superficie varía entre $32^{\circ}/\text{oo}$ y $38^{\circ}/\text{oo}$ de salinidad, pudiendo tomar el valor promedio como $35^{\circ}/\text{oo}$, con la inclusión de los mares, que fluctúan entre $0^{\circ}/\text{oo}$ y $41^{\circ}/\text{oo}$. En los océanos y los mares, el contenido mínimo y máximo de sales, están distribuidos de acuerdo a la Table 3.

Las diferencias considerables en las superficies salinas, son causadas por variaciones en el grado de evaporación, la cantidad de lluvia y el influjo de los ríos de aguas frescas, y en regiones polares por el derretimiento del hielo. En las capas profundas del océano, las variaciones en salinidad son muy pequeñas como a las cercanas a la superficie, pero son altamente significantes en su relación a la circulación general.

Tabla 3

Distribución de áreas con una máxima y mínima cantidad de sal en Océanos y Mares.

Océano	Regiones de máxima salinidad	Regiones de mínima salinidad
Atlántico	Latitudes del Norte: más de 37.5 ^o /oo S. Latitud Sur 15 ^o -20 ^o de las Costas del Brasil, arriba de 37 ^o /oo S.	Mar del Polo Norte: 32 a 20 ^o /oo S.
Indico	Mar Arábigo: sobre 36.5 ^o /oo S. Latitud Sur 30 ^o , Oeste de Australia: 36 ^o /oo S.	En el Noreste (Golfo de Bengala): abajo de 34 ^o /oo S.
Pacífico	Oeste y Suroeste de Las Islas del Hawaii sobre 35.3 ^o /oo S. 20 ^o Sur, en medio del océano; sobre 36.5 ^o /oo S.	En el Noreste: abajo de 33 ^o /oo S.
Región del Mar Antártico		Abajo de 34 ^o /oo S.
Mares		
Mar Mediterráneo Europeo	Area del Este: sobre 39 ^o /oo S.	
Norte del Mar Rojo	Golfo de Suez: sobre 41 ^o /oo S.	
Golfo Pérsico	Sobre 40 ^o /oo S.	
Mar Báltico		Parte media: 7 ^o /oo Norte del Golfo de Botania: abajo de 2 ^o /oo S.
Mar Negro		Abajo de 19 ^o /oo S. en el Noreste: 10 ^o /oo S.

Propiedades y Parámetros del Agua de Mar

Las propiedades físicas de estado del agua de mar son: densidad, presión, temperatura y salinidad. Los dos primeros son parámetros mecánicos; la temperatura, es un parámetro termodinámico; en cuanto a la salinidad que viene asociada a ella la conductividad eléctrica, son parámetros físico-químicos.

Densidad.

La densidad del agua de mar (g/cm^3), representa la masa contenida en la unidad de volumen. La densidad varía con la temperatura, la salinidad y la presión; es decir, cuando la densidad aumenta, la presión disminuye con el aumento de salinidad. Estos cambios en las propiedades físicas del agua causan una serie de consecuencias biológicas importantes, y una influencia significativa en gran escala de los procesos de mezclado en el agua de mar.

Presión.

La unidad de la presión, es la dina/cm². Puesto que esta unidad es muy pequeña, se introduce una unidad, la cual es 10⁶ veces más grande y es llamada bar. De hecho, un cambio en la presión de 1 bar, corresponde a un cambio en profundidad aproximadamente de 1 metro.

Temperatura.

En oceanografía, la temperatura es medida en grados centígrados o Celsius ($^{\circ}\text{C}$). La temperatura In Situ, es la temperatura medida en el mar en un punto determinado con un termómetro. En algunos casos, es necesario expresar la temperatura en grados absolutos de la escala Kelvin ($^{\circ}\text{K}$). Sabiendo que 0°C absolutos es igual a -273.16°K absolutos.

Las propiedades en una muestra de agua de mar varían; por ejemplo, a 20°C a la presión atmosférica, una agua marina cuya salinidad sea de 35‰, tiene una densidad de 1.025 g/cm^3 . Cuando la salinidad alcanza hasta 24.7 ‰ , la temperatura a la que la densidad es máxima, se aproxima al punto de congelación (-2°C).

Existen dos parámetros Físico-Químicos importantes de agua de mar: La salinidad y la conductividad eléctrica.

Salinidad.

La salinidad, que es definida como el peso en gramos de material sólido disueltos en 1 Kg de agua de mar; es decir, la salinidad medida en g/Kg, o en partes por mil ($^{\circ}/_{\infty}$). La salinidad dependerá de la concentración de sales disueltas en el agua de mar, y de la temperatura que existe en el medio en el cual es medida.

Conductividad Eléctrica.

La conductividad, es una expresión numérica de la capacidad de una muestra de agua a transportar corriente eléctrica. Este número depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y la temperatura en la cual la medición es hecha. Es por esto, que el agua de mar tiene una mayor conductividad debido a la gran cantidad de iones que tiene disueltos y que son más conductores, que en cualquier otro medio líquido natural. Por esta razón, esta propiedad físico-química se desarrollará en el siguiente capítulo.

De los parámetros expuestos anteriormente, veremos a continuación las ecuaciones que los relacionan.

La Densidad del agua de mar, se encuentra por medio de la siguiente ecuación:

$$V_t = (\rho_t - 1) 1000 \quad (1-1)$$

Puesto que con el aumento de la salinidad, la temperatura de la densidad disminuye, la relación entre densidad y temperatura se puede calcular la temperatura de máxima densidad t para el agua de mar por medio de una ecuación empírica establecida para propósitos prácticos:

$$t_{\text{máx}} (^{\circ}\text{C}) = 3.95 - 0.266 V_0 \quad (1-2)$$

donde: V_0 = Densidad a 0°C
 $t_{\text{máx}}$ = Temperatura de máxima densidad

si V_0 está expresada por la Salinidad, S en $^{\circ}/\text{oo}$

$$t_{\text{máx}} (^{\circ}\text{C}) = 3.95 - 0.2 S - 0.0011 S^2 \quad (1-3)$$

La temperatura del punto de congelación, está dada por:

$$t_g (^{\circ}\text{C}) = 0.0086 - 0.064633V_0 - 0.0001055V_0^2 \quad (1-4)$$

$$t_g (^{\circ}\text{C}) = 0.003 - 0.0527 S - 0.00004 S^2 \quad (1-5)$$

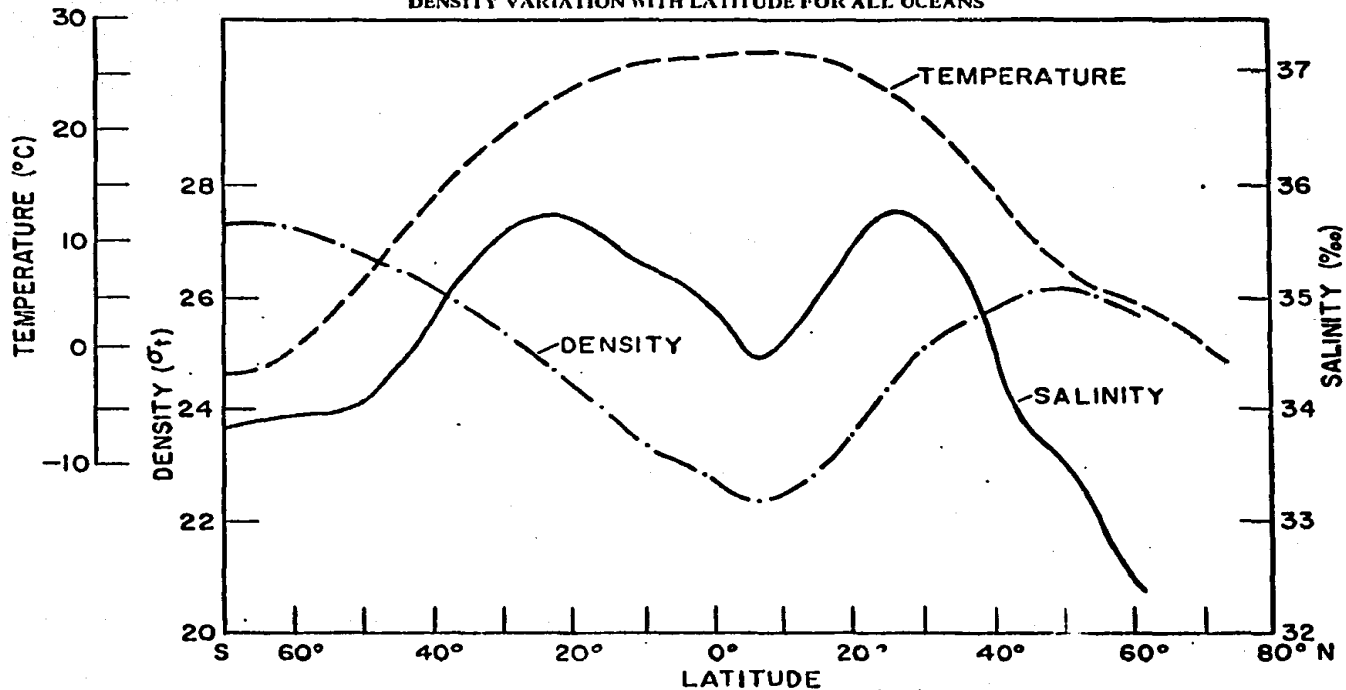
La densidad en función de la salinidad, se denota sólo a la temperatura de 0°C , por medio de la ecuación empírica:

$$V_0 = -0.093 + 0.81495 S - 0.000482 S^2 + 0.0000068 S^3 \quad (1-6)$$

Para determinar la densidad in situ, hay que tomar en cuenta el efecto de la presión en el agua a diferentes salinidades y temperaturas, por medio de las tablas hidrográficas de Knudsen.

En la figura 1.2, se encuentran graficados la Densidad, Temperatura y Salinidad de los Océanos.

Figure 1.2
 AVERAGE SURFACE TEMPERATURE, SALINITY, AND
 DENSITY VARIATION WITH LATITUDE FOR ALL OCEANS



(From Pickard, G.L., *Descriptive Physical Oceanography*, Pergamon Press, New York, 1964. With permission.)

Durante el siglo XIX, las investigaciones químicas confirmaron la composición de las sales en el agua marina. Como consecuencia de esto, una Comisión Internacional llamada "Soronsen", estableció en 1899 bajo la dirección del profesor Martín Knudsen, el cual recomendó la siguiente definición: "La salinidad es definida como el peso, en gramos de las sales inorgánicas contenidas en un kilogramo de agua de mar, cuando todos los bromuros y yoduros son reemplazados -- por una cantidad equivalente de cloruros".

Pero esta definición fue utilizada para la determinación del método gravimétrico, lo que permitió el cálculo de la relación empírica entre la salinidad y la clorinidad. Entendiéndose por Clorinidad "como el cloro equivalente de la concentración total de halógenos en partes por mil (en peso), medido por medio de la titulación del nitrato de plata" y cuya ecuación es la siguiente:

$$S \text{ } ^\circ/\text{oo} = 1.805 \text{ Cl } ^\circ/\text{oo} + 0.030 \quad (1-7)$$

Esta fórmula solo es válida, para el rango de salinidad del mundo oceánico de 2.69 hasta 40.18 $^\circ/\text{oo}$ y fue utilizada durante 65 años. Esta determinación directa, fue siendo abandonada por razones prácticas en favor de la determinación por Clorinidad. En efecto, la definición oficial fue utilizada hasta 1902, por lo que fue puesta toda la confianza en la titulación por clorinidad y sobre todo en la relación de clorinidad a salinidad obtenida por Knudsen, usando los resultados de la Comisión Sorensen.

Posteriormente, en 1940 la Clorinidad fue redefinida nuevamente en la forma siguiente: "El número de clorinidad dado en por mil de una muestra de agua de mar es por definición idéntica con el número dado de la masa con la unidad de gramo de Atomgewichtsilber -- justo para precipitar los halógenos en 0.3295234 Kg de la muestra de agua de mar" Esta plata pura (Atomgewichtsilber), es surtida en ampollitas selladas de 280 ml de vidrio especial resistente, lo que permite retener inalterable la clorinidad durante un periodo de años.

Después en el año de 1950, la definición de salinidad tuvo nuevas modificaciones debido a las nuevas investigaciones en las determinaciones gravimétricas, y sobre todo, a las determinaciones por el método de la conductividad; (Morris y Riley en 1964).

Los datos relacionados en la razón Conductividad a Clorinidad, fueron considerados por la International Joint Panel, representación de varias organizaciones internacionales de oceanografía, promovidas por la UNESCO, reemplazando la ecuación encontrada por Sorensen (ec. 1), la cual no hace a la salinidad completamente proporcional a la clorinidad (i.e. $S = 0.03 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ cuando $Cl = 0 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$). Por lo que la UNESCO decidió en 1962 reemplazar la relación de Sorensen por la expresión verdaderamente proporcional.

$$S \text{ }^{\circ}/\text{oo} = 1.80655 Cl \text{ }^{\circ}/\text{oo} \quad (1-8)$$

Esta fórmula a $35 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$, es una relación idéntica a la de Sorensen, que son los niveles normales de salinidad en los océanos. Entre $32 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ y $38 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ la diferencia es de $0.0026 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ (Lyman, 1969) En bajas salinidades la diferencia es más grande ($0.025 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ en $6 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$). Debido al progreso, la UNESCO recomendó la utilización de la Conductividad para la determinación de la salinidad.

Se ha decidido conservar a la salinidad por razones históricas ya que la conductividad se deriva de esta salinidad. Esta decisión de obtener valores de salinidad por medio de la medición de la Conductividad, fue realizado por Cox (1967), que utilizó para calcular la salinidad una relación polinomial para medir la razón de conductividad a 15°C (R_{15}). La mayor parte de las aguas profundas, tienen una salinidad aproximada de $34.8 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$. El polinomio así obtenido fue ligeramente ajustado para sumar una pequeña constante ($0.00018 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$), para marcar la razón de conductividad de $35 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ a 15°C exactamente igual a la unidad. La ecuación resultante, fue entonces recomendada como la nueva definición de salinidad, intentada para reemplazar la definición gravimétrica. En el presente, los resultados de Reeburgh (1965) y de Thomas (1934), están referidos a las soluciones salinas de conocida conductividad, los cuales son los más utilizados.

Cox en 1968, encontró nuevas relaciones exactas entre salinidad y conductividad verificados por la UNESCO, para obtener mediciones en instrumentos tomando como base la conductividad eléctrica del agua de mar, obteniendo las siguientes relaciones polinomiales:

$$S \text{ (}^\circ\text{/oo)} = -0.08996 + 28.29720R + 12.80832R^2 - 10.67669R^3 + 5.98624R^4 - 1.32311R^5 \quad (1-9)$$

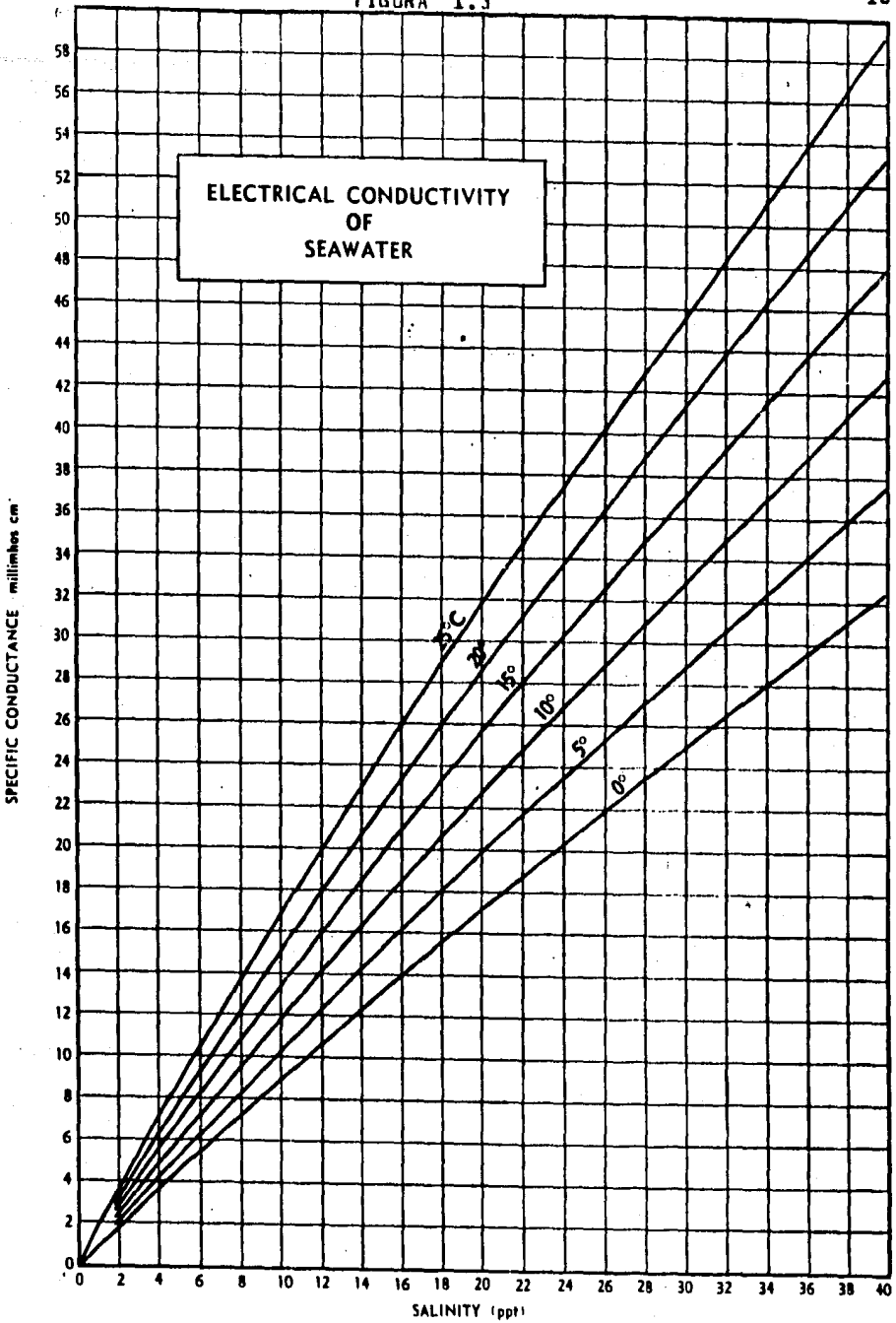
donde: $R = R_{\text{muestra}} / R_{35} \text{ }^\circ\text{/oo; } 15^\circ\text{C}$ es la conductividad relativa

De acuerdo a la relación anterior se prepararon tablas para la conversión de Conductividad a salinidad (International Oceanographic Tables, 1966), sin tomar en cuenta el efecto de la presión sobre la Conductividad.

La conversión de Conductividad a Salinidad, se encuentra representada en la siguiente gráfica de la figura 1.3.

De los métodos anteriores como se ve, son meramente químicos a excepción de los estudios realizados por Cox; por lo que este estudio lo enfocaremos a la determinación de la salinidad por medios eléctricos. Como ya se mencionó anteriormente, todo el análisis siguiente se basará explícitamente en el método de la "Conductividad Eléctrica" de una solución salina.

FIGURA 1.3



CAPITULO II

CONDUCTIVIDAD

Introducción

Desde Kohlrausch, primer afortunado que aplicó el puente de - Wheatstone de AC a la medición de la Conductividad Electrolítica - en 1869. El análisis conductométrico fue establecido por el mismo, como un instrumento indispensable para el laboratorio. El uso de - la Conductividad en la investigación de concentraciones de Agua de Mar, fue sugerida por Kersten el 1897.

Los primeros trabajos fueron realizados por Martin Knudsen, - segudi por Ruppín, quien primeramente investigó a la Conductivi-- dad con el cambio de temperatura, y más tarde por Van de Pol en -- 1918. Del trabajo de M. J. Pollak en el Chesapeake Institute en -- 1954, y en estudios recientes (1962-1963) surgió la presión en Con ductividad del agua de mar, lo que fue de gran importancia para es tos estudios marinos.

Las primeras prácticas de laboratorio que usaron el método de la Conductividad Eléctrica fue descrito por Wenner, Smith y Soule_ en 1930. La utilización de electrodos para comparar muestras están dares contra muestras desconocidas, fueron mejoradas grandemente - en este campo por A. L. Bradshaw, y en Inglaterra por R. A. Cox.

Otra aproximación comparadora de laboratorio, la realizó Ha-- mon y Brown después de lo descrito por Mathaw Relis, que diseño un instrumento con electrodos, el cual fue complementado por Hans --- Hinkleman colocando un elemento compensador de temperatura, que -- fue de gran ayuda, valor e interés.

Conductividad Electrolítica

La Conductividad Electrolítica, es la medida de la habilidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta ca pacidad de conducir, depende de la concentración total de las sus tancias ionizadas disueltas en el agua de mar (en nuestro caso) y a la temperatura en la cual la medida sea realizada.

Los efectos químicos de la electricidad que producen en las soluciones electrolíticas de conducir una corriente eléctrica, se le llama Electroquímica. Esta fue descubierta por Volta en 1800, obteniendo así, la forma de obtener la electricidad por medios químicos. Un electrolito, es una sustancia la cual conduce electricidad cuando está disuelta en el agua, como ocurre en el agua marina. La conducción electrolítica se lleva a cabo mediante la emigración iónica en un sistema acuoso, que contenga iones, lo que producirá que los iones positivos emigren hacia el electrodo negativo, tiempo después los iones cargados negativamente emigrarán hacia el electrodo positivo. Los ácidos inorgánicos, bases y sales (tal como el ácido clorhídrico y el cloruro de sodio), son buenos ejemplos de sustancias electrolíticas.

Una manera de comprobar que estos electrolitos conducen electricidad, es mediante el aparato simple que se muestra en la siguiente figura:

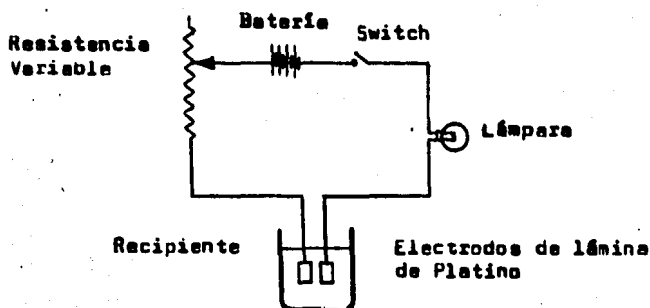


Fig. 2.1. Aparato para demostrar la Conducción Electrolítica.

En este sistema, se aplica una diferencia de potencial (representada por la Batería), es aplicado a los electrodos que detectan el flujo de corriente, encendiendo la lámpara, mostrando que la solución es conductiva.

La conducción de la electricidad por medio de un electrolito, es conocido como **Electrólisis**. Esta conductividad a diferencia de la conductividad metálica, aumenta con la temperatura a una razón g proxima de $2\%/^{\circ}\text{C}$. Notar que cada ion tiene un coeficiente de temperatura diferente, así que para trabajos más precisos, la conductividad electrolítica debe ser determinada a 25°C .

En relación a la salinidad, que es nuestro objetivo principal, al aplicar la diferencia de potencial a los electrodos, el sodio emigrará al electrodo negativo, y el cloruro irá hacia el electrodo positivo.

La variación de la concentración y temperatura en la conductividad de la mayoría de los electrolitos, que normalmente se encuentran presentes en las muestras de agua, es bastante inferior a la y unidad. Por esta razón, generalmente se usa el milimho o micromho como unidad para designar la conductividad electrolítica.

La conductancia específica, es la conductividad medida entre las caras opuestas de un cubo del electrolito, que mide un centímetro por lado, la unidad es el mho/cm y generalmente se le denomina conductancia específica o **CONDUCTIVIDAD**, la cual es medida por medio de un circuito en puente.

Circuito Puente

De los diferentes métodos para medir la Conductividad Electrolítica, el dispositivo que se utiliza, es un Circuito Puente. Un circuito Puente en su forma más sencilla, consiste en una red de cuatro brazos de resistencias que forman un circuito cerrado, con una fuente de c.c. ó c.a. aplicada a dos nodos opuestos, y un detector conectado a las otras dos uniones, como se muestra en la figura 2.2.

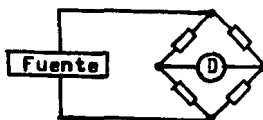


Fig. 2.2. Puente Básico.

El circuito en Puente de c.c. básico, se utiliza mucho para efectuar medidas rápidas y precisas de resistencias. Este circuito, fue ideado en 1843 por el físico inglés Charles Wheatstone, el cual lleva su nombre, es decir, Puente de Wheatstone, y cuya aplicación fue realizada prácticamente por Kohlrausch en 1869. En el año de 1891 apareció el primer puente accionado por c.a., desde entonces se han utilizado muchos modelos de puentes de c.a. para medir magnitudes físicas, esto es, impedancias, entre los que se encuentra el Puente de Wien, que utiliza el mismo principio que el de Wheatstone.

Los circuitos en Puente, tienen la función de medir un elemento de valor desconocido, ya sea, que se trate de resistencias en c.c. o de impedancias en c.a.. Este elemento desconocido, también puede ser un transductor, que generalmente trabaja con c.a. para evitar los efectos de polarización electrolítica. A continuación explicaremos brevemente el funcionamiento del Puente de Wheatstone básico.

Puente de Wheatstone

Como se mencionó anteriormente, el Puente de Wheatstone, es un dispositivo básico para hacer mediciones de resistencias.

Los dos brazos de resistencias del puente dividen la corriente disponible de una fuente, como por ejemplo de una batería, para que la corriente i_1 pase a través de la porción superior del circuito a i_2 , a través de la inferior. Entre los dos brazos se encuentra una derivación CD, en la que se localice un detector de cero (\mathcal{N}). El equilibrio consiste, en variar la resistencia de un brazo hasta que no circule ninguna corriente en el puente CD. Cuando están en equilibrio, el potencial de los puntos C y D deben ser iguales. Este resultado sólo se obtiene cuando la caída de tensión en R_1 es igual a la de R_3 y la de R_2 sea idéntica a la de R_4 . Los voltajes que atraviesan cada resistencia en términos de corriente y resistencia, deben expresarse como:

(2-1)

$$i_1 R_1 = i_2 R_3$$

o

$$i_1 R_2 = i_2 R_4 \quad (2-2)$$

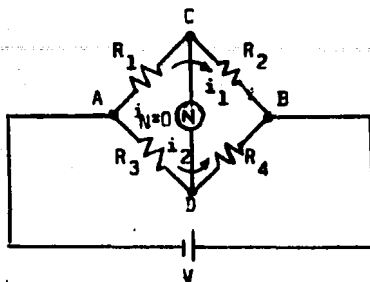


Fig. 2.3. Circuito Puento de Wheatstone.
N es un Detector de cero.

Si ahora hacemos una ecuación dividiendo una a la otra, las corrientes se anulan y se obtiene la siguiente expresión que es ya conocida:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad (2-3)$$

Como vemos, si utilizáramos este puente en la medición de la Conductividad, el paso de la corriente directa a través del electrolito causa cambios en éste, como variación en su concentración y su naturaleza, por lo tanto, su valor estaría constantemente fluctuando de un valor a otro, y se encontraría un valor erróneo, irregular y variable. Por lo que es necesario, trabajar con pulsos de muy poca duración o con la llamada corriente alterna.

Puente de Conductancia de Corriente Alterna

La descripción anterior es válida, si en lugar de corriente directa empleamos corriente alterna a un circuito Puento de Wheatstone para energizarlo, el cual es llamado correctamente Puento de Impedancias.

Siguiendo la sugestión de Kohlrausch, las mediciones de conductancias se hace, generalmente, con una corriente alterna rápida de baja intensidad a frecuencias de margen del sonido.

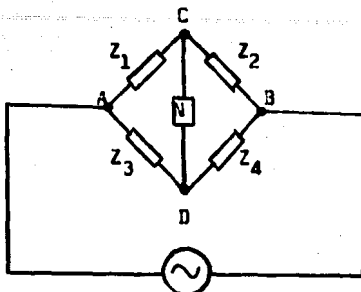


Fig. 2.4. Puente de Conductancia de Corriente Alterna. La impedancia Z_4 proporciona una compensación adecuada a Z_3 , en la mayoría de sus condiciones.

La fuente de c.a., puede ser una toma de voltaje bajo de 60 ciclos que puede ser tomada de la línea. Generalmente se obtiene una mayor exactitud, mediante la utilización de frecuencias de audio, - en las regiones de 500 a 4000 cps, pero la más óptima es la de 1000 cps. En este caso, generalmente se emplea un oscilador para generar estas frecuencias.

La salida del oscilador debe ser idealmente de una sola frecuencia (una onda senoidal pura), y debe variar en amplitud de cero a varios volts. Si el contenido armónico se minimiza, puede obtenerse un equilibrio más preciso, ya que los problemas de los cambios de fase se simplificarán. Una salida de voltaje variable permite mayor flexibilidad en la operación.

Este tipo de puente, es empleado generalmente para medir la conductividad de un electrolito, por medio de un transductor, el cual es una celda (Z_3). El balanceo del puente ocurre cuando la Z_4 es ajustada, es decir, cuando es aproximadamente igual a la del electrolito en la celda. Las impedancias Z_1 y Z_2 son iguales, por lo tanto:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_4} \quad (2-4)$$

Conductividad Eléctrica

El recíproco de la resistencia ($1/R$) entre las caras opuestas de un centímetro cúbico de una solución acuosa a una temperatura - especificada, se le denomina Conductividad Eléctrica o Electrolítica.

La Conductividad Eléctrica será expresada en mhos por centímetro en $t^{\circ}\text{C}$. La resistencia presente, R , de la celda medida en ohms. La Conductancia, $1/R$, es directamente proporcional al área de la - sección transversal, A , e inversamente proporcional a la distancia de la trayectoria, D , y directamente proporcional a la constante, K . La última es la conductancia medida entre las dos caras opuestas de un centímetro cúbico. Matemáticamente,

$$\frac{1}{R} = \frac{KA}{D} \quad \Rightarrow \quad K = \frac{D}{AR} = \frac{\text{cm}}{\text{cm}^2 \times \Omega} = \frac{\text{mhos}}{\text{cm}} \quad (2-5)$$

El valor numérico de esta expresión multiplicada por 1,000,000 es la conductividad eléctrica en micromhos/cm.

Celdas de Conductividad

En el diseño de las celdas de conductancia para mediciones - precisas, se deben tomar en consideración diversos factores. Sin - embargo, para muchos propósitos son adecuadas dos hojas paralelas - en posición fija, o varillas que se sumergen en la solución, donde la resistencia medida es independiente del volumen de la muestra y de la proximidad a la superficie.

Las celdas de conductividad, son elementos que se usan para medir la conductancia específica de un electrolito. La celda será - energizada con corriente alterna a una frecuencia aproximadamente - constante dentro del rango de audio. Esta celda es colocada en un circuito puente para realizar la medición de Conductividad.

La conductancia del electrolito, aumenta al incrementar el área del electrodo y se reduce al disminuir la distancia entre los electrodos. Esto puede apreciarse en la figura 2.5.

La conductancia específica, se designa generalmente con la letra "K" y sus unidades son mhos/cm. Conforme cambian las mediciones físicas de la celda, varía también la relación de conductancia, es decir, en soluciones de baja conductancia, el área de las placas y el espacio (d) entre éstas son muy próximas; para soluciones altamente conductoras, el área debe ser pequeña y los electrodos bastante separados. Estas variaciones pueden calcularse mediante la siguiente expresión:

$$K = \frac{1}{R} \frac{d}{A} = C(J) \quad (2-6)$$

donde: K = Conductividad o Conductancia específica (mhos/cm)
 C = 1/R = conductancia (mhos)
 d = Distancia (cm)
 A = Área de las placas (cm²)
 J = d/A = Constante de la Celda (1/cm)

Para una celda dada, colocada en un puente de medición de Conductividad por medio de electrodos fijos, la razón (d/A) es una --- constante llamada "Constante de Celda (J)".

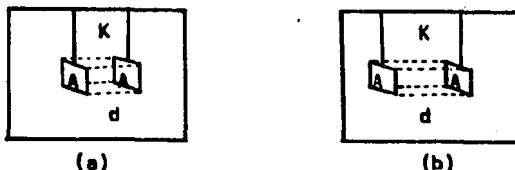


Fig. 2.5. Espaciamiento de los electrodos de conductividad para:
 (a) Soluciones de baja conductancia.
 (b) Soluciones altamente conductoras.

Por ejemplo, para cambiar una constante de la celda de un valor de 1 a 10, los electrodos se separan 10 veces la distancia (d) entre los electrodos. Tomando como referencia las figuras (a) y (b) tenemos:

Fig. 2.5.a

$$A = 1 \text{ cm}^2$$

$$d = 1 \text{ cm}$$

$$J = 1/\text{cm}$$

$$C = K$$

Fig. 2.5.b

$$A = 1 \text{ cm}^2$$

$$d = 10 \text{ cm}$$

$$J = 10/\text{cm}$$

$$C = 0.1 K$$

Los electrodos casi siempre están ligeramente recubiertos de platino negro, para reducir el efecto polarizante del paso de la corriente entre los electrodos.

La conductividad de una solución electrolítica, varía con la temperatura al igual que con su concentración. Un medio práctico para proporcionar una compensación de temperatura, es introducir dentro del circuito puente un elemento resistivo, el cual cambiará con la temperatura a la misma proporción que la solución que se está probando. Esto se logra por medio de un termistor.

Registro de la Conductividad

El flujo de la corriente por un electrodo, varía según la temperatura de la solución, por lo tanto, la medición de la conductividad debe tener una compensación de temperatura. Esto significa, que en una solución de agua marina, cuya concentración no ha variado pero en la que la temperatura ha aumentado, se registrará un incremento de la conductividad.

En general, el éxito de una medición depende de relacionar la propiedad de la muestra que se busca, para estimar la conductancia de algún ion altamente conductor, como ocurre en el agua de mar, - cuya concentración de sales, es mayor que en la de los ríos.

Aplicaciones de la Conductividad

Existen dos campos básicos en los que se utilizan las mediciones de la Conductividad Eléctrica. El primero, es la detección de los cambios notables en las grandes masas de agua, tal como las oceánicas. Esto comprende los cambios en los sistemas de colección,

de ríos o albañales producidos por derrames de ácidos, álcalis o sales provenientes de una planta química, o bien, los cambios notables en el carácter de los abastecimientos de agua de un río o un lago.

Hasta mediados de la década de los sesentas, esta aplicación de la conductividad eléctrica no era común, porque no se había llegado a comprender y apreciar el valor de este tipo de medición antes de este tiempo.

La segunda aplicación de las mediciones de la conductividad, es la determinación de la diferencia de conductividades en pequeñas proporciones, como cuando se está comprobando la pureza del agua destilada o desionizada, destilados de vapor, enjuagues de agua, aguas de calderas, o en la regeneración de los intercambiadores iónicos, es el contenido total de la sal lo que se busca.

Para todos éstos propósitos, se pueden utilizar puentes de conductancia, calibrados de acuerdo a las necesidades requeridas en éstas mediciones.

De acuerdo a la conductividad, la salinidad que se quiera medir por medio de este principio, ya sea la del mar o del océano, que es nuestro caso, es necesario tomar en consideración el sitio en el cual se va a realizar ésta, por lo que es necesario el conocimiento de las técnicas de medición que existen en oceanografía.

Técnicas de Medición

Dentro de un experimento físico-químico que se realice con Agua de Mar, éste puede realizarse mediante tres formas:

1. Medición in situ,
2. Medición abordo de los barcos, y
3. Medición en laboratorios terrestres.

Con una instrumentación adecuada se puede intentar una medición en el actual desarrollo marino, ya sea, en la profundidad del océano o en la superficie del mismo. Alternativamente uno puede coleccionar una muestra, transportarla abordo de un barco-laboratorio y verificar la medición de la muestra; o que se colecciona la muestra, la cual se lleva abordo del barco en un recipiente bajo las condiciones originales de la muestra, dirigiéndose al laboratorio terrestre bien equipado y ejecutar la medición deseada, para registrar los datos necesarios para un futuro.

Las tres opciones no son necesariamente equivalentes, depende de la selección de una de ellas de acuerdo al sitio en estudio, para que sea suficientemente aprovechado.

Los experimentos In Situ son a menudo difíciles o irrealizables, si no se cuenta con el equipo necesario, ya que en el mar tenemos usualmente una caracterización imperfecta del control total de sus condiciones.

Los tipos más comunes de mediciones in situ son: temperatura, conductividad eléctrica y presión (o profundidad). La temperatura y la presión son mediciones auxiliares de la Conductividad Eléctrica, debido a que ésta es una medición de una propiedad química muy importante del agua de mar; es decir, la salinidad o la composición total de sales.

Como la conductancia específica es altamente dependiente de la temperatura, la celda debe estar cuidadosamente replatinizada. Cuando determinamos la conductancia específica (conductividad) del agua del mar en el laboratorio, esta es una práctica común actual, tanto que el ensayo es una determinación absoluta. Para comparar la mues-

tra contra un estándar de agua de mar de salinidad conocida, es un método que usa frecuentemente, tomando en cuenta además, la compensación de temperatura. Park (1964) consideró el uso de un Estándar del Agua de Mar como referencia.

Las mediciones in situ pueden ser hechas con aparatos portátiles montados sobre las boyas, o con transductores sumergidos, operados desde la superficie.

Los instrumentos que miden los efectos de la salinidad total, contenida en el agua de mar, se les llama Salinómetros. Claramente podemos decir, que éstos instrumentos también realizan mediciones in situ tomadas en su medio ambiente natural. En años recientes estos instrumentos comenzaron a aparecer.

Si una medición in situ es imposible o inconveniente, una muestra de agua de mar debe ser recolectada, llevándose a la superficie y posiblemente almacenarla hasta que la prueba físico-química (salinidad y temperatura) sean realizadas.

Las mediciones exactas de conductividad in situ, presentan dificultades adicionales para experimentar en un laboratorio del medio ambiente. La conductividad, es una función no únicamente de la salinidad, sino también del parámetro temperatura, el cual debe ser monitoreado para propósito de compensación. Puesto que esta medición de salinidad (conductividad), temperatura y profundidad en salinómetros in situ, son usualmente descritos como probadores de STD.

Los instrumentos que realizan mediciones in situ, requieren de un transductor compuesto de un cable suspendido, el cual se incorporan uno o más alambres conductores dentro de una funda para soportar cargas exteriores. En la parte superior, debe estar provista de cilindros rotatorios, de tal forma que las conexiones puedan ser hechas a los sistemas registradores de datos. En cualquier sistema en que se utilice un transductor, es necesario tener cuidado de que no sea golpeado durante la medición al salir hacia el medio ambiente normal, el cual es decididamente diferente al in situ. Una proporción de fallos del STD son eventualmente señaladas al no cumplir lo anterior.

Independientemente, los instrumentos hasta ahora disponibles, no son del todo tan exactos para cumplir satisfactoriamente los requisitos de medición. Sin embargo, el adelanto electrónico hace posible que dichas mediciones sea cada día más exactas. Para esto, - en el capítulo siguiente, explicaremos el diseño de un salinómetro cuyas características superan a los instrumentos existentes hoy en día.

CAPITULO III

DISEÑO

Introducción General

La descripción y resolución de un problema, constituye en esta blecer bases precisas (definiciones, leyes, experiencias en estudios relacionados al problema, etc.). Un problema nace, al querer transformar un estado de cosas en otro. Una norma para seleccionar entre varias soluciones, es el criterio.

Las restricciones, las alternativas y las características domi nantes en el problema, son fundamentos que se presentan para cualquier diseño de Ingeniería.

El diseño, es el proceso mediante el cual el ingeniero aplica sus conocimientos, aptitudes o puntos de vista a la creación de ing trumentos, estructuras y procesos.

El proceso de diseño, abarca las actividades y eventos que --- transcurren al reconocer el problema y al especificar la solución, --- siendo funcional, económico y satisfactorio.

Instrumentación

El gran número de propiedades físicas de las sustancias, como son: el índice de refracción, el calor, la conductividad electrolítica, el grado de acidez y otros factores percibidos por la magnitud del campo de la medición instrumental.

A pesar de su diversidad, los métodos instrumentales pueden -- tratarse colectiva y separadamente como parte de una nueva disciplina, que es: la Ciencia de la Instrumentación. Esta ciencia toma sus hipótesis de otras disciplinas, entre las que se encuentran la siguientes: la física, la ingeniería, la química, la zoología, la big logía, y la medicina; pero en realidad de todas las ciencias.

El desarrollo de esta disciplina, ha motivado la compilación y la correlación de las teorías desarrolladas en la medición.

Naturaleza de una Medición

El procedimiento de una medición, es básico en los métodos instrumentales. Por lo tanto, es importante conocer los diversos pasos involucrados en cualquier determinación electrónica, entre los que se encuentran:

1. Fuente de Alimentación,
2. Generación de la señal,
3. Detección y transducción (transformando su naturaleza del medio que se va a medir, en otro tipo de señal),
4. Amplificación,
5. Conversión (convertir la señal en una forma apropiada para hacer funcionar el dispositivo de presentación), y
6. Presentación o salida (indicación numérica o graficación según sea el caso).

1. Fuente de Alimentación.- Las fuentes de alimentación tienen la misión de abastecer el voltaje necesario para el buen funcionamiento de los dispositivos. Estas fuentes pueden ser de C.A. o C.D. y Baterías.

2. Generación de la Señal.- La mayoría de las mediciones físicas son registros de la respuesta a una señal impuesta. Existen numerosos ejemplos, pero para nuestro interés, es la determinación de la Conductividad electrolítica, obtenida por medio de un arreglo de un circuito puente, en el cual, en uno de sus brazos se encuentra el transductor.

3. Detección y Transducción.- Por lo general, la información (señal alterada o autogenerada), es detectada y transformada en una forma de salida útil. Por ejemplo, un electrodo, que al sumergirse en una solución salina (agua de mar), produce una corriente que varía proporcionalmente a su contenido de iones.

4. Amplificación.- En general, los detectores que responden transformando la información original en una señal eléctrica, ya sea de corriente o voltaje, son preferidos sobre todos los demás. El valor de este tipo de salida, se fundamenta principalmente en el --

grado de amplificación posible, por medio del uso de la electrónica. Casi siempre es indispensable la amplificación en un instrumento que maneja pequeñas señales, como en el caso de la Conductividad Electrolítica.

5. Conversión.- En muchos casos, la salida de la etapa de amplificación, es comparada con un voltaje de referencia adicional (el cual se encuentra internamente en el convertidor utilizado en este diseño), en los convertidores Analógico/Digital o Digital/Analógico (según sea el caso), para obtener así una salida útil de medición.

6. Presentación.- La señal es presentada conforme emerge del convertidor. Esta señal se indicará en el mostrador numérico o en la carátula, de acuerdo a la variación que tenga el medio en estudio.

Selección de un Método de Medición

El diseñador y el usuario de un instrumento, debe tomar en cuenta los siguientes requisitos de análisis:

- A. La cantidad de la muestra disponible,
- B. Los componentes probables y sus características,
- C. Las restricciones de tiempo de registro,
- D. Los rangos de exactitud requerida, y
- E. Los probables parámetros de influencia.

De acuerdo con las respuestas obtenidas, se debe seleccionar el mejor método de medición y los componentes más adecuados para el diseño del instrumento.

Para poder seleccionar el diseño más conveniente del instrumento, también será necesario cuando menos, un conocimiento cualitativo de la teoría que involucra dicho estudio y de los principios del diseño.

Fundamentalmente, el buen diseño principia con la selección del método de medición de la propiedad en estudio. La selección eficiente de un principio o de una propiedad sobre la cual se va a

diseñar, limitará la seguridad, sensibilidad, y utilidad del instrumento.

Control de Variables

Por otra parte, también en diseño de un instrumento, se debe tomar muy en cuenta los factores que influirán en la mediciones, -- las cuales son:

- a) Las propiedades que contengan las muestras a medir, y
- b) El funcionamiento seguro del instrumento.

Todas las variables que afectan el valor de las propiedades físicas durante su observación, deben ser reguladas y deben señalarse de alguna forma durante la medición.

Los cambios de temperatura, alteran la mayoría de las propiedades. Las fluctuaciones ordinarias de la presión atmosférica, influyen en las mediciones y algunos otros factores. Por ejemplo, un factor como la temperatura, introduce diferencias físicas en la solución, como sucede en la Conductividad eléctrica de los líquidos. El método y la sensibilidad del control, serán determinadas por la precisión y versatilidad que se busca en las mediciones. Es por todo esto, que en la realización de este diseño, se tomó muy en cuenta -- el factor temperatura.

Formas de Medición

Existen dos formas básicas para la medición: una es la lectura directa de la solución a medir y la otra complementaria, que se realiza por medios gráficos, es decir, por curvas de calibración que se preparan, tomando medidas de casos comunes que pueden compensarse para otros, cuyos efectos no pueden calcularse con facilidad o -- regularse convenientemente.

Además, existe otra forma en la cual se realiza mediante la -- comparación de una muestra X de un líquido contra una muestra estándar.

Desarrollo del Diseño

De acuerdo a las bases de instrumentación presentadas anteriormente, iniciaremos el estudio de las variables a medir que involucren a este diseño.

El papel principal de este diseño, es el de indicar numéricamente temperatura y salinidad de una muestra de agua salina (mar). Estas variables a medir, se basarán primordialmente en el sistema de la Conductividad Electrolítica, detectada mediante una celda en cuyo interior, se encuentra un compensador de temperatura de resistencia negativa llamado Termistor.

Este aparato es diseñado, con el objetivo fundamental para trabajar en la superficie del mar, estuarios, bahías, etc., el cual será operado mediante baterías, lo que hará a este instrumento manuable y de campo, esto es, un instrumento portátil, aunque también puede ser utilizado un convertidor de voltaje de AC/DC.

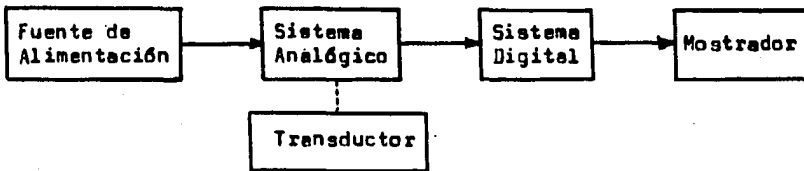
El método de medición de la conductividad del agua de mar, se realiza por los electrodos internos en la celda, la cual está asociada a una medición resistiva de corriente alterna. Existen varias ventajas utilizando este sistema. Esta celda conductiva es económica, construida para resistir grandes presiones, grandes choques sin cambios en las mediciones. La constante de la celda es ajustada contra estándares semejantes, haciendo a estas celdas más versátiles para la utilización en los instrumentos afines a ésta.

La estabilidad del circuito puente de Wien que anteriormente se mencionó, será modificado de acuerdo a nuestros requerimientos (que en esencia utilize el mismo principio del puente de Wheatstone) prácticos. La utilización del puente de Wien modificado, presenta una excelente respuesta para este propósito, y fácil chequeo para las soluciones a medir.

Idea General

Puesto que nuestro objetivo primordial, es el de realizar mediciones de la Conductividad por medios eléctricos, y presentando a la salida en forma digital un valor de Salinidad de una muestra determinada. A continuación presentamos una idea general que involucre a todos y cada uno de los arreglos electrónicos, los cuales --- constituyen este diseño, iniciando con el diagrama de bloques.

Diagrama de Bloques General



Las cualidades esenciales de los aparatos electrónicos, son: - Sensibilidad, poco consumo, gran rapidez de respuesta y registro digital.

Un instrumento de medida, se compone de un dispositivo o sistema de medida y sus accesorios incorporados a la misma caja.

Tomando como base la descripción anterior del diagrama, iniciaremos con la fuente de alimentación (Batería) y posteriormente con el Sistema Analógico y el Digital.

FUENTE DE ALIMENTACION (Baterías)

Dentro de la heterogeneidad de los montajes electrónicos, existen circuitos que necesitan para su funcionamiento, diferentes fuentes de alimentación, entre los cuales, tenemos a aquellos que se alimentan con voltaje de corriente alterna (V_{CA}), y los que se alimentan con voltaje de corriente directa (V_{CD}).

Puesto que las fuentes de alimentación, constituyen un elemento activo de empleo universal, ya que todo circuito debe incluir al menos una fuente de energía para poder funcionar.

De acuerdo a todo esto, la fuente de mayor interés para este diseño, son las llamadas Baterías (por tratarse de un instrumento portátil).

Una batería, consta de una asociación serie-paralelo de elementos individuales llamadas células o pilas. A su vez, las pilas se subdividen en dos tipos principales: húmedas y secas. Una pila húmeda, consiste de dos placas distintas de solución denominada electrolito. El ejemplo más familiar, es la pila de plomo y ácido empleada en las baterías de los automóviles. La pila seca requiere de algún otro tipo de electrolito, que se mezcla con otras sustancias produciéndose un material gelatinoso. Este material se coloca entre dos placas diferentes, como son, el cinc y el carbón. En este diseño se utilizará las pilas pilas de manganeso (alcalinas), figura 3.1

Las pilas o células, también se clasifican en: primarias y secundarias. Las primarias, son fuentes de energía que no admiten recarga alguna. Las pilas secundarias si se pueden recargar; entre éstas tenemos las de níquel-cadmio.

De las pilas anteriormente mencionadas, la que cubre las necesidades del diseño estudiado en esta tesis, es la batería que utiliza seis pilas de 1.5 volts, del sistema alcalino de manganeso, que precisamente, es el tipo de pila que se enunció anteriormente.

Pila Alcalina de Manganeso

Este tipo de pilas, son utilizadas grandemente, debido a su mayor duración, ya que emplean el Sistema de Ruben's (inventado por Samuel Ruben en 1930).

Ventajas en su uso.

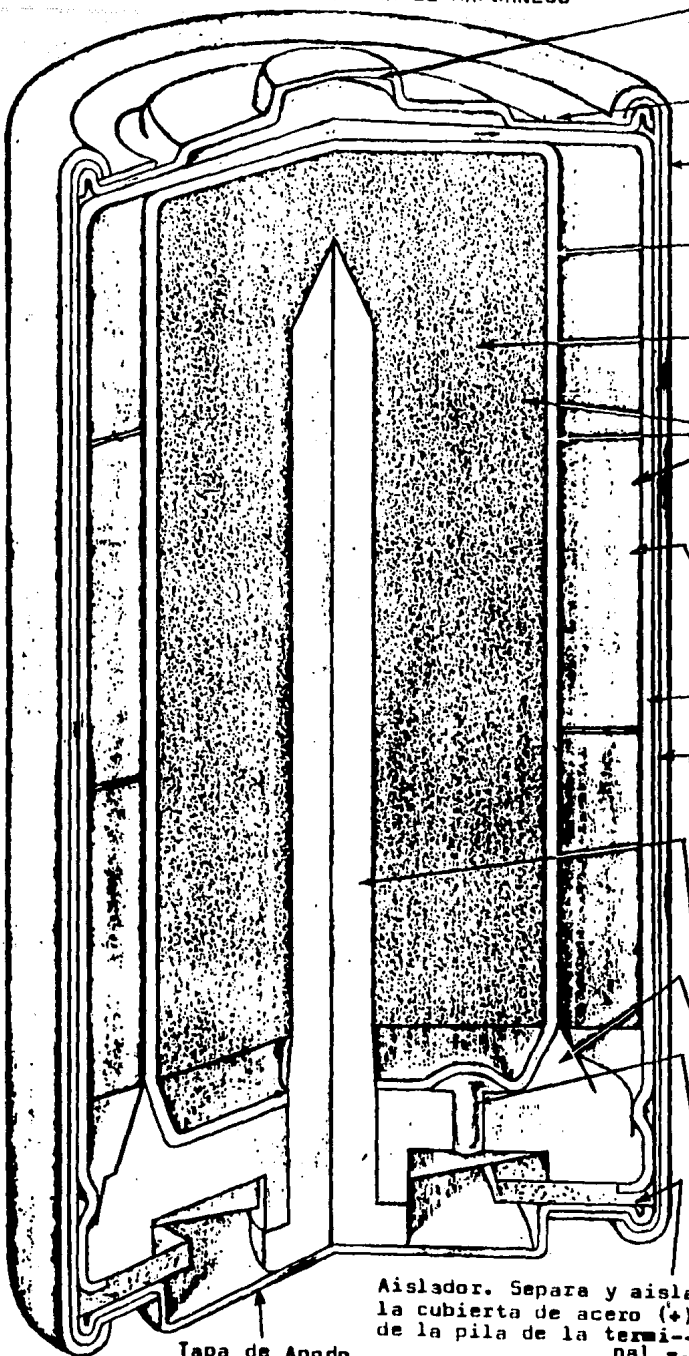
Para llevar a cabo la realización de la pila tipo alcalina, -- que es muy superior a las pilas de zinc-carbón (de uso común) en la mayor parte de las aplicaciones. La pila alcalina de manganeso requiere: alta calidad, materiales más costosos, y una construcción más sofisticada. En este tipo de pilas, el ánodo no tiene pliegues, como parte de la misma estructura, está formada de polvo de cinc -- (pólvora). Las partículas del cinc, son controladas cuidadosamente, en su tamaño, purificadas, las cuales son amalgamadas (combinada -- con el mercurio), para la supresión gaseosa, y así maximizar el funcionamiento en cualquier grado de descarga.

Estructura de la Pila Alcalina.

El diseño típico estructural de la pila alcalina de manganeso, es llamada popularmente Pila Alcalina, debido al electrolito alcalino que produce la solución de Hidróxido de Potasio (KOH), que es altamente conductivo. El electrolito, es esparcido a través del cinc espolvoreado, el cual entra en contacto profundo con todos éstos -- granulos minúsculos, asegurando que el material del ánodo, esté casi completamente oxidado, cuando el almacenamiento de la energía de la celda esté agotada.

La ingeniería y diseño, son aplicados al cátodo de la pila alcalina de manganeso. El material básico del cátodo, es conocido con el nombre de: Electrolito de Dioxido de Manganeso. Este material es producido sintéticamente a través de la electrólisis, siendo este -- un óxido muy puro, conteniendo también bastante oxígeno por unidad de volumen. Este oxígeno adicional en el material del cátodo, provee un aumento en el reactivo y también alarga significativamente la capacidad de la pila.

Fig. 3.1. PILA ALCALINA DE MANGANESO



Tapa del Cátodo
Terminal +. Parte que sobresale en contacto con la cubierta de acero de la pila.

Arandela Aislante
Envoltura de Acero Exterior Litografiado en negro y cobre.

Separador
Una chaqueta de poros. Fibra sintética impregnada con electrolito.

Anodo
Cinc espolvoreado, altamente amalgamado y compactado.

Electrolito
Hidróxido de Potasio (KOH), solución absorbida dentro del separador, material del ánodo y cátodo.

Cátodo
Mezcla comprimida de electrolito dióxido de manganeso (MnO_2) y grafito, introducido entre ellos por expulsión o insertación en la forma del pre-formado, anillo cilíndrico ajustado.

Colector del Cátodo
Pila cubierta de acero

Chaqueta de Plástico
Cubierta separadora de acero de la envoltura externa.

Anodo Colector
"Clavo" de metal.

Arandela Aislante de Plástico
Forma una estructura aislante sellado para la pila.

Abertura
Hueco sellado con cera en anillo de plástico (para el escape de gases y previene la ruptura de la pila).

Aislador. Separa y aísla la cubierta de acero (+) de la pila de la terminal -.

Tapa de Anodo.
Parte que sobresale en contacto con el clavo colector.

No es suficiente el suministro del oxígeno reactivo, debe ser aumentado ampliamente, ya que el material del cátodo es altamente comprimido, combulsionando más el interior que el espacio disponible que lo podría detener ordinariamente. Como en el ánodo, el mismo electrolito es absorbido dentro del material del cátodo durante su manufactura, asegurando un buen contacto con el electrolito a través del sistema completo de la pila. El uso de una mejor conductividad electrolítica, y la alta calidad de los materiales tanto del cátodo como del ánodo, resulta un sistema que tiene considerablemente más energía electroquímica almacenada internamente utilizable, lo que no puede ser posible encontrarla en una pila de cinc-carbón de igual tamaño.

La estructura típica de la pila alcalina de manganeso, es exactamente opuesta a la configuración de la pila de cinc-carbón. De aquí, que el ánodo está en el interior y el cátodo está en el lado opuesto. La pila alcalina tiene un clavo central de ánodo colector insertado desde el fondo, en lugar de la barra de carbón de cátodo colector que se extiende desde la cubierta hacia abajo en las pilas de cinc-carbón, como se muestra en la figura 3.2.

En el sistema alcalino de manganeso, la pila es completamente encerrada en una cubierta de acero, que provee una solidez considerable y un recipiente más seguro que el de las pilas de cinc-carbón. Justo en el interior de la cubierta de acero y en contacto íntimo con éste, está el material del cátodo. Con esta colocación la corriente del colector puede venir para el cátodo; con esta terminal positiva formada por una parte que sobresale en la cubierta -- (parte superior) del recipiente.

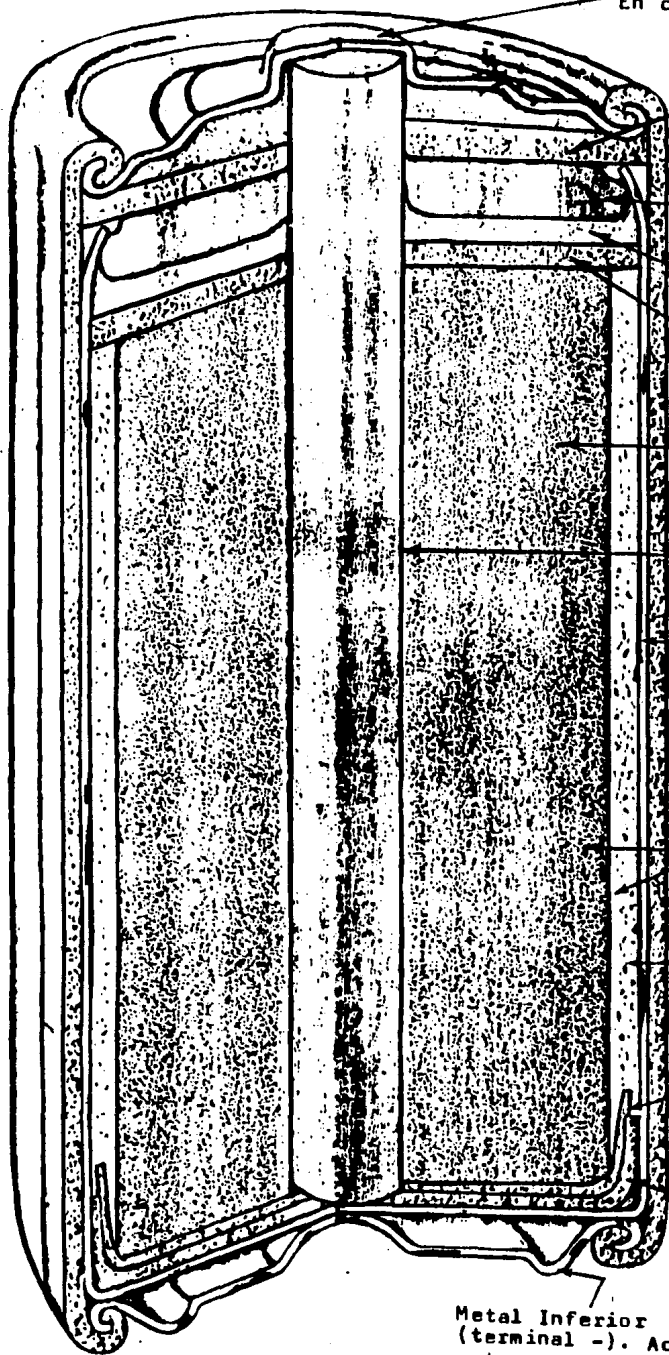
En el revestimiento de indicación, el cátodo cilíndrico es un anillo de material absorbente, que actúa como un separador entre el cátodo y el ánodo, como en la pila de cinc-carbón. Cerca del anillo está el ánodo de cinc.

El ánodo, el cátodo y el separador, están todos esparcidos con el electrolito, para una máxima capacidad y conductividad, como se indicó anteriormente.

Fig. 3.2. PILA DE CINCO-CARBON

Cubierta de Metal (terminal +)
En contacto con la barra de carbón.

40



Arandela Filtro
Cartón, que permite el escape de gases, pero algunos agujeros detienen electrolitos con burbujas de aire, - como un resultado de la falta de sello de asfalto.

Espacio de Aire
Permite el escape de gas.

Sello de Asfalto.

Arandela Soporte
Cartón revestido de polietileno. Soporte de Asfalto al lado.

Cátodo
Mezcla de dióxido de manganeso (MnO_2) espolvoreado, - carbón negro y electrolito.

Colector de la Corriente - del Cátodo
Barra de carbón.

Anodo
El cinc puede servir tanto para el ánodo como para el contenido de la pila.

Envoltura Metálica
Revestida de polietileno con injerto de papel y una capa de poliestireno.

Electrolito
Solución de cloruro de amonio (NH_4Cl) y cloruro de cinc ($ZnCl_2$) absorbido por el separador y colector (pero no en el ánodo).

Separador
Camisa de pasta de fluoruro y almidón entre el ánodo y mezcla del cátodo. Saturado con el electrolito.

Capa Aislante
Injerto de Papel. Ayuda al centro del cátodo durante el ensamble y evita tocar el ánodo.

Estrella Inferior
Cartón. Ayuda a la capa aislante.

Metal Inferior (terminal -). Acero de estaño plateado puede estar en contacto con el cinc.

En el centro de la pila, se encuentra en contacto directo el ánodo o el llamado "clavo", en esta pila. Este forma la corriente de colector para el ánodo y está unido a la cubierta (del fondo) interiormente, de esta manera, se forma la terminal negativa de la pila.

El desarrollo de la pila alcalina, representó un tremendo avance en la tecnología de las pilas primarias de potencia. Por décadas, la industria permaneció encerrada dentro del sistema de cinc-carbón, pero a través del tiempo pudo ser perfeccionada.

El Sistema Alcalino, introduce nuevos conceptos de diseño por el alto grado de empleo, más compacto, y el uso de materiales ricos en energía en el ánodo y el cátodo, por el uso de electrolitos que son esparcidos a través de materiales reactivos, y por la inclusión de todo el sistema en un recipiente de acero vigoroso, lo que determina un grado de energía muy importante. El resultado obtenido es, que alarga la vida, y alta verificación al agotamiento.

Diferencias entre Pilas Alcalinas de Manganeso y pilas de Cinc-Carbón.

Las diferencias principales entre las pilas: alcalinas de Manganeso y la cinc-carbón.- Ambas usan un ánodo y un cátodo de dióxido de manganeso, de aquí que sus voltajes son aproximadamente idénticos sin embargo, las principales diferencias entre estas pilas son:

1. La pila de cinc-carbón usa uno de los ingredientes activos como componente estructural, que es el ánodo de cinc que sirve también como recipiente, que contiene los materiales de la pila.

2. Los materiales activos en la pila alcalina de manganeso, éstos no son usados como componentes estructurales, puesto que son optimizados para su función electroquímica, ya que es amalgamada para perfeccionar su desempeño.

3. El metal de cinc, en las pilas de cinc-carbón, está en una forma compacta (en contraste a la forma espolvoreada en la pila alcalina de manganeso), éste solamente puede ser penetrado por un ácido electrolítico (no alcalino), en las pilas, cuando la cantidad de electrolitos es limitada.

4. El electrolito alcalino en la pila alcalina de manganeso, es un conductor iónico mejor que el ácido electrolítico de la pila de cinc-carbón.

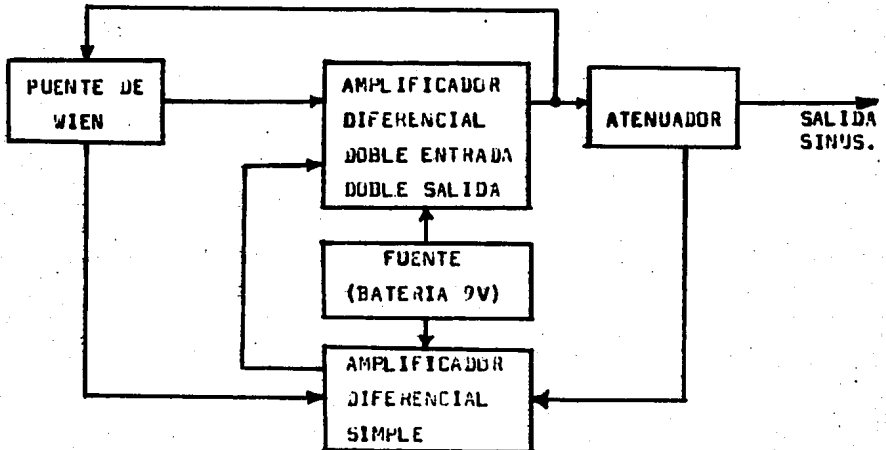
5. El estuche de acero, que es de un costo adicional en la construcción de las pilas alcalinas de manganeso, también proporciona una mejor y mayor seguridad en el contenido, que para el sistema de cinc-carbón.

SISTEMA ANALOGICO

Las mediciones analíticas, son en realidad, una clave esencial para obtener los parámetros involucrados en una medición específica como ocurre en la determinación de la Salinidad del Agua de Mar. Este estudio se limita a las mediciones que pueden realizarse directamente en el agua de mar, mediante la utilización de un transductor, que, como se ha mencionado anteriormente, es una celda de conductividad; la cual requiere de dispositivos electrónicos adicionales, - para obtener así, una respuesta adecuada. Por tal motivo se realizaron varias investigaciones, datos históricos, experimentos realizados, llegando a la conclusión de que la forma más efectiva para determinar la Salinidad con ayuda de la Conductividad Eléctrica, es mediante la utilización del circuito Puente de Wien que será modificado de acuerdo a nuestros requerimientos. El transductor, se colocará en uno de los brazos de dicho puente.

A continuación, mostraremos de una forma general el diagrama a bloques del Sistema Analógico. A groso modo tenemos:

Diagrama a Bloques



Descripción del Diagrama:

PUNTE DE WIEN

Los Puentes de Impedancias, son circuitos que se derivan del Punte de Wheatstone, alimentados con voltaje de corriente alterna y empleados normalmente para efectuar medidas de componentes pasivos. En la figura siguiente, se muestra la analogía que existe al puente de Wheatstone, sólo que en este caso en dos de sus brazos se utiliza una combinación serie-paralelo de capacitancias. Este es el llamado Punte de Wien.

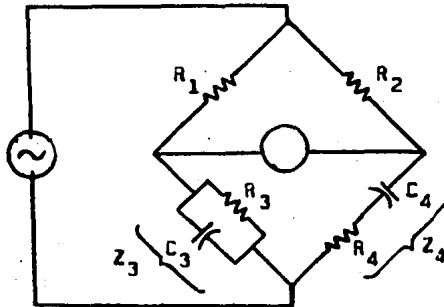


Fig. 3.3. Punte de Wien.

El Punte de Wien, presenta una combinación paralelo en una rama y una combinación serie en la rama inmediata. Analizaremos a continuación los elementos que intervienen (resistencias y condensadores), calculando ante todo las impedancias $Z_3 \angle \phi_3$ y $Z_4 \angle \phi_4$. Consideremos primeramente la combinación paralelo.

$$\frac{1}{Z_3 \angle \phi_3} = j\omega C_3 + \frac{1}{R_3} = \frac{1 + j\omega R_3 C_3}{R_3} \quad (3-1)$$

que racionalizada da:

$$Z_3 \angle \phi_3 = \frac{R_3}{1 + (\omega R_3 C_3)^2} (1 - j\omega R_3 C_3) \quad (3-2)$$

La combinación serie es:

$$Z_4 \angle \phi_4 = R_4 - j \frac{1}{\omega C_4} \quad (3-3)$$

Sustituyendo en la ecuación de equilibrio

$$\frac{Z_1 \angle \phi_1}{Z_2 \angle \phi_2} = \frac{Z_3 \angle \phi_3}{Z_4 \angle \phi_4} \quad (3-4)$$

en las ecuaciones (3-1) y (3-3) resulta

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3 / (1 + j\omega R_3 C_3)}{R_4 - j(1/\omega C_4)} \quad (3-5)$$

Multiplicando los medios y los extremos:

$$(1 + j\omega R_3 C_3) \left(R_4 - \frac{j}{\omega C_4} \right) = \frac{R_2}{R_1} R_3 \quad (3-6)$$

$$R_4 + \frac{R_3 C_3}{C_4} + j \left(\omega R_3 R_4 C_3 - \frac{1}{\omega C_4} \right) = \frac{R_2}{R_1} R_3 \quad (3-7)$$

Igualando las partes reales y las imaginarias, las condiciones de equilibrio resultan ser:

$$\frac{C_3}{C_4} + \frac{R_4}{R_3} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\omega^2 R_3 C_3 R_4 C_4 = 1 \quad (3-8)$$

Mediante este resultado se podrá lograr el equilibrio ajustando la -- frecuencia y uno solo de los componentes, por ejemplo R_1 , en vez de utilizar impedancias variables. Alternativamente, ajustando dos de -- los componentes para el equilibrio, el puente podrá determinar la -- frecuencia de un generador de onda sinusoidal.

El puente de Wien, es también útil como red selectora de fre--- cuencia. El puente de Wien tiene ventajas considerables en muchas aplicaciones, por ejemplo en circuitos de baja frecuencia. A menudo, -- las resistencias y capacidades de las ramas serie y paralelo son i-

guales. Esto significa que la frecuencia característica de la red es:

$$\omega = \frac{1}{RC} \quad (3-9)$$

La frecuencia a que debe trabajar el circuito Puente de Wien debe estar en el rango de 1000 Hz. Es por esto, que debemos seleccionar el valor de R y C, para obtener la frecuencia anterior. De acuerdo a la ecuación (3-9) y a los componentes comerciales existentes en el mercado, los valores que cumplen la relación anterior son:

$$R = 1.6 \text{ K}\Omega \quad \text{y} \quad C = 0.1 \text{ }\mu\text{F}$$

que sustituyendo en la ec. 3-9, tenemos:

$$\omega \approx 1000 \text{ Hz}$$

La descripción anterior del Puente de Wien, para que funcione éste al igual que el transductor, el cual va colocado en uno de sus brazos y que se encuentra representado esquemáticamente -- por un circuito equivalente, que eléctricamente, es una resistencia en serie con una capacitancia.

El transductor, el cual funciona con una frecuencia de 1000 - Hz aproximadamente para evitar el efecto polarizante, es decir, - que utiliza corriente alterna. La frecuencia de funcionamiento óptima, es la mencionada anteriormente.

El transductor que se encargará de medir la Salinidad por medios eléctricos, es la Celda de Conductividad, la cual es la encargada de medir la Conductividad del Agua marina y en cuyo interior se encuentra un compensador de temperatura llamado Termistor

TRANSDUCTORES

Prácticamente, cualquier cosa mensurable puede ser convertida en una salida eléctrica mediante un transductor adecuado. Existen diferentes tipos de transductores, como son los acústicos, biológicos, -- térmicos y químicos. En este diseño, se utilizarán los dos últimos -- por ser de interés para realizar dicho estudio, es decir, se usarán -- transductores de temperatura (termistores) y químicos (calda de conductividad).

Termistores.

En los circuitos modernos, es cada vez más frecuente el uso de -- los elementos pasivos llamados Termistores, como parte esencial del -- diseño. Estos dispositivos, presentan una excelente solución a proble-- mas que hace algún tiempo sólo podían resolverse mediante el uso de circuitos electrónicos elaborados.

El termistor, es uno de los componentes más simples y versátiles disponibles para diseños electrónicos, estas características únicas -- permiten soluciones directas para muchas sensibilidades, mediciones -- y problemas de control, las cuales de otro modo pueden requerir de e-- quipo elaborado o una circuitería compleja.

Los termistores, son esencialmente semiconductores, los cuales se comportan como "Resistores Térmicos" que son, resistores con un coefi-- ciente de temperatura alta (usualmente negativa) de resistencia.

Los termistores, son resistores sensibles a la temperatura, cuya función principal es la de exhibir un cambio en la resistencia eléc-- trica con una modificación en la temperatura. Estos proporcionan un -- grado de resolución no comparable con otros transductores.

En la fabricación de los termistores, se usa un material semicon-- ductor compuesto de óxidos de ciertos metales, como níquel, manganeso o cobalto. Se pueden construir de muchas formas, que varían en tama-- ños desde perlas de algunas milésima de pulgada de diámetro, a discos o roldanes hasta de 1 pulgada de diámetro y 1/2 pulgada de espesor. --

Estas formas se muestran en la siguiente figura:



Fig. 3.4. Forma de los termistores en que pueden obtenerse.

A través de los años de investigación y desarrollo en la fabricación de los termistores, los cuales ofrecen un amplio rango de alta estabilidad, dispositivos de alta confianza, pueden clasificarse en dos clases de termistores: no lineales y lineales, los cuales se tratarán en forma breve a continuación.

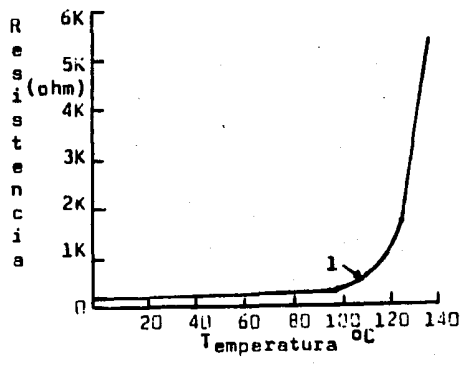
Termistores no Lineales.

Los termistores no lineales, se dividen de acuerdo a su coeficiente de temperatura, ya sea positiva o negativa.

Termistores de un Coeficiente Positivo de Temperatura (CPT).— Son aquellos que aumentan su resistencia cuando se eleva su temperatura. En general, este termistor se fabrica de titanio de bario o estroncio. Aunque no se sabe con exactitud porque se comporta de esta manera, se cree que su estructura cristalina sufre una modificación con los cambios de temperatura y, por lo tanto, se afecta su resistencia.

En la figura 3.5. se expone la curva de temperatura y resistencia en un termistor de CPT común. La resistencia permanece bastante constante hasta alcanzar una temperatura crítica (punto 1). Más allá de este punto, la resistencia del termistor aumenta con mucha rapidez con la elevación de temperatura.

Fig. 3.5. Curva de temperatura y resistencia en un termistor típico de CPT.



Termistores con un Coeficiente Negativo de Temperatura (CNT).-En estos termistores por el contrario, su resistencia disminuye con los aumentos de temperatura. Cuando se aplica calor al semiconductor, se rompen varias de sus ligaduras covalentes, liberando electrones libre. Como resultado, se reduce la resistencia del semiconductor.

La mayoría de los termistores exhibe un coeficiente negativo de temperatura. Al elevarse sus temperaturas disminuyen sus resistencias, y viceversa. Los termistores tienen un margen útil de temperatura de -50° a $+300^{\circ}\text{C}$. Dependiendo de su composición, sus resistencias a la temperatura en frío pueden variar de menos de 100 ohmios a varios megohmios. La curva de temperatura y resistencia en un termistor de CNT común se muestra en la figura 3.6. Nótese como cae la resistencia en forma brusca con los aumentos de temperatura.

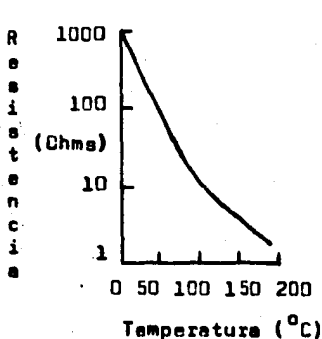


Fig. 3.6. Curva característica de temperatura y resistencia en el Termistor de CNT,

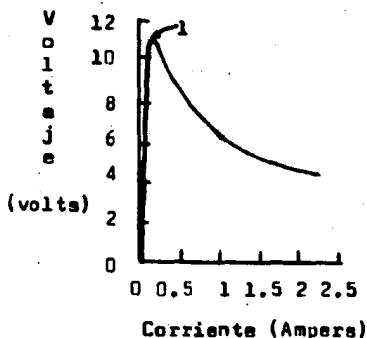


Fig. 3.7. Curva representativa de corriente y voltaje en el Termistor CNT.

En la figura 3.7., aparece una gráfica de corriente y voltaje en este termistor. Entre el cero y el punto 1 de la gráfica, sólo fluye una corriente muy pequeña a través del termistor y, como resultado, el efecto térmico de esta corriente es muy pequeño. Entre estos dos puntos, la corriente aumenta al elevarse el voltaje. Como, normalmente, $I = E/R$, a esa relación le llamamos Resistencia Positiva. Pero, más allá del punto 1, la corriente aumenta al disminuir el voltaje. Por lo tanto, esta relación se llama Resistencia Negativa.

Termistores Lineales

Por otra parte, cuando se requieren termistores para aplicaciones con respuesta rápida en función con el cambio de temperatura, se requieren Termistores Lineales.

Los Termistores Lineales, consisten de un paquete en el cual se encuentran en una forma compuesta tanto un Termistor como un Resistor.

Los termistores compuestos, cada uno contiene en un solo paquete o encapsulado dos o tres termistores, como elemento sensor simple. En la figura 3.8., se ilustran algunos de ellos.

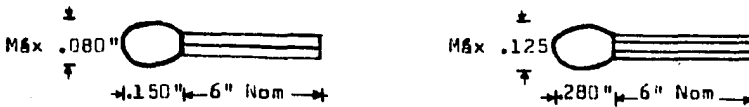


Fig. 3.8. Termistores Compuestos tipo Perla.

Los resistores compuestos que se utilizan con los termistores compuestos, consisten de dos o tres resistores de película metálica, del tamaño mostrado en la figura siguiente:

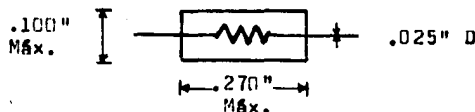


Fig. 3.9. Resistores de Película Metálica.

Los componentes lineales, son fabricados con valores diferentes para rangos de temperatura diferentes. Cuando los termistores son conectados a cualquier circuito, estos producen una variación de voltaje o de resistencia que aumenta o disminuye con la temperatura.

Table 3.1

Thermistor Pricing

Part No.	List Price 1-9 units	Less 10% 11-24 units	Less 20% 25-100 units	Less 30% 101-500 units
44018	\$15 00	\$13 50	\$12 00	\$10 50
44019	15 00	13 50	12 00	10 50
44020	30 00	27 00	24 00	21 00
44201	20 00	18 00	16 00	14 00
44202	20 00	18 00	16 00	14 00
44203	20 00	18 00	16 00	14 00
44204	20 00	18 00	16 00	14 00
44211	20 00	18 00	16 00	14 00
44212	35 00	31 50	28 00	24 50

Table 3.2

Component Specifications

	°C	°F	°C	°F
Linear Component P/N	44201	44201	44202	44202
Range	0° to +100°C	+32° to +212°F	5° to +45°C	+23° to +113°F
Thermistor Composite P/N	44018	44018	44018	44018
Resistor Composite Values	R ₁ 3200 Ω, R ₂ 6250 Ω	R ₁ 3200 Ω, R ₂ 6500 Ω	R ₁ 5700 Ω, R ₂ 12,000 Ω	R ₁ 5700 Ω, R ₂ 12,000 Ω
Thermistor Accuracy & Interchangeability	±0.15°C -30° to +100°C E _{out} = (-0.0053483 Ein) T = 0.13493 Ein	±0.27°F -22° to +212°F E _{out} = (-0.00297127 Ein) T = 0.03985 Ein	±0.15°C -30° to +100°C E _{out} = (-0.0056646 Ein) T = 0.194142 Ein	±0.27°F -22 to +212°F E _{out} = (-0.0031581 Ein) T = 0.093083 Ein
±0 Positive Slope	E _{out} = (-0.0053483 Ein) T = -0.86507 Ein	E _{out} = (-0.00297127 Ein) T = 0.96015 Ein	E _{out} = (-0.0056646 Ein) T = 0.805858 Ein	E _{out} = (-0.0031581 Ein) T = 0.909917 Ein
±0 Negative Slope	E _{out} = (-0.0053483 Ein) T = -0.86507 Ein	E _{out} = (-0.00297127 Ein) T = 0.96015 Ein	E _{out} = (-0.0056646 Ein) T = 0.805858 Ein	E _{out} = (-0.0031581 Ein) T = 0.909917 Ein
Resistance Mode	R ₁ = (-17.115) T + 2768.23	R ₁ = (-9.508) T + 3072.48	R ₁ = (-32.402) T + 4593.39	R ₁ = (-16.001) T + 5169.42
E _{in} Max.	2.0 VOLTS	2.0 VOLTS	3.5 VOLTS	3.5 VOLTS
I _T Max.	625 μA	625 μA	615 μA	615 μA
***Load Res. Min. Ω	3 MEG Ω	3 MEG Ω	10 MEG Ω	10 MEG Ω
Linearity Deviation	+0.216°C	+0.388°F	+0.065°C	+1.2°F
Linear Component P/N	44203	44203		44204
Range	30° to +50°C	22° to +122°F		-30° to +100°F
Thermistor Composite P/N	44018	44018		44018
Resistor Composite Values	R ₁ 18,700 Ω, R ₂ 35,250 Ω	R ₁ 18,700 Ω, R ₂ 35,250 Ω		R ₁ 5700 Ω, R ₂ 12,400 Ω
Thermistor Accuracy & Interchangeability	±0.15°C -30° to +100°C E _{out} = (-0.0067966 Ein) T = 0.34893 Ein	±0.27°F -22° to +212°F E _{out} = (-0.00377588 Ein) T = 0.228102 Ein		±27°F -22 to +212°F E _{out} = (-0.0031289 Ein) T = 0.09232 Ein
±0 Positive Slope	E _{out} = (-0.0067966 Ein) T = 0.65107 Ein	E _{out} = (-0.00377588 Ein) T = 0.771898 Ein		E _{out} = (-0.0031289 Ein) T = 0.90768 Ein
±0 Negative Slope	E _{out} = (-0.0067966 Ein) T = 0.65107 Ein	E _{out} = (-0.00377588 Ein) T = 0.771898 Ein		E _{out} = (-0.0031289 Ein) T = 0.90768 Ein
Resistance Mode	R ₁ = (-127.096) T + 12175	R ₁ = (-70.608) T + 14435		R ₁ = (-17.834) T + 5173.8
E _{in} Max.	3.0 VOLTS	3.0 VOLTS		4.0 VOLTS
I _T Max.	475 μA	475 μA		685 μA
***Load Res. Min. Ω	10 MEG Ω	10 MEG Ω		10 MEG Ω
Linearity Deviation	+0.16°C	+0.29°F		+0.055°F
Linear Component P/N	44211	44211	44212	44212
Range	55° to +85°C	67° to +185°F	50° to +50°C	58° to +122°F
Thermistor Composite P/N	44019	44019	44020	44020
Resistor Composite Values	R ₁ 3525 Ω, R ₂ 5825 Ω	R ₁ 3525 Ω, R ₂ 5825 Ω	R ₁ 23,100 Ω, R ₂ 88,200 Ω R ₃ 38,000 Ω	R ₁ 23,100 Ω, R ₂ 88,200 Ω R ₃ 38,000 Ω
Thermistor Accuracy & Interchangeability	+0.4°C 0 to +85°C E _{out} = (-0.005033 Ein) T = 0.34407 Ein	+72°F to 185°F E _{out} = (-0.0027961 Ein) T = 0.254595 Ein	+0.1°C 50° to +50°C E _{out} = (-0.00559149 Ein) T = 0.40700 Ein	+18°F 58 to +122°F E _{out} = (-0.00310638 Ein) T = 0.30760 Ein
±0 Positive Slope	E _{out} = (-0.005033 Ein) T = 0.34407 Ein	E _{out} = (-0.0027961 Ein) T = 0.745405 Ein	E _{out} = (-0.00559149 Ein) T = 0.59300 Ein	E _{out} = (-0.00310638 Ein) T = 0.69240 Ein
±0 Negative Slope	E _{out} = (-0.005033 Ein) T = 0.34407 Ein	E _{out} = (-0.0027961 Ein) T = 0.745405 Ein	E _{out} = (-0.00559149 Ein) T = 0.59300 Ein	E _{out} = (-0.00310638 Ein) T = 0.69240 Ein
Resistance Mode	R ₁ = (-17.74) T + 2312	R ₁ = (-9.855) T + 2627.36	R ₁ = (-129.163) T + 13698.23	R ₁ = (-71.757) T + 15994.5
E _{in} Max.	2.0 VOLTS	2.0 VOLTS	3.5 VOLTS	3.5 VOLTS
I _T Max.	833 μA	833 μA	700 μA	700 μA
***Load Res. Min. Ω	10 MEG Ω	10 MEG Ω	10 MEG Ω	10 MEG Ω
Linearity Deviation	+1.1°C	+2°F	+0.15°C (Condition A) ** +0.08°C (Condition B) **	+27°F (A) +15°F (B)

De acuerdo a lo expuesto anteriormente y a las tablas 3.1 y 3.2, los termistores que se encuentran en los transductores, son - los termistores lineales 44201 y 44202, cuyas características se - encuentran en la tabla 3.2.

Por otra parte, cuando los termistores son calentados externamente, transforman los cambios de corriente o voltaje, de acuerdo al ambiente o al contacto que tengan con algún cuerpo. Por lo tanto, el voltaje de salida puede ser aplicado a un registrador o a un instrumento digital para producir una lectura digital termométrica, precisa y sensitiva.


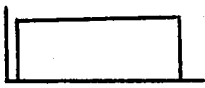
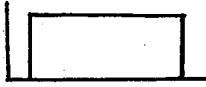

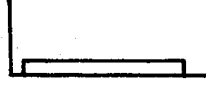
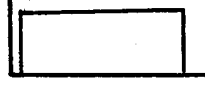
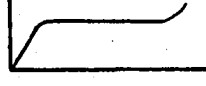
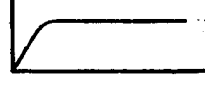
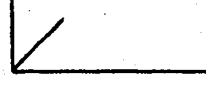
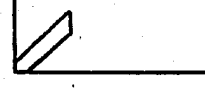
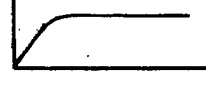
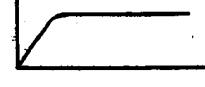
En general, hay dos métodos para calentar el termistor, para utilizar sus propiedades de temperatura y resistencia. Uno de ellos, es dejar pasar una corriente directamente a través del termistor. El calor así producido determinará su temperatura. El otro método, es colocar al termistor en un medio caliente, como un gas, o un líquido, o situarlo cerca de algún objeto caliente. En cualquier caso, la resistencia del termistor será una función de la temperatura.

Por lo tanto, el instrumento que se proyecta realizar, será capaz de medir en dos medios ambientales, el atmosférico y el de la sustancia que se va a analizar, registrándose una lectura digital en grados celsius ($^{\circ}\text{C}$), además de medir el rango de salinidad, que es el objetivo principal.

La sensibilidad del Termistor es 400 veces más grande que los Termopares, el valor del termistor común es tan alto como 30 mV/°C. En seguida presentamos esta comparación:

Tabla 3.3

Tabla comparativa de Termistores con Termopares

Características	Termopares	Termistores
Señal de Salida	 Baja	 Muy alta
Rango	 Amplio	 Corto
Sensibilidad	 Baja	 Muy alta
Estabilidad	 Buena	 Muy buena
Intercambiabilidad	 Muy buena	 Buena.
Respuesta	 Muy buena	 Muy buena

CELDA DE CONDUCTIVIDAD

Una Celda de Conductividad Electrolytica, está hecha de sílica o de vidrio resistente en cuyo interior se encuentran dos electrodos, los cuales suelen ser dos láminas de platino generalmente de 1 cm²; su distancia está de acuerdo a su diseño y a su constante específica, que en este caso es de 5. Para que los electrodos tengan una superficie efectiva mayor, se suelen recubrir con negro de platino (poros de platino), ya que así minimizan los errores causados -- por la formación de gas (o sea la llamada polarización).

Una propiedad físico-química en que se basa el método de la -- Conductividad, es la migración iónica y la orientación de las cargas en la solución a medir (agua salina), dando como resultado, que cuando a los electrodos se les aplica un potencial de corriente alterna, se crea un flujo que es directamente proporcional a la cantidad de iones existentes en la muestra a medir.

Como mencionamos en el capítulo anterior, las celdas de conductividad, son elementos que se usan para medir la conductancia específica. Las celdas se diseñan para muchos propósitos, pero las más adecuadas, son las hojas de platino de posición fija, sellándose en los tubos de conexión a los lados, para crear la celda de medición. Además de esto, también son satisfactorios dos electrodos de varilla de platino sumergidos en una solución; estos arreglos hacen a la resistencia medida independiente del volumen de la muestra, y la proximidad a la superficie.

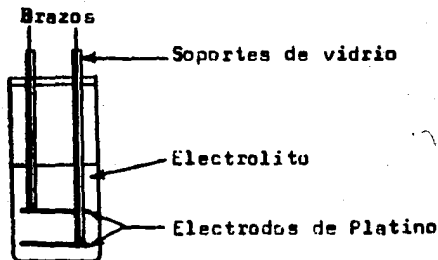


Fig. 3.10. Electrodos de platino sumergidos - en una solución, para medir su conductividad.

En la práctica, un factor de celda puede deducirse para cualquier forma de electrodo, o para cualquier forma o longitud de trayectoria. Por lo tanto, las celdas no sólo requieren de electrodos rectangulares, ni necesitan oponerse entre sí mediante un eje común. Utilizando materiales aislantes como el vidrio, se puede construir una celda práctica, con trayectoria eléctricamente relativa larga.

Por otro lado, hay límites prácticos de la resistencia eléctrica medida para cualquier exactitud y sensibilidad deseada. El óptimo parece estar en la vecindad de 500 a 10,000 ohms. En soluciones de baja conductancia, el electrodo debe ser largo y las placas espaciadas unas de las otras; para soluciones altamente conductoras el área debe ser pequeña y los electrodos bastante separados. Los electrodos casi siempre están ligeramente recubiertos con negro de platino para reducir el efecto polarizante del flujo de la corriente entre los electrodos.

Los electrodos de platino, pueden fabricarse para una variación de la constante de la celda, mediante la siguiente ecuación:

$$J = \frac{K}{C} \quad (3-10)$$

donde: J = Constante de la celda (1/cm)
K = Conductividad (mhos/cm)
C = Conductancia (mhos)

Las variaciones de la constante de la celda en los electrodos de platino, están entre 0.01 a 100. En la siguiente tabla, se dan las variaciones de conductancia específica, que puede medirse con estas constantes diferentes de celda de los electrodos.

Tabla 3.4.

Amplitud de la Conductancia Especifica en μ mhos.

Escala		Constante de Celda
Mínima	Máxima	
1	200	0.01
100	2,000	0.10
1,000	5,000	1.00
5,000	200,000	10.00
100,000	2,000,000	100

Polarización de la Celda de Conductividad.

Cuando se utiliza corriente directa en este tipo de electrodos, se polarizan casi inmediatamente, es decir, que la electrólisis produce una capa gaseosa en la superficie del electrodo que evita un -- flujo posterior de corriente entre ambos electrodos; por lo tanto, -- da una medición errónea.

Para evitar la polarización, se emplea una corriente alterna. -- De igual modo, la polarización se reduce al aumentar la frecuencia -- de la corriente, hasta llega aproximadamente a 1000 c/s, que es la -- frecuencia óptima. Puesto que los efectos de polarización, son más -- notables en superficies muy lisas de los electrodos, se usa carbono -- poroso para éstos, o bien, si se tiene uno metálico se cubre con plg -- tino negro, que es material poroso, para que éste aumente el área su -- perfiacial efectiva de los electrodos, reduciendo con ello el flujo -- de corriente.

La porosidad produce menos gas por unidad, y el gas producido -- en la superficie del electrodo es absorbido continuamente por el re -- cubrimiento poroso, que lo disuelve en el líquido y lo difunde nuev -- mente en la solución. En la práctica el negro de platino se desgasta -- gradualmente, por lo que se debe reemplazar de vez en cuando .

Esto no sucede con las superficies de los electrodos de carbono -- que tienen una vida casi infinita. Este tipo de celdas de carbono, -- están limitadas por su constante de celda muy pequeña, que es de 0.1 -- a 10.

Compensación de Temperatura.

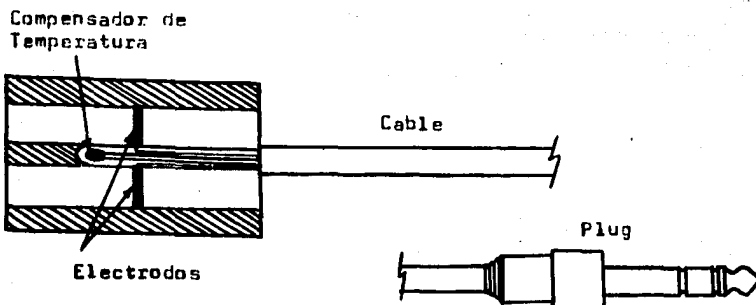
El flujo de corriente que pase por un electrodo varía según la - Temperatura de la solución. Por lo tanto, la medición de la conducti- vidad debe tener una compensación de temperatura.

La Conductividad varía con la Temperatura al igual que con la - concentración electrolítica. El coeficiente de temperatura de la con- ductancia de las soluciones electrolíticas en agua, casi siempre es_ positiva, y de una magnitud aproximada de 0.05 a 3%/°C. Un medio -- práctico de proporcionar una compensación a la temperatura, es el de introducir dentro del circuito puente (Wien), un elemento resistivo, es decir, un Termistor, el cual cambiará con la temperatura a la mig- ma proporción que la solución que se está probando. Algunas celdas - de conductividad, contienen internamente entre sus electrodos un -- termistor como elemento compensador.

El termistor que se utiliza como compensador de temperatura en el brazo del puente (en el cual está conectada la celda de conducti- vidad), este elemento compensador estará en contacto térmico indirec- tamente con la solución de prueba para proporcionar una compensación. La compensación exacta para los cambios de temperatura, requiere que el coeficiente de la temperatura de la resistencia del compensador, _ iguale al de la solución de prueba.

De lo expuesto anteriormente, la celda que se utiliza en este_ proyecto, tiene una constante de 5.00 ± 0.1 , en cuyo interior se en- cuentran dos electrodos y un termistor compuesto, éste último tiene_ una precisión de $\pm 0.1^\circ\text{C}$ para su rango de operación de -2 a 100°C . Los cables utilizados son aislados en esta celda, tienen una baja capaci- tancia y cuyas tres terminales tienen un diámetro de 0.25 pulgadas y cuya longitud es de 10 pies (3 metros de longitud), existiendo otras de mayor longitud, según sea la necesidad y aplicación requerida. - Este probador tiene un cuerpo rígido de PVC (polivinil) y los elec- trodos de níquel platinizado, esto da por consecuencia una gran re- sistencia para un amplio rango de sustancias ionizadas.

CELDA DE CONDUCTIVIDAD



3.11. Constitución interna de la Celda.

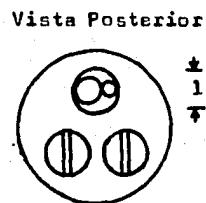
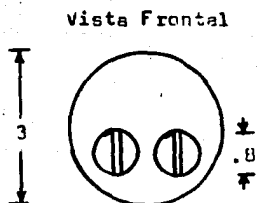
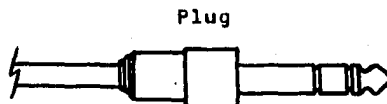
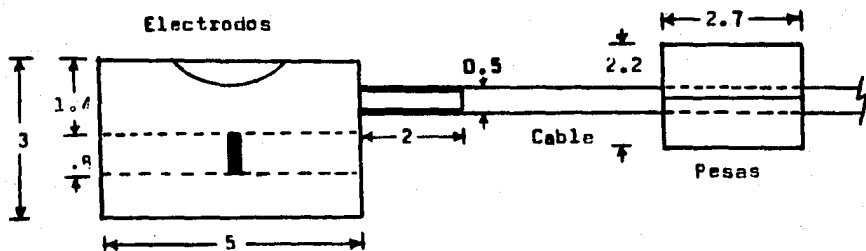
Este tipo de celda es usado en sistemas para medir la Conductividad de un líquido. Esta puede ser utilizada en varios tipos de instrumentos de conductividad.

La celda incluye un compensador de temperatura. Estas celdas tienen electrodos de platino, los cuales son recubiertos con negro de platino (poros de platino) para minimizar los errores de medición causados por la formación de gases (polarización). Para evitar la polarización, como se ha mencionado, se utiliza corriente alterna.

Especificaciones Estándares

Temperatura Máxima de Operación:	105°C
Electrodos:	Niquel Platinizado
Recubiertos:	Negro de Platino
3 Terminales:	0.25"
Cuerpo:	Rígido de Polivinil (PVC)
Longitud cable	10 pies (3 metros)
Constante :	5 (cm) ⁻¹

CELDA DE CONDUCTIVIDAD



3.12. Características de la Celda.

Unidades en Centímetros.

Modelo Eléctrico

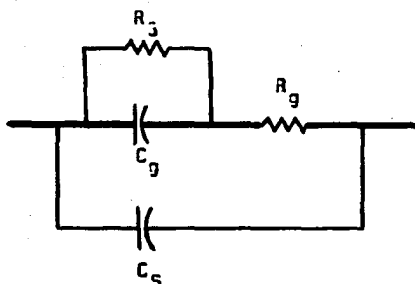


Fig. 3.13 Representación esquemática de una celda de conductividad en términos de su circuito equivalente. El circuito más sencillo está dibujado en líneas gruesas. C_g es la capacitancia de la capa doble en los electrodos. R_s la resistencia farádica a través de la capa doble del electrodo. C_s la suma de las capacitancias de los electrodos de las celdas, los cables conductores, etc.

El volumen de la solución que se encuentra entre los electrodos, se comporta como una resistencia óhmica común y se designa con R_g ; - es esta resistencia la que nos interesa. Las capas dobles aparecen como capacitores de alta capacidad, C_g . La magnitud de C_g dependerá grandemente de la cantidad de platinización de las superficies de los electrodos, el grado al que esté polarizado y el tiempo disponible para la acumulación de capas iónicas. Para soluciones cuya concentración sea del orden de $10^{-4} M$ o menor, esta representación sencilla es bastante útil. R_s y C_s no serán factores importantes. R_s es generalmente del orden de 0.1 a 1 ohm, la resistencia de la celda medida es casi igual a R_g . Análogamente, C_s es casi inferior de 10 a 100 picofaradios, aproximadamente 1,000 a 10,000 veces más pequeñas que C_g .

Cables

Debe darse especial atención a la disposición de los cables que van a los electrodos, excepto cuando se busca una exactitud de 2 a - 5%. Es conveniente usar cables aislados.

Calibración de la Celda.

Para medir la conductancia específica o Conductividad, una celda se calibra midiendo la resistencia (R), cuando la celda contiene una solución estándar de una conductancia específica conocida, y -- luego la constante de la celda (J) se calcula por la ecuación anterior (3-10), pero sumándole el estándar conocido, obteniendo la siguiente ecuación:

$$J = \frac{R^5(K_1 + K_2)}{10^6} \quad (3-11)$$

donde: J = Constante de la Celda (1/cm)
 R = Resistencia (ohms)
 K₁ = Conductividad (μmhos absolutos)
 K₂ = Conductividad del agua destilada usada en la solución producida (μmhos absolutos)

El electrolito que casi invariablemente se emplea para este -- propósito, es el Cloruro de Potasio (KCl). Los valores de la Conductancia Específica de las soluciones de KCl, están dados en la siguiente tabla:

Tabla 3.5.
 Conductancia Específica de las Soluciones del
 Cloruro de Potasio.

Solución de Referencia	Aprox. Normal de la Solución	Método de Preparación	Temp. °C	Conductividad Electrolítica μmhos/cm*
A	0.1	7,4365 g.KCl por 1000 ml de solución en 20°C.	0	7,138
			18	11,167
			25	12.856
B	0.01	6,7440 g KCl por 1000 ml de Solución a 20°C.	0	773.6
			18	1,220.5
			25	1,408.8
C	0.001	Diluir 100ml de Sol. B para 1000 ml a 20°C.	25	146.93

* Excluyendo la Conductividad del Agua usada para preparar las soluciones.

A partir de estos valores y con ayuda de la fórmula anterior, se establece la constante de la celda (J).

R , K_1 y K_2 cualquiera de éstos, deben estar determinados a la misma temperatura y corregidos a ésta misma, para hacer válida la ecuación anterior.

Ahora bien, en lo que respecta a la celda utilizada en este día No, ésta celda es calibrada por una precisión absoluta de ± 1 a 0.5% basada sobre una solución estándar. Puesto que la literatura de Conductividad no indica un método estándar, consecuentemente seleccionamos la aproximación estándar de la solución de 0.01 decimal de KCl, método determinado por Jones Bradshaw en 1937. Recientes libros de texto como el ASTM Standart toman esta consideración para seleccionar este método.

La solución es preparada por dilución de 0.745 gramos de KCl seco y puro con agua destilada hasta que la solución sea de 1 Kg. La solución de referencia que se eligió para la calibración de la celda de conductividad, fue la solución tipo "B" de la Tabla 3.5. expuesta anteriormente.

Por otra parte, el Oscilador de Puente de Wien, consta también de dos elementos activos, que son: Un Amplificador Diferencial con Doble entrada y Doble salida, y un Amplificador Diferencial Simple, los cuales se caracterizan por tener grandes ganancias de tensiones y por poseer una impedancia de entrada infinita y una impedancia de salida despreciable. Además la ganancia es constante para todo el margen de frecuencias a que trabaja el circuito.

El amplificador diferencial, es básicamente un amplificador de elevada ganancia al que se puede aplicar un elevado grado de realimentación a fin de poder controlar a voluntad sus características y hacer de su funcionamiento el más adecuado.

Dado que los amplificadores se emplean casi siempre con dicha alimentación, esto es para impedir inestabilidades, por lo que es necesario recurrir al empleo de cierta compensación de frecuencia. Esta compensación de frecuencia se obtiene normalmente por medio de un condensador conectado exteriormente y gracias al cual, se reduce el desplazamiento de fase y la respuesta en frecuencia del amplificador en el margen dentro del cual puede producirse la oscilación.

Los Amplificadores Diferenciales, son los circuitos básicos -- que mejor se adaptan a la integración, su funcionamiento es extraordinariamente estable, prácticamente insensible a las variaciones de temperatura y de interferencias. Es un amplificador cuya salida es función de la diferencia entre las señales aplicadas a sus dos entradas. Costa básicamente de dos transistores con los emisores conectados entre sí, o más, las señales de entrada se aplican a las bases y las señales de salida se obtienen de los colectores. Para asegurar un buen funcionamiento del circuito, es preciso que los emisores estén conectados a masa e través de un generador o fuente de voltaje de corriente constante.

Los amplificadores tienen, por lo tanto, dos terminales de entrada y dos de salida. Gracias a ello, el amplificador diferencial puede trabajar de distintas formas, y por poseer un ancho de banda relativamente grande.

Debido a estas ventajas con relación a otros tipos de amplificadores y a la flexibilidad del diseño, los amplificadores diferenciales tienen un número prácticamente ilimitado de aplicaciones. - Se utilizan como amplificadores desde corriente continua hasta frecuencias bastante elevadas, como osciladores, moduladores, mezcladores, comparadores, etc., es decir, en toda clase de equipos electrónicos (audio, radio, televisión, de medición, control, servosistemas, etc.).

Por la gran aplicación que tienen los amplificadores, que en este caso son diferenciales, se utilizan éstos para amplificar diferencialmente, la salida del puente de Wien, para obtener a la salida del amplificador diferencial una salida amplificada para que sea acoplada al sistema digital.

Los amplificadores diferenciales usados para este propósito, son: el CA3054 y el CA3000, que a continuación presentamos sus características.

Amplificador Diferencial CA3054

El circuito integrado CA3054, consiste de dos amplificadores diferenciales independientes asociados con una corriente constante de los transistores sobre un sustrato monolítico común. Los seis transistores que componen los amplificadores, son dispositivos para propósitos generales, los cuales muestran un bajo ruido $1/f$ y un valor de f_T en exceso de 300 MHz. Estas características hacen al CA3054 muy útil a frecuencias de 120 MHz a DC.

Las resistencias de polarización y de carga, serán omitidas para proveer una flexibilidad para máximas aplicaciones.

La construcción monolítica del CA3054 provee un circuito cerrado eléctrico y un equilibrio térmico de los amplificadores.

Máximos Rangos Absolutos para $T_A = 25^\circ\text{C}$.

Disipación de Potencia P:

Cualquier transistor	300	mw
Encapsulado Total	750	mw
para $T_A > 55^\circ\text{C}$	6.67	mw/ $^\circ\text{C}$

Rangos de Temperatura:

Operación	-55 a +125 $^\circ\text{C}$
Almacenamiento	-65 a +150 $^\circ\text{C}$

Temperatura en la Terminal

(durante el soldeo)

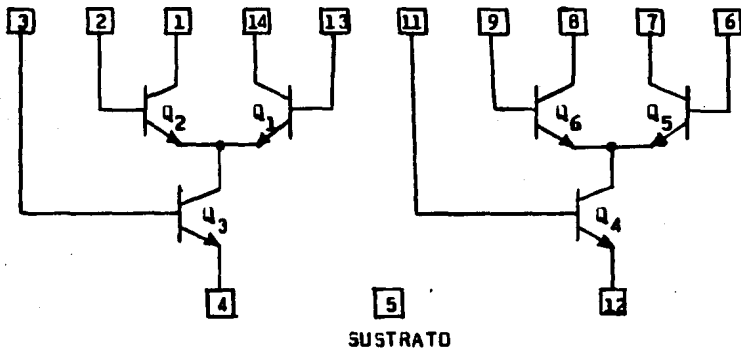
Terminal de 1.59 \pm 0.79 mm	
10 segundos máximos	+265 $^\circ\text{C}$

Los siguiente porcentajes aplicados a cada transistor en el dispositivo:

Voltaje de Colector a Emisor V_{CE0}	15 V
Voltaje de Colector a Base V_{CBO}	20 V
Voltaje de Colector a Sustrato V_{C10}^*	20 V
Voltaje de Emisor a Base V_{EBO}	5 V
Corriente de Colector I_C	50 mA

*El colector de cada transistor del CA3054, es aislado del sustrato por un diodo integrado. El sustrato debe ser conectado a un voltaje, el cual es más negativo que cualquier voltaje de colector, en orden para mantener el aislamiento entre los transistores y para proveer una acción normal del transistor. El sustrato será mantenido en señales de AC a tierra, por medio de un capacitor colocado a tierra, para evitar acoplamientos indeseables entre transistores.

Figura 3.14
Diagrama Esquemático
CA3054



Características:

- Dos amplificadores diferenciales sobre un sustrato común.
- Entradas y Salidas independientes accesible.
- Máximo voltaje de offset de entrada ± 5 mV.
- Rango de temperatura límite: 0°C a 85°C .

Aplicaciones:

El circuito integrado CA3054, tiene gran aplicación, entre las que se encuentra la combinación de multifunciones (mezclador de osciladores de MF, convertidores de IF), Schmitt trigger doble, Amplificadores de IF (diferencial y cascode), Moduladores y Demoduladores de doble balanceo, Detectores sincrónicos, Sintetizadores de mezclado, Amplificadores cascode balanceado (push-pull), y Limitadores

Amplificador Diferencial CA3000

El amplificador diferencial CA3000, es un amplificador con doble entrada y doble salida diferencial. Sus salidas están en función de la diferencia de las señales aplicadas a sus dos entradas. Consiste básicamente de dos transistores con los emisores conectados entre sí. Las señales de entrada se aplican a las bases y las señales de salida se obtienen en los colectores. Para asegurar un buen funcionamiento del circuito, es preciso que los emisores estén conectados a tierra.

Los amplificadores diferenciales, tienen dos terminales de entrada y dos terminales de salida, por lo que puede trabajar de distintas formas, ser insensible a las señales de ruido y a las variaciones de la temperatura, y tener un ancho de banda relativamente grande.

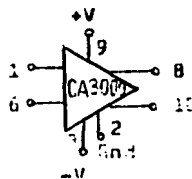
El circuito integrado monolítico CA3000 es un amplificador diferencial que proporciona dos salidas y se caracteriza por una elevada impedancia de entrada (0.1 MΩ) y una ganancia de 30 db para frecuencias hasta 1 MHz. Su respuesta de frecuencia puede ser elevada a varias decenas de megahertz mediante el empleo de resistores o bobinas conectadas exteriormente.

Las aplicaciones de este circuito integrado, son múltiples: - amplificador, mezclador, oscilador, disparador schmitt, comparador, etc.

Las principales características, para una frecuencia de 1 KHz y una temperatura de 25°C, son las siguientes:

Ganancia de Tensión	37 db
Rechazo de modo común	98 dB
Impedancia de entrada	195 Kohms

Figura 2.15
Conexiones básicas
CA3000



SISTEMA DIGITAL

Introducción.

Los dispositivos Digitales pertenecen a los componentes activos, los cuales tienen la función de utilizar las señales eléctricas de algunos transductores, los cuales son por naturaleza analógicos; si dichas señales se quieren procesar, es necesario convertir la información original en digital, de ahí que el uso de convertidores Analógicos/Digitales, sean de primordial importancia para los ingenieros que diseñan o usan instrumentos digitales.

Los convertidores A/D, son normalmente el enlace entre el transductor y el procesador digital. Las señales analógicas de los transductores comúnmente empleados, son de voltaje o corriente, los cuales son fácilmente convertidos en tiempo o frecuencia. Esta posibilidad de procesar las señales analógicas, dan lugar a distintos tipos de Convertidores Analógico/Digitales (A/D). Pero de acuerdo al proyecto, se utiliza el convertidor que emplea la técnica de voltaje de referencia. Haciendo incapie, que el uso de convertidores generalmente son de empleo delicado, ya que se tienen que tomar en consideración sus características esenciales.

Es importante puntualizar que a medida que se requiera un convertidor más exacto, más estable y más rápido, será necesario utilizar técnicas de diseño más elaboradas, es decir:

A. Precisión de Conversión, que está en función del número de dígitos, y

B. La selección de los valores de los componentes con respecto a los cambios de temperatura, tiempo, etc., que puedan originar errores, evitando ésto con el conocimiento de tolerancias de sus especificaciones.

Debido a los avances tecnológicos, hay convertidores A/D, que utilizan en sus salidas, Mostradores de Cristal Líquido (MCL) o Diodos Emisores de Luz (LED) para indicar el despliegue numérico de su conversión digital. De acuerdo a lo anterior, se optó por utilizar un convertidor que use los MCLs, por su baja potencia de consumo.

Convertidor Analógico/Digital de Integración para MCL

Características

Máximas especificaciones eléctricas a 25°C.

Simple Chip

Modelo	ICL 7106
Resolución	$\pm 3 \frac{1}{2}$ dígitos
Precisión	
No lineal	± 1 conteo
Indicación de entrada cero	± 0.0000
Indicación Radiométrica	± 1.0000
(Radiométrica)	± 1 conteo
Error de Movimiento	± 1 conteo
Estabilidad	
Offset vs. Temperatura	1 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Ganancia vs. Temperatura	5 ppm/ $^\circ\text{C}$
Porcentaje de conversión	0.1 a 15 conv/seg
Entrada Analógica	
Rango del Voltaje	± 200 mV a ± 2 V
Impedancia	$10^{11} \Omega$
Pérdida de corriente	2 pA
Ruido (pico-pico)	15 μV típicos
Entrada Digital	Sostenimiento visual
Salidas Digitales	
Formato	Mostrador MCL de 7 segmentos
Nivel Lógico	AC: 4.5V abajo de V^+
Suministro de Potencia	
Voltaje	+ 9 V
Corriente	1.8 mA
Encapsulado	DIP de 40 terminales

RANGOS MAXIMOS ABSOLUTOS DEL ICL7106

Suministro de Voltaje (V+ a V-)	15V
Voltaje de Entrada Analógico (cualquier entrada) (nota 1)	V+ a V-
Referencia del Voltaje de Entrada (cualquier entrada)	V+ a V-
Reloj de Entrada	Prueba a V
Disipación de Potencia (nota 2)	
Encapsulado de Cerámica	1000 mW
Temperatura de Operación	0°C a +70 °C
Temperatura de Almacenamiento	-65°C a +160°C
Temperatura en la terminal (Soldar en 60 seg)	300°C

Nota 1: Los voltajes de entrada pueden exceder a la alimentación provista y la corriente de entrada es limitada a $\pm 100\mu\text{A}$

Nota 2: El porcentaje de disipación apropiado del dispositivo es el montaje con todas sus terminales soldadas a la tarjeta de circuitos impresos.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS

(nota 3)

Características	Condiciones	Min	Típica	Máx	Unidad
Indicación de Entrada cero	Vin = 0.0 V Escala Total 200.0 mV	-000.0	±000.0	000.0	Indic ción Digital
Indicación Radiométrica	Vin = Vref Vref = 100mV	999	999/1000	1000	Indic. Digital
Error de Movimiento (Diferencia en la indicación - para igualar la indicación positiva y negativa próximas a la escala total.	-Vin = +Vin = 200.0mV	-1	± 0.2	+1	Conteo
Relación de Rechazo de Modo Común (Nota 4)	Vcm = ±1V, Vin = 0V. Escala total = 200.0mV		50		mV/V
Linealidad (Máx. desviación de la mejor línea recta propia)	Escala total = 200mV o Escala total = 2.000V	-1	±0.2	+1	Conteo
Ruido (No exceder del valor pico-pico 95% del tiempo)	Vin = 0V Escala total = 200.0mV		15		mV
Corriente de Escape a Entrada	Vin = 0V		1	10	pA
Desviación de Indicación cero	Vin = 0 0° < TA < 70°C		0.2	1	mV/°C
Escala del Factor del Coeficiente de Temperatura	Vin = 199.0mV 0 < TA < 70°C (Ref. Ext. 0ppm/ °C)		1	5	ppm/°C
Voltaje Común Análogo (con respecto a la alimentación positiva)	25KΩ entre el Común & la alimentación positiva	2.4	2.8	3.2	Volts

(continuación)

CARACTERISTICAS ELECTRICAS

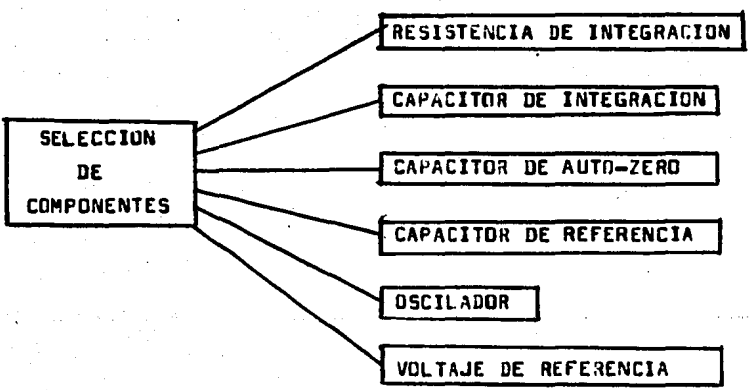
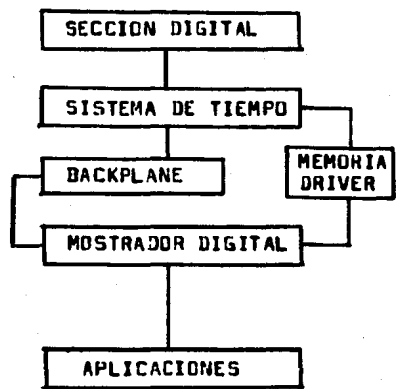
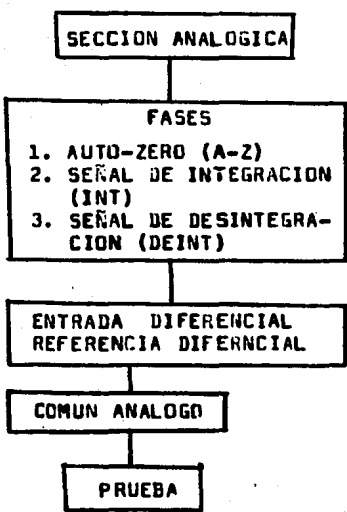
Características	Condiciones	Min	Típico	Máx.	Unidad
Coefficiente de Temperatura del Común Análogo (con respecto a la alimentación positiva)	25 K entre el Común y la alimentación positiva		80		ppm/°C
Voltaje pico-pico manejado por Segmento (Nota 5)	V = 9 V	4	5	6	Volts
Voltaje pico-pico manejado por el Backplane (nota 5)	V = 9 V	4	5	6	Volts

Nota 3: Si no hay otra notación, aplicar las especificaciones anteriores para el 7106 a una temperatura de 25°C, ($T_A = 25^\circ\text{C}$); $f_{\text{clock}} = 48 \text{ KHz}$. El circuito de la fig. 12 sirve para probar el 7106.

Nota 4: Referirse a la "Entrada Diferencial" discutida en la pág. 71.

Nota 5: El manejo del Backplane esta en fase con el manejo de los segmentos, 180° fuera de fase para un segmento "on". La frecuencia es 20 tiempos el porcentaje de conversión. El promedio de la componente de DC es menor que 50 mV.

DIAGRAMA GENERAL



CONVERTIDOR A/D 7106

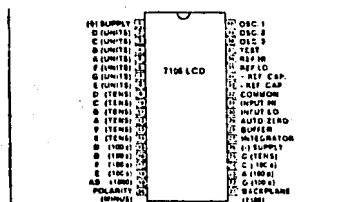


Fig. 1 Configuración de las Terminales.

DESCRIPCION GENERAL

El Circuito Integrado ICL7106 es altamente confiable, es un convertidor Analógico/Digital de 3 1/2 dígitos de baja potencia. Todos los dispositivos activos necesarios están contenidos en el C.I. CMOS, incluyendo el Decodificador de siete segmentos, el Driver del mostrador, la Referencia y el Reloj. El 7106 está diseñado para la interfase con el Mostrador de Cristal Líquido (MCL), además tiene incluido el Backplane.

El ICL7106 ofrece una combinación imprecendente de alta exactitud, versatilidad, y una verdadera economía. La alta exactitud propia de auto-zero a menos de 10 μV, el arrastre del cero menor de 1 μV/°C, la corriente de polarización de entrada de 10 pA máx., y el traslado de errores menores que 1 conteo. La versatilidad de una entrada diferencial y una referencia confiable es usada en todos los sistemas; pero el diseño da una ventaja poco común, cuando las mediciones de celdas de carga, calibradores, y otros transductores tipo puente son empleados. Finalmente, la verdadera economía confiable de operación de una simple fuente de alimentación para operar el C. I. ICL7106, hace posible una alta confiabilidad en la construcción del panel medidor (MCL).

El Circuito Integrado (C.I.) 7106, está compuesto internamente por dos secciones: Una Analógica y la otra Digital.

SECCION ANALOGICA

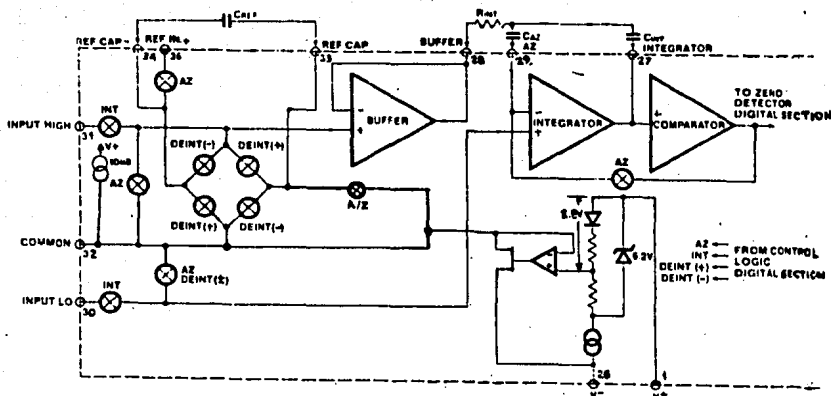


Fig. 2. Sección Analógica del Circuito Integrado 7106.

La figura 2, muestra el Diagrama de la Sección Analógica del C.I. ICL7106. Cada ciclo de medición es dividido en tres fases. - Estas son: (I) Auto-Zero (A-Z), (II) Señal de Integración (INT), y (III) Señal de Desintegración (DEINT).

I. Fase de Auto-Zero

Durante el Auto-Zero suceden tres cosas. Primero, la entrada del Amplificador Separador (A1) es cortada a tierra analógica con los interruptores 1 y 2, cerrando un circuito alrededor de los Amplificadores: Integrador (A2) y Comparador (A3). Segundo, el propósito de este circuito o lazo es cargar el Capacitor de Auto-Zero hasta que la salida del amplificador Integrador no cambie con el tiempo. Tercero, el Capacitor de Referencia es cargado por el Voltaje de Referencia a través de los interruptores 4 y 9.

El Capacitor de Auto-Zero C_{AZ} compensa los voltajes de offset de los Amplificadores: Separador, Integrador y Comparador. -- Después el Amp. Comparador es incluido en el circuito, la exactitud de A-Z es limitado únicamente por el ruido del sistema. En -- cualquier caso, el offset requerido a la entrada es menor que 10 μV .

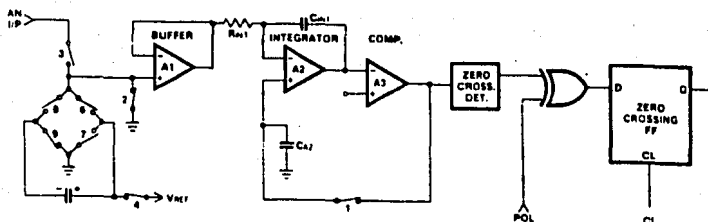


Fig. 3. Fase I de Auto-Zero.

2. Fase II: Señal de Integración

Durante la señal de Integración de entrada, el circuito de Auto-Zero es abierto y la entrada Analógica es conectada a la entrada del Amp. Separador por el interruptor 3 (el Capacitor de Referencia es instantáneamente cargado durante este tiempo por el V_{ref}). El convertidor entonces integra el Voltaje Diferencial del Amp. Separador en un tiempo fijo. El voltaje diferencial interno puede estar dentro de un amplio rango de modo común; con 1 volt de cualquier tipo de alimentación. Si la señal de entrada es cero, los amplificadores Separador, Integrador y Comparador verán el mismo voltaje, el cual existe en el estado previo (Auto-Zero). Así la salida del Amp. Integrador no cambiará, pero permanecerá estacionaria durante la entrada del ciclo entero del Amp. Integrador.

Si V_{in} no es igual a cero, una condición de desbalance existe en comparación a la fase de Auto-Zero, y en el Amplificador Integrador una rampa será generada cuya pendiente es proporcional a V_{in} . En esta fase final, la señal de la rampa es almacenada dentro de la polaridad del Flip-Flop (F/F).

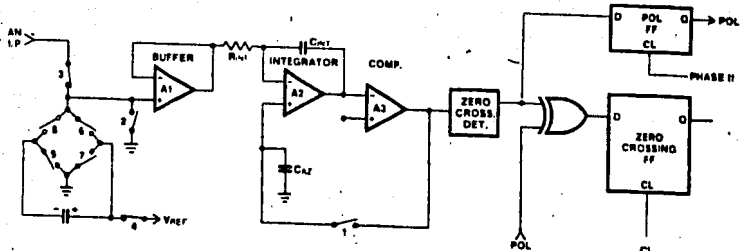


Fig. 4. Fase II: Entrada de Integración.

3. Fase III: Desintegración

Durante la fase de Desintegración, la interrupción que utiliza una salida lógica que conduce a la polaridad del F/F que determina cerrar los interruptores, ya sea el 8 y 9 ó el 7 y 8. Si las señales de entrada fueron positivas, los interruptores 7 y 8 son cerrados y un voltaje, el cual es más negativo que el V_{ref} durante el Auto-Zero el cual es señalado en la entrada del Amp. Separador.

Las entradas negativas, causarán un $+V_{ref}$ al ser aplicado a la entrada del Amp. Separador por los interruptores 6 y 9. Así, el Capacitor de Referencia genera el equivalente de una referencia (+) ó una referencia (-) de un simple Voltaje de Referencia con un error despreciable. El Voltaje de Referencia regresa a la salida del Amp. Integrador en el momento en que cruza el cero, el cual es establecido en la fase I.

El tiempo, o número de conteos para hacer ésto, es proporcional al Voltaje de Entrada. Después la Fase de Desintegración puede ser dos veces el tiempo total en la entrada de la fase de Integración, el Voltaje de Entrada requerido para dar una escala total de iniciación es igual a $2V_{ref}$.

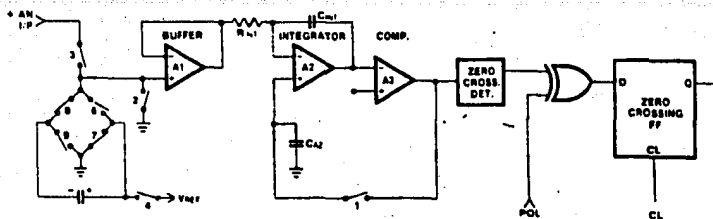


Fig. 5. Fase III: Desintegración +.

La circuitería del chip o Circuito Integrado, asegura que el Capacitor de Referencia será conectado con la polaridad correcta para causar a la salida del Integrador (A2) a regresar a cero. El tiempo requerido para que la salida regrese a cero, es proporcional a la señal de entrada. Específicamente, la indicación digital es mostrada como $1000 (V_{in}/V_{ref})$.

Una vez que el cruce de cero es detectado, el sistema automáticamente retrocede a la fase de Auto-Zero a la izquierda del --- tiempo de Desintegración, es decir, las tres fases se repiten sucesivamente.

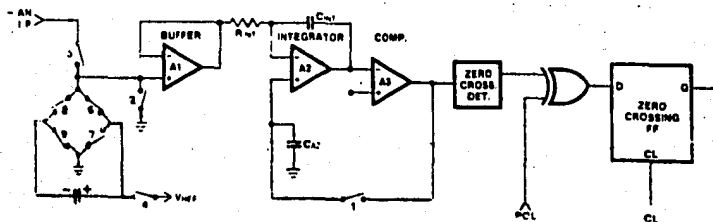


Fig. 6. Fase III: Desintegración -.

Durante el ciclo de conversión, la Salida STaTuS estará a un nivel alto al comenzar la Señal de Integración (Fase II), y estará a un nivel bajo la mitad de los periodos de reloj mientras los nuevos datos de conversión están siendo almacenados en las salidas de la memoria. Ver la figura 15 para mayores detalles sobre este tiempo. Esta señal puede ser usada como un "dato válido" (los datos nunca cambian cuando el STaTuS es bajo) para manejar las interrupciones, o monitoreando el STaTuS del convertidor.

Entrada RUN/HOLD

Cuando la Entrada RUN/HOLD (Funcionar/Sujetar) es conectada a V- o el lado izquierdo abierto (ésta Entrada tiene un aumento de resistencia para asegurar un nivel alto al final del lado izquierdo abierto), éste circuito continuará desarrollando la conversión de ciclos, las salidas de los sobredatos almacenados o memorizados al final de la Fase de Desintegración (Fase III) del porcentaje de los ciclos de conversión, ver fig.15. En este modo de operación, el ciclo de conversión desarrollará 8192 periodos de reloj, sin caso del valor de los resultados.

Si la Entrada RUN/HOLD está en un nivel bajo (y permanece ahí), durante las fases de Integración (Fase II) o de Desintegración (Fase III) después de que el cruce de cero sea detectado, el convertidor completará la conversión en forma progresiva, la salida de los sobredatos van a la memoria, y entonces la Fase III es terminada, para comenzar la Fase de Auto-Zero (Fase I). Si permanece el RUN/HOLD a un nivel bajo, el convertidor asegurará en un tiempo mínimo el Auto-Zero, y el Auto-Zero esperará hasta que la entrada del RUN/HOLD esté en un nivel alto. El convertidor comenzará a Integrar (Fase II) en un porcentaje próximo de conversión (y el STaTuS tendrá una salida de nivel alto), durante varios periodos de reloj, después de que sea detectado el nivel alto del RUN/HOLD. (ver la fig. 8 para mayores detalles).

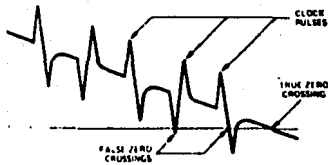


Fig. 7. Salida del Integrador próximo al cruce de cero.

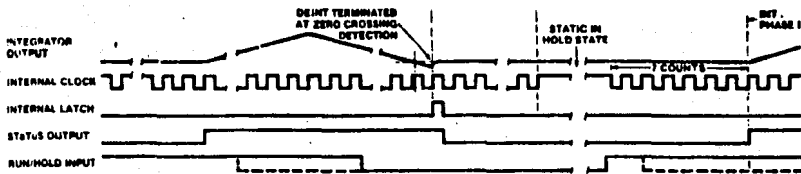


Fig. 8. Tiempo de conversión de las Tres Fases.

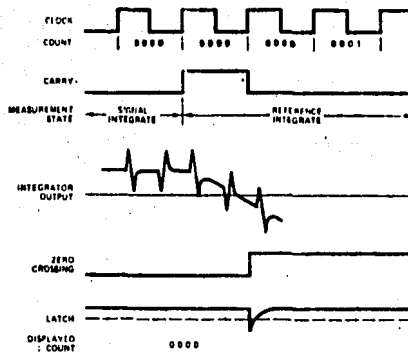


Fig. 9. Diagrama de Tiempo para una señal próxima a cero.

Flip Flop de Cruce de Cero

31

El problema del cruce de cero es designado al flip flop. El cruce de cero es mostrado en la figura 7.

La salida del integrador es aprovechada en el punto en que cruza cero para parar el reloj y mostrar la indicación. El avance de los pulsos de reloj impuestos sobre esta rampa, causan un conteo prematuro falso de indicación estable. Por unos 40,000 conteo del instrumento, la rampa cambia aproximadamente a unos 0.25 mV - por pulso de reloj (10 volts máximos de salida del Integrador dividida por 40,000 conteos). Los pulsos de reloj tendrán que ser menores que 100 μ V pico para evitar causar errores significantes. La colocación de circuitos exteriores pueden llevar a cabo esto - para mejorar el tiempo de consumo e imposibilitar lo peor. El circuito sugerido obtendrá resolver este problema por la alimentación de la información del cruce de cero dentro de un flip flop - J-K usándolo directamente. El flip flop interroga los datos una vez los pulsos de reloj, después el transitorio del pulso previo de reloj y la mitad de los pulsos tienen que apagarse abajo. Cualquier cruce de cero falso, causado por los pulsos de reloj no es reconocido. Por supuesto, el retardo del flip flop del cruce de - cero verdadero es de un conteo en todo el ejemplo. Si una corrección tiene que ser hecha, siempre indicará un conteo demasiado - alto. La corrección es para cambiar los cuatro estados de conteo del convertidor fácilmente. En otras palabras, en lugar de cambiar estos estados, el conteo comenzará en 0000, los estados son cambiados al comenzar el conteo de 9999. Después estos pulsos están siempre disponibles como "portadores" de un contador sincrónico, no es requerida la decodificación extra. Una característica de este circuito, es que memoriza la salida del contador, que viene a alojar las simples condiciones del potencial existente. El diseñador tiene 1 pulso de reloj completo para transferir el contador - de datos a la memoria y desacopla a éstos antes de que ocurre la falsa indicación. El diagrama de tiempo es mostrado en la figura 9.

Esta terminal está incluida en el C.I. primeramente, para establecer un Voltaje de modo común para la operación de las baterías o para cualquier sistema de alimentación. La terminal Común establece un voltaje, el cual es aproximadamente de 2.8 volts más negativo -- que la alimentación positiva. Este es seleccionado para dar un voltaje mínimo de alimentación de la batería alrededor de unos 6 V. -- Sin embargo, el Común Análogo tiene los mismos atributos de un Voltaje de Referencia. Cuando el voltaje total de alimentación es lo suficientemente grande, el Zener causa la regulación ($>7V$), el voltaje común tendrá un coeficiente de bajo voltaje ($0.001\%/%$), baja impedancia de salida ($\approx 15\Omega$), y un coeficiente de temperatura típico menor que $80 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$.

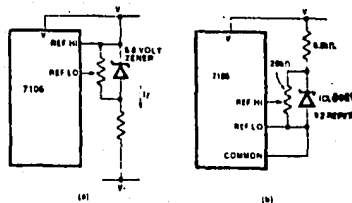


fig. 10. Usando una Referencia Externa.

El C.I. 7106, el cual tiene una disipación despreciable, nunca sufre de estos problemas. En cualquier caso, una Referencia externa puede fácilmente ser añadida, como se muestra en la figura 11.

El Común Análogo, es también el voltaje de entrada que regresa durante el Auto-Zero y la Desintegración. Si la baja señal es diferente del Común Análogo, un voltaje de modo común existe en el sistema y el cuidado es tomado por la excelente RRMC de este convertidor. Sin embargo, en algunas aplicaciones de baja entrada, será establecido un voltaje fijo conocido (alimentación común, por ejemplo). En esta aplicación, el Común Análogo será enlazado al mismo punto, así el voltaje es removido del convertidor. El mismo retiene el Voltaje de Referencia verdadero, si la referencia puede ser convenientemente referida al Común Análogo, esto sería, ya que remueve el voltaje de modo común del sistema de referencia.

Dentro del C.I., el Común Análogo es ligado a un FET de canal N el cual puede disminuir a 30 mA o más de corriente para retener el voltaje de 2.8 volts abajo de la alimentación positiva (cuando una carga es ensayada para jalar el común de la línea positiva). -

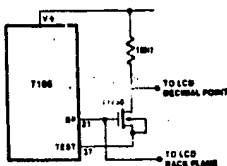


Fig. 11. Simple inductor para fijar el punto decimal.

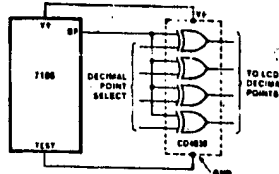


Fig. 12. Compuerta "OR" Exclusive para manejar el P.D.

Sin embargo, hay únicamente 10 μ A de corriente de la fuente, así el Común puede fácilmente ser ligado a un voltaje más negativo, indicando así la referencia interna.

Prueba

La terminal de Prueba sirve para dos funciones. Sobre el 7106 este terminal es acoplada a una fuente digital internamente generada alrededor de una resistencia de 500 Ω . Así esta puede ser usada como una alimentación negativa para generar los segmentos externamente, tales como puntos decimales o cualquier otra presentación, la cual se puede usar para ser incluidas en el MCL. Las figuras 11 y 12 son una de tales aplicaciones.

La segunda función es una "Lámpara de Prueba", cuando la prueba es accionada hacia arriba (alimentación positiva), todos los segmentos serán regresados a ON y el mostrador indicará -1888. Precaución: En el C.I. 7106, en la Lámpara de Prueba, cuando los segmentos tengan un voltaje constante de DC (no de onda cuadrada), se quemará el mostrador MCL, si este fogue por varios minutos.

SECCION DIGITAL

La figura 13 muestra la sección Digital del C.I. 7106. El Convertidor ICL7106, en él una tierra digital interna es generada de de el diodo zener de 6 volts y un seguidor de voltaje de canal P.

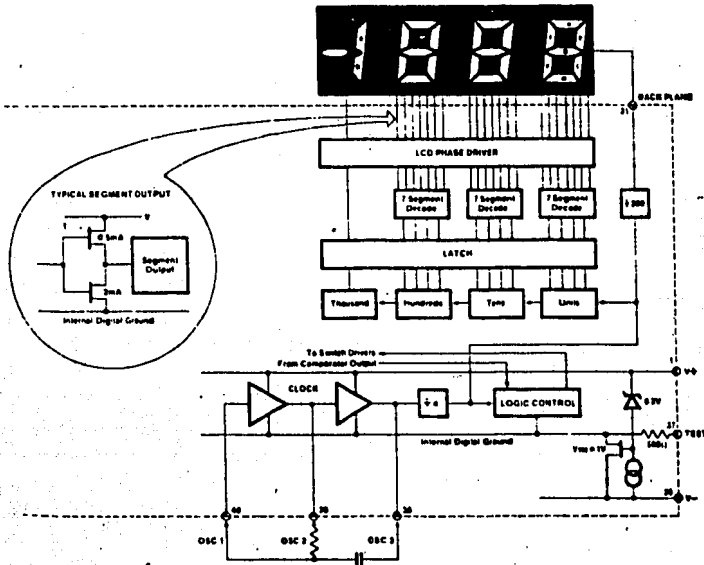


Fig. 13. Sección Digital del 7106.

Esta alimentación es rigidamente hecha para absorber las corrientes capacitivas relativamente grandes, cuando el voltaje en el --Backplane es interrumpido. La frecuencia del BP, es la frecuencia de reloj dividida por 800. Para 3 indicaciones/segundo, ésta frecuencia estará a unos 60 Hz de onda cuadrada con una amplitud nominal de 5 volts. Los segmentos son manejados en la misma frecuencia y amplitud, y están en fase con el BP cuando éste está en --OFF, pero fuera de fase cuando está en ON. En todos los casos, el voltaje DC existe y es despreciable a través de los segmentos.

Sistema de Tiempo

La figura 15 muestra el arreglo de reloj usando en el 7106. - Tres arreglos de reloj básicos pueden ser usados:

1. Un oscilador externo conectado a la terminal 40.
2. Un cristal entre las terminales 39 y 40.
3. Un oscilador RC usado en las tres terminales.

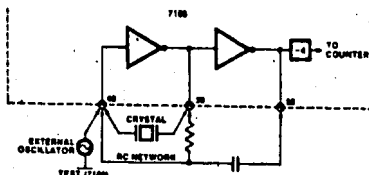


Fig. 14. Circuitos de Reloj.

La frecuencia del oscilador es dividida por 4 antes de que el reloj cuente las décadas. Entonces éstos son divididos para formar las tres fases del ciclo convertidor. Esta señal es integrada (1000 conteos), la señal de Referencia Desintegrada (0 a 2000 conteos) y el Auto-Zero (1000 a 3000 conteos). Para señales menores de toda la escala, el Auto-Zero adquiere la porción no usada del Integrador de Referencia. Esto hace un ciclo de medición completo de 4000 (16 000 pulsos de reloj) pulsos independientes del voltaje de entrada. Para 3 indicaciones/segundo, una frecuencia de oscilación de 48 KHz será usada.

Para conseguir el desplazamiento de rechazo máximo de 60 Hz, el ciclo de la señal de Integración será un múltiplo de 60 Hz.

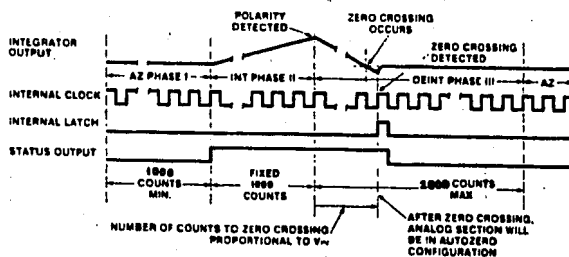


Fig. 15. Tiempos de Conversión.

La entrada puede aceptar cualquier voltaje diferencial con el rango de modo común de la entrada del amplificador; o específicamente de 0.5 volts debajo de la alimentación positiva a 1.0 volt encima de la alimentación negativa. En este rango el sistema tiene un -RRMC (Relación de Rechazo de Modo Común) de 86 dB típicos. Sin embargo, puesto que el Integrador también oscila con el voltaje de modo común, se debe ejercer cuidado para asegurar que la salida del Integrador no será saturada. Una condición inferior podría ser un voltaje grande positivo de modo común con una entrada de voltaje diferencial negativo. La señal de entrada negativa conduce al positivo del integrador cuando más de estas oscilaciones han de ser usadas por arriba del voltaje positivo de modo común. Para estas aplicaciones críticas, la oscilación del Integrador puede ser reducida a menos que los 2 volts recomendados de oscilación de toda la escala con una pequeña pérdida de exactitud. La salida del Integrador puede oscilar con 0.3 volts de cualquiera alimentación sin pérdida de linealidad.

Referencia Diferencial

El Voltaje de Referencia puede ser generado con cualquier voltaje de alimentación del convertidor. La fuente principal de error de modo común, es un sobre-voltaje causado por el Capacitor de Referencia perdiendo o ganando carga para capacidad parásita sobre estos nodos. Si hay un voltaje grande de modo común, el Capacitor de Referencia puede ganar carga (aumentando el voltaje), cuando se acciona hacia arriba para desintegrar una señal positiva; pero pierde carga (disminuye el voltaje), cuando se acciona hacia arriba para desintegrar una señal de entrada negativa. Esta diferencia en Referencia para voltajes de entrada (+) o (-) darán un movimiento de error. Sin embargo, para seleccionar el Capacitor de Referencia lo suficientemente grande en comparación con la capacitancia parásita, este error puede ser detenido a menos de 0.5 conteos para el peor caso de condición. (Ver selección del valor de los componentes).

SELECCION DEL VALOR DE LOS COMPONENTES

1. Resistencia de Integración

El amplificador Separador y el Integrador, ambos tienen una etapa de salida Clase A con 100 μ A de corriente en reposo. Estos pueden alimentarse con 20 μ A de corriente despreciable no linealizada.

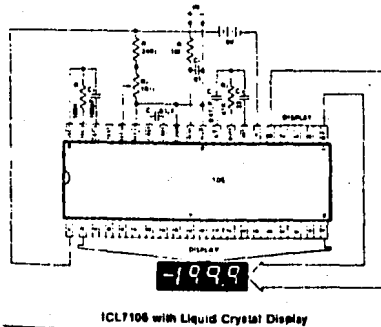


Fig. 16. Componentes del 7106.

La Resistencia de Integración será lo suficientemente grande - para permanecer en esta región lineal sobre el rango del Voltaje de Entrada, pero lo suficientemente pequeña, la cual debe exceder de - los requerimientos de fuga, los cuales no son establecidas en la - tarjeta de circuitos impresos. Para la escala de 1 volt, la resistencia de 470 K Ω es aproximadamente óptima y similarmente una resistencia de 47 K Ω para la escala de 100.0 mV. La Resistencia de Integración es seleccionada por la relación:

$$R_{INT} = \frac{\text{Voltaje de la Escala}}{20 \mu A} \quad (3-12)$$

2. Capacitor de Integración

El Capacitor de Integración será seleccionado para dar la oscilación máxima de voltaje, el cual asegure que la tolerancia de oscilación del Integrador (aproximadamente 0.3 volts de cualquier alimentación) no se saturará. En el 7106, cuando el Común Análogo es usado como una resistencia, un voltaje nominal de ± 2 volts de la escala de oscilación del Integrador es liberada. Para 3 indicaciones -

por segundo (48 kHz de reloj), los valores nominales para C_{INT} son, de 0.22 y 0.10 μF , respectivamente. De acuerdo, si las frecuencias de oscilación usadas son diferentes, éstos valores serán cambiados en proporción inversa para mantener la misma oscilación de salida. En general, el valor de C_{INT} está dado por:

(3-13)

$$C_{INT} = \frac{(2048 \times \text{periodos de reloj})(20 \mu\text{A})}{\text{Voltaje de oscilación de salida del Integrador}}$$

Unos requerimientos adicionales del Capacitor de Integración, es que éstos tienen dieléctrico de absorción baja para prevenir el sobrevoltaje de error. A veces, otros tipos de capacitores son adecuados para esta aplicación; capacitores de polipropileno dan errores indetectables en costo razonable.

3. Capacitor de Auto-Zero

El tamaño del Capacitor de Auto-Zero tiene alguna influencia sobre el sistema de ruido. Un capacitor grande, da menos ruido. Sin embargo, este no puede ser aumentado sin límites después de esto, el Capacitor de Integración en paralelo forma una constante de tiempo RC, que determina la velocidad de recuperación de sobrecargas y lo más importante, el error que existe al final de un ciclo de Auto-Zero. Para una escala total de 200 mV donde el ruido es muy importante, un capacitor de 0.47 μF es recomendado. Sobre la escala de 2.0 volts, un capacitor de 0.047 μF aumenta la velocidad de recuperación de sobrecarga y es adecuado para el ruido sobre esta escala.

4. Capacitor de Referencia

Un Capacitor de 0.1 μF da buen resultado en muchas aplicaciones. Sin embargo, donde existe un gran voltaje de modo común (i.e. la baja referencia no es un Común Análogo) y una escala de 200 mV es usada, un valor grande es requerido para prevenir un sobrevoltaje de error. Generalmente un capacitor de 1.0 μF sostendrá el error de sobrevoltaje para 0.5 conteos durante este instante.

5. Componentes del Oscilador

Para todos los rangos de frecuencia una resistencia de 100 K Ω es recomendada y el capacitor es seleccionado por la ecuación $f = 0.45/RC$. Para el reloj de 48 KHz (3 indicaciones/segundo), C 100 pF.

6. Voltaje de Referencia

La entrada analógica es requerida para generar una salida de escala total (2000 conteos) es: $V_{in} = 2V_{ref}$. Así, para la escala - 200.0 mV y de 2.000 volts, el V_{ref} será igual a 100.0 mV y 1.000 - volt respectivamente. Sin embargo, en muchas aplicaciones donde el Convertidor A/D es conectado a un transductor, existirá ahí otro - factor de escala unitaria entre el voltaje de entrada y la indicación digital. Por ejemplo, en un sistema de medición, el diseñador le podría gustar que para tener una lectura de escala total, cuando el voltaje del transductor sea de 0.628 volts. En lugar de dividir la entrada abajo de 200.0 mV, el diseñador utilizará el voltaje de entrada directamente y seleccionará el $V_{ref} = 0.341$ V. El valor seleccionado para el resistor y el capacitor de integración según de 120 K Ω y 0.22 μ F respectivamente. Esto hace al sistema ligeramente sencillo y también evita un circuito divisor sobre la entrada. En sistemas de Temperatura y de Peso con una tara variable, por ejemplo. Esta indicación de offset puede ser convenientemente generada por la conexión del transductor de voltaje entre la Entrada de Alta y el Común Análogo, y el voltaje de offset variable (o fijo) entre la Entrada Baja y el Común Análogo.

7. Alimentación del 7106

El C.I. ICL7106 está diseñado para trabajar con la alimentación de una Batería de 9 volts, o con una fuente de alimentación que nos de éste voltaje.

En el Sistema Digital expuesto anteriormente, se presentaron las características fundamentales del convertidor Analógico/Digital 7106. Este circuito Integrado, puede aplicarse a varios tipos de diseños, como por ejemplo, en el diseño de un Termómetro digital con el uso de pocos componentes adicionales además del convertidor y el transductor el cual nos va medir el parámetro temperatura. El transductor medidor de temperatura, se trata de un Termistor Lineal, el cual es sensible a cualquier cambio de éste parámetro físico, que para nuestro objetivo principal es importante, ya que como lo hemos dicho está en función de la Salinidad. El rango del Termistor es de 0 a 100°C.

El circuito integrado ICL7106, se utiliza en este diseño, tanto para medir la Salinidad como para medir la Temperatura, ayudado de sus respectivos transductores, al igual que con sus respectivos arreglos de circuitos electrónicos.

En la medición de la Salinidad, se usará además del Integrado 7106, un oscilador de Puente de Wien, para medir esta variable, - el cual va estar constituido en la forma descrita en la Sección Analógica.

Para obtener las lecturas en forma digital de las dos variables, es necesario hacer uso de un mostrador que nos dé el despliegue numérico de la señal medida a través de los transductores. El mostrador compatible con el convertidor A/D ICL7106, es el de cristal líquido.

Mostrador Numérico

Introducción.

La electrónica digital, está penetrando grandemente dentro de toda fase de la electrónica hoy en día. Por consiguiente, nombraremos los dos tipos de mostradores numéricos digitales más comúnmente utilizados en el diseño de dispositivos, los cuales pueden ser usados con el Convertidor Analógico/Digital. Estos mostradores son construidos por diodos emisores de luz (LED) y por cristal líquido (MCL).

Mostrador de Diodos Emisores de Luz (LED).

Los diodos emisores de luz, son hechos por la fabricación de una juntura PN en materiales semiconductores basados en el galio. Cuando éstos diodos son polarizados directamente, estos emiten luz. Estos diodos trabajan con un voltaje directo aproximadamente a 1.7 volts y operan con corrientes desde 0.3 a 20 mA.

Existen varios tamaños de mostradores (LEDs), por ejemplo, de 0.1 pulg. son utilizados en pequeñas calculadoras y, para mostradores grandes de 0.6 pulg. son utilizados en instrumentación. Los diodos de GaAsP (Galio-Arsenico-Fósforo), son de color rojo, naranja y amarillo. Los diodos de color verde (voltaje de operación - 2.2 volts), son hechos de Galio y Fósforo. Los indicadores de LED digitales son fabricados con siete segmentos, que nos indican el número que se desea. De estos tipos de mostradores, existen de ánodo y de cátodo común.

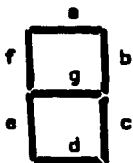


Figura 17.
Configuración del
Mostrador de siete
segmentos.

Mostrador de Cristal Líquido (MCL).

Los mostradores de cristal líquido (MCL) de siete segmentos, son utilizados por las ventajas que ofrecen de operar en pequeñas potencias. Tienen una gran duración; pueden ser operados por baterías, pero se tendrá que incluir un oscilador dentro del sistema para su buen funcionamiento, ya que estos operan con corriente alterna. Las aplicaciones van de acuerdo a las necesidades existentes y al tamaño requerido del mostrador. Para este diseño en particular, las dimensiones se muestran en la figura 18.

Los mostradores de cristal líquido difieren de otros, ya que éstos no generan luz, pero sí modifican la transmisión de la luz de que disponen.

Los MCLs, consisten de una capa de un líquido orgánico empalmado entre dos capas de vidrio, el patrón de siete segmentos está contenido dentro del vidrio. Estos mostradores controlan la transmisión de la luz. Hay dos tipos de mostradores de cristal líquido: el de tipo de efecto de campo y el de dispersión dinámica.

Con el tipo de efecto de campo, la aplicación de voltajes se realiza entre el modelo planar y la polarización de la luz; los filtros polarizantes determinan si la luz es transmitida o reflejada. El otro tipo de efecto de campo, la aplicación de voltajes dispersos, para reflejar los segmentos del líquido opaco, dando lugar a que el dígito esté siendo transmitido (figura 19).

Los MCLs no toleran los voltajes de corriente directa, ya que afecta su duración; esto da lugar a crear la necesidad de colocar circuitos que generen voltajes de corriente alterna. Los mostradores de cristal líquido, pueden ser manejados directamente por circuitos integrados MUS y CMUS, requiriendo voltajes del orden de 5 a 20 V_{CA}.

Aparte de estas características tenemos que, éstos mostradores son muy prácticos en los instrumentos portátiles, los cuales por su fácil transporte, son utilizados en las prácticas rutinarias.

rias de investigaciones científicas de campo.

De las industrias que elaboran éstos mostradores de cristal líquido, se encuentran: Fairchild, Beckman y Hamlin. Esta última posee una gran variedad de éstos, pues ofrece tres tipos de MCLs de efecto de campo, para satisfacer los requerimientos propios, se fabrican para propósitos comerciales, instrumentales o para aplicaciones especiales. Los MCLs Hamlin, son ofrecidos en una amplia diversidad de tamaños y modelos, los cuales tienen una alta estabilidad de polarización. Estos indicadores estándares, son disponible con terminales en doble línea o de contacto a presión sobre dos conectores de elastómero conductivo. El mostrador del tipo de elastómero conductivo, es mostrado en la figura 20.

Para fijar el punto decimal del MCL, es necesario emplear algún dispositivo para lograr esto; por lo que empleamos el circuito integrado CD4011, el cual está compuesto por compuertas NAND.

**MOSTRADOR DE CRISTAL LIQUIDO
HAMLIN**

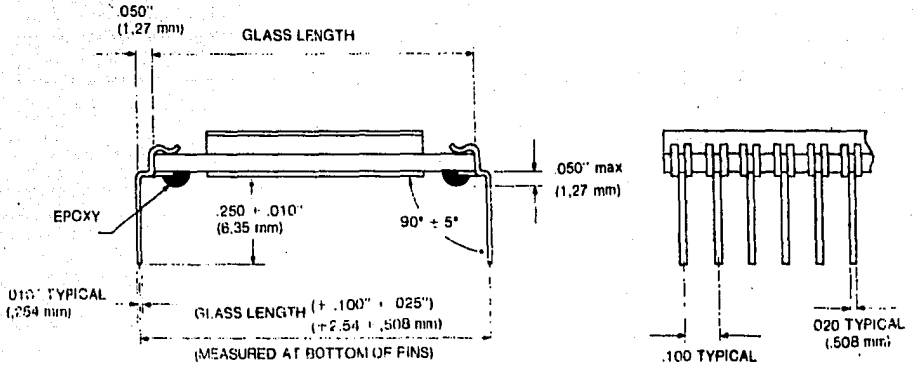


Figura 18. Dimensiones del Mostrador de Cristal Liquido utilizado en este proyecto.

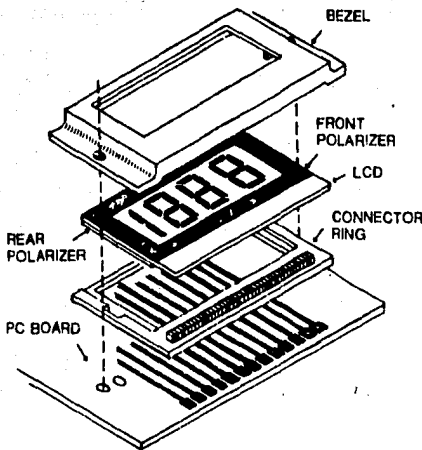


Figura 19. Constitución interna del MCL del tipo de Efecto de campo.

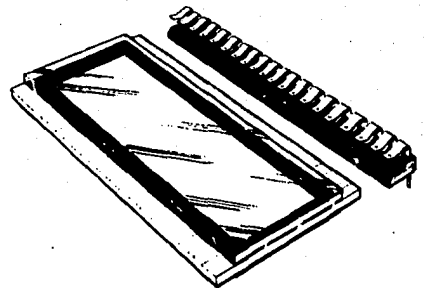


Figura 20. MCL tipo Elastómero Conductivo.

Circuito Integrado CD4011M

Descripción General

El circuito integrado CD4011, es un integrado monolítico MOS (CMOS), el cual está constituido por compuertas NAND. Los transistores de modo de canal N y P, engrandecen a establecer un circuito simétrico con salidas de oscilaciones esencialmente iguales a la alimentación. Estos resultados tienen una alta inmunidad al ruido sobre un amplio rango del suministro de voltaje.

No utilizar otra alimentación de DC, ya que puede causar flujos de corriente que son consumidos durante las condiciones estáticas. Todas las entradas están protegidas contra descargas estáticas y condiciones de memoria.

Características

- Amplio rango de alimentación	3 a 15 V
- Baja potencia	10 nW (típica)
- Alta inmunidad al ruido	0.45 V _{dd} (típica)

Aplicaciones

- Automotrices
- Terminales de datos
- Instrumentación
- Electrónica Médica
- Sistema de alarmas
- Controles Industriales
- Mediciones a Control remoto
- Computadoras

Rangos Máximos Absolutos:

Voltaje en cualquier terminal	$V_{SS} - 0.3V$ a $V_{SS} + 15.5V$
Rango de Temperatura	$-55^{\circ}C$ a $+125^{\circ}C$
Rango de Almacenamiento de Temperatura	$-65^{\circ}C$ a $+150^{\circ}C$
Disipación del Encapsulado	500 mW
Temperatura en las Terminales (soldar en 1 seg)	$300^{\circ}C$
Rango de Operación Vdd	$V_{SS} + 3V$ a $V_{SS} + 15V$

Diagrama Funcional
CD4011

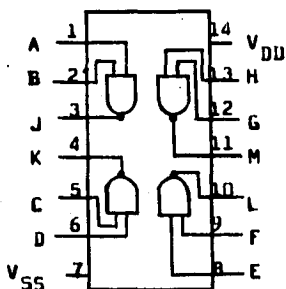


Figura 21.

Constitución interna del Circuito Integrado monolítico CMOS - CD4011, el cual está compuesto por cuatro compuertas NAND, que contiene 2-entradas.

Respuesta del CI CD4011

$$J = \overline{A \cdot B}$$

$$K = \overline{C \cdot D}$$

$$L = \overline{E \cdot F}$$

$$M = \overline{G \cdot H}$$

Por ejemplo, la tabla de veracidad de:

A	B	J
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

CAPITULO IV

CONSTRUCCION

Introducción General

Generalmente, en muchos diseños realizados en la actualidad - son prácticamente inoperantes, debido a que los conceptos teóricos en realidad nos indican ciertas características, pero ya en la realidad al aplicarlos varían en un porcentaje relativamente considerable, por lo cual, durante la construcción de cualquier instrumento, es necesario tomar las medidas adecuadas. También es necesario antes de iniciar una construcción, primero antes que nada, fijar - el objetivo que se persigue, la variables a trabajar, posteriormente la finalidad y aplicación que se requiere.

Dominio y Empleo de la Electrónica.- Al cabo de los años, la electrónica ha conquistado un lugar importante en el terreno de -- las medidas. Su empleo rebasa el mismo cuadro de las medidas eléctricas para entrar en el dominio de todas las demás. En efecto, la Electrónica hace posible realizar el acoplo a los transductores - que hagan pasar de una magnitud no eléctrica -longitud, temperatura, presión, etc.- a otra eléctrica, aplicada a un circuito electrónico.

La amplificación de las señales de los transductores en los aparatos de medición, es realizada gracias a la electrónica.

Las cualidades esenciales de los instrumentos electrónicos -- son: sensibilidad, poco consumo, gran rapidez de respuesta y registro digital.

Un instrumento de medición, se compone de un dispositivo o - sistema de medida y de sus accesorios incorporados en una misma caja.

Como en un principio mencionamos que nuestro objetivo principal, es el de realizar un instrumento que nos determine el grado - de salinidad que existe en el agua de mar principalmente. Este instrumento tendrá que ser de dimensiones pequeñas y de fácil manejo, es decir, que sea portátil, para que sea utilizado tanto en el campo como en el laboratorio.

Los instrumentos portátiles, generalmente se emplean para mediciones de control y vigilancia dentro de una investigación. Los instrumentos se construyen para varias gamas de medidas y se caracterizan por tener un caja robusta de aluminio o de acero cadmiado, -- con asas o correas para su transporte.

Debido a lo anterior, se optó por la necesidad de utilizar baterías que usan el Sistema de Ruben's (tipo alcalina), cuya ventaja principal, es que posee un sistema químico que nos proporciona una duración mayor, en comparación con el otro sistema (de Leclanche).

Con respecto a los componentes que se encuentran montados sobre circuitos impresos, algunos de ellos son de empleo delicado, como son los Circuitos Integrados (MOS y CMOS) o mostradores (de LEDs o de Cristal Líquido), deben estar protegidos con bases para evitar dañar al dispositivo, por el exceso de calor producido al soldar su base. Es preferible montar el Circuito Integrado después de haber soldado todos los componentes que no necesiten estas precauciones.

De acuerdo a su sensibilidad de respuesta, los instrumentos que requieren una precisión exacta, deben estar equipados con componentes de mayor precisión y muy alta calidad, como lo son en este proyecto la Celda de Conductividad, el Termistor y el Convertidor Analógico Digital.

Al iniciar la construcción de un instrumento, es necesario tener como base principal el Diseño de éste, incluyendo además los componentes existentes en el mercado nacional e internacional de fácil adquisición, pues la ausencia de los componentes necesarios para realizar su construcción, tendrá como resultado una lenta construcción y pérdida de tiempo.

A los componentes constituyentes del diseño, se les debe hacer un análisis exhaustivo de control de calidad, para estar plenamente convencido de su respuesta satisfactoria en cada uno de los circuitos, que forman parte del sistema electrónico.

COMPONENTES

Los dispositivos electrónicos que se utilizan en los diseños de instrumentos son: componentes activos y componentes pasivos.

Componentes Activos

Transistores
Fet's
Rectificadores
Diodos
Caracteres Numéricos
Microprocesadores
Memorias
Híbridos
Circuitos Integrados:
Lineales
Digitales

Componentes Pasivos

Resistencias
Termistores
Capacitores cerámicos
Capacitores Electrolíticos
Capacitores microlíticos
Capacitores de Poliéster
Potenciómetros

Dentro de los componentes que acabamos de mencionar, la mayoría de ellos, son utilizados dentro de este proyecto, ya que en base a éstos elementos dependerá el buen funcionamiento y confiabilidad de cualquier aparato o equipo, sin olvidar que otra gran parte de ello depende de los criterios que el diseñador haya empleado para su diseño y realización. Sin embargo, el ingeniero de diseño, - depende a su vez de la confiabilidad y características de los componentes que el mercado le ofrece y, con el fin que más se adapten a sus requerimientos. Necesita saber interpretar correctamente las especificaciones que los diversos fabricantes proporcionan, y no sólo eso, sino advertir cuales de estas especificaciones son plenamente confiables y cuales deben verse con cierto recelo.

Pues los límites y características que se proporcionan en las publicaciones, deberán darse siempre con las condiciones bajo las cuales son aplicables y además, estas condiciones deben ser reales.

Así mismo, es importante estar seguro de que valores límites se usaron para la información que se publica. Nosotros utilizaremos el sistema de valores límites máximos absolutos, de tal manera que este proyecto pueda tener absolutos sus valores especificados.

El sistema de valores límite máximos absolutos, son las condi ciones de operación y ambientales aplicables a todos los dispositivos electrónicos.

La confiabilidad del diseñador de los circuitos de los aparatos, es que debe desarrollar sus diseños de tal manera que ofrezca una estabilidad|confiable en su lectura de salida, es decir, que - no se exceda para cualquier dispositivo, ningún valor límite máximo absoluto para el servicio previsto bajo las condiciones de operación más desfavorables.

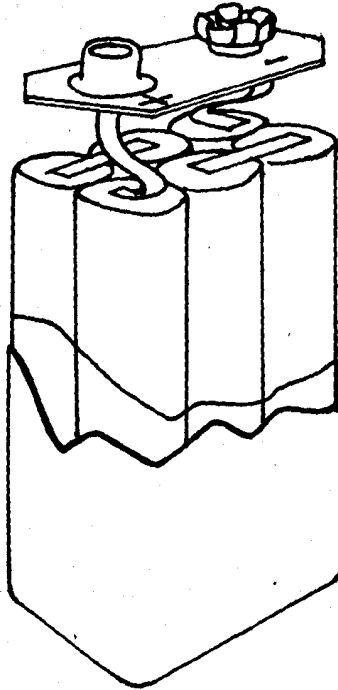


Figura 4.1. Bateria Alcalina de Manganeso, la cual tiene conectada en serie seis pilas de 1.5 Volts.

Características:

Tamaño: MN1604
 Sistema: Alcalino de Manganeso
 Voltaje: 9 Vots
 Largo: 1.031"
 Ancho: 0.656"
 Altura: 1.906"
 MAH: 500

Usos:

Calculadoras,
 Radios,
 Jugetes,
 Instrumentos,
 etc.

SISTEMA ANALOGICO

Introducción.

Los instrumentos de laboratorio, comúnmente son alimentados por la acometida de la línea (110-115 V_{ca}), aunque actualmente se están diseñando instrumentos ya en forma portátil para un fácil manejo, -- siendo alimentados por baterías.

Este instrumento, es construido por varios componentes de estado sólido para medir con precisión la Salinidad y la Temperatura en forma digital.

El elemento básico para realizar las mediciones antes citadas, es la celda de Conductividad de polivinil para medir la Salinidad y un Termistor Compuesto para medir la Temperatura, los cuales brindan una lectura repetitiva con gran precisión.

Como se dijo en los capítulos anteriores, la Conductividad está dada en mhos/cm (siemens/cm), que es la medida de la conductancia específica (eléctrica) de una muestra, recordando que ésta medición de Conductividad es básica para obtener la Salinidad. Dicha salinidad, es el número de gramos de sal por cada kilogramo de muestra (°/oo), midiendo además la temperatura de la muestra en grados Celsius.

Descripción del Circuito

Las partes principales del sistema analógico, son: Puente de -- Wien modificado, Amplificador Diferencial de Doble entrada y doble salida, y el Amplificador Diferencial Simple, además de otros accesorios como la Celda de Conductividad, jack, resistencias, etc..

El Oscilador de Puente de Wien, es modificado de acuerdo a lo mencionado anteriormente, el cual es alimentado por una batería de 9 volts. Este circuito genera pulsos de corta duración por el arreglo que tiene el oscilador, es decir, voltaje de CA que genera éste, y que alimenta el probador (celda), lo que minimiza el efecto de polarización. La salinidad es medida en un rango especial en la celda de conductividad, la cual tiene una constante de 5, la que también tie-

ne un compensador de temperatura. Esta celda va colocada en el circuito Oscilador de Puente de Wien. En la figura 4.2, se muestra el circuito.

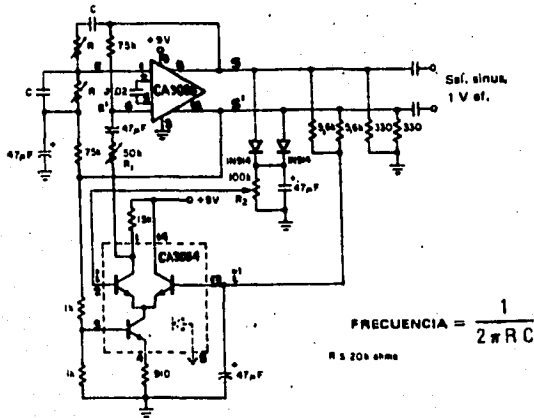


Figura 4.2
OSCILADOR PUENTE DE WIEN

Funcionamiento.

El circuito principia funcionar, cuando se alimenta el Amplificador Diferencial CA3000, el cual tiene dos entradas y dos salidas. Las dos salidas (S y S'), retroalimentan al circuito puente de Wien el cual contiene en uno de sus brazos el transductor (celda de conductividad), y en la otra parte se encuentra un circuito oscilante RC, el cual genera una onda pulsante de 1000 Hz. Esta señal es proporcionada a la entrada (E) del amplificador CA3000. La entrada -- (E') de éste amplificador, es tomada de la salida del amplificador diferencial sencillo CA3054, la cual es ajustada, para tener una mínima distorsión mediante el potenciómetro R₁.

Las entradas del CA3054 (i e i'), son tomadas de las salidas -- (S y S'). Finalmente, las señales son comparadas en el CA3000, dando por resultado una salida de voltaje senoidal de 1 V_{ef}, la cual puede ser atenuada para mantenerla a un nivel constante. Dicha señal, será aplicada al Sistema Digital.

Distribución de los Componentes.

Las dimensiones de la tarjeta de circuitos impresos, va a estar de acuerdo al tamaño y número de componentes, así también, como a su colocación vertical u horizontal. Para esto el diseñador, debe tomar muy en cuenta en realizar varios intentos sobre las tabletas experimentales, hasta obtener el diseño más óptimo y así realizarlo en la tarjeta de circuitos impresos. Todo esto para aprovechar bien el área de la tarjeta, como se muestra en la figura 4.3.

Elaboración del Circuito Impreso.

Los circuitos impresos, se hacen sobre una tarjeta de fibra de fibra de vidrio de una cara (o dos caras). Se utiliza ácido de cloruro férrico para atacar a la tarjeta y así obtener únicamente las pistas de cobre utilizadas en este circuito, como se muestra en la figura 4.4.

Después del ataque al cobre, se realiza un lavado de agua, con el fin de desalojar toda impureza que hubiese quedado en dicha tarjeta. Una vez realizado esto, se hace un chequeo de continuidad en todas y cada una de las pistas para asegurarse, de que no existan - pistas abiertas y cortos. Después, ya corregidos éstos defectos o anomalías, se procede a la perforación de la tarjeta en los lugares específicos de acuerdo al impreso de la tarjeta. Las bracas que fueron utilizadas para esta realización, son las de 1/32" y 1/16".

Montaje de los Componentes.

Los componentes, son colocados en los lugares seleccionados a cada uno de ellos, por las perforaciones de acuerdo a su tamaño. Éstos se colocan en el lado anverso de la tarjeta, esto es, del lado donde no se encuentra el cobre conductor.

Después de colocar todos los componentes, se procede a soldar cada uno de ellos. La soldadura empleada, es la resina que está --- constituida por 63% de estaño y 37% de plomo, con un cañón de una potencia de 25 W, con el propósito de que no existiese un exceso de

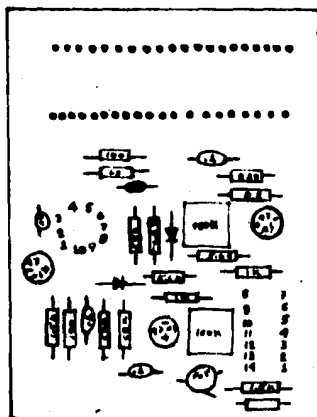


Figura 4.3
Distribución de los Componentes.

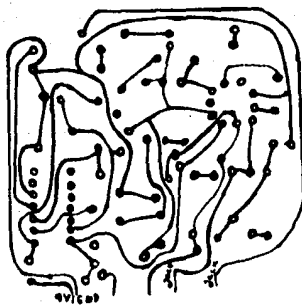


Figura 4.4
Circuito Impreso del Puente de Wien.

calor que pueda dañar a los componentes. (Evitar soldaduras frías). Este tipo de soldadura no necesita de un catalizador.

Para finalizar, se recomiendan los siguientes pasos para una buena verificación:

1. Soldadura brillante (no fría),
2. Cortos entre pistas,
3. Cantidad suficiente de soldadura,
4. Sobre todo, percatarse de que no exista grasa, y
5. Limpiar la tarjeta con alcohol o acetona.

Lista de Componentes:

Oscilador de Puente de Wien

Amplificador Diferencial	CA3000	
Amplificador Diferencial	CA3054	
Potenciómetro	100 K	(2)
Potenciómetro	20 K	(2)
Diodos	1N914	(2)
Condensadores	0.1 uF	(4)
Condensadores	47 uF	(4)
Resistencias	75 K	(2)
Resistencias	5.6 K	(2)
Condensador	0.02 uF	
Resistencia	1.5 K	
Resistencia	910 Ohms	
Celda de Conductividad		
Batería	9 V	
Broche para la Batería		
Jack de tres terminales		

SISTEMA DIGITAL

Introducción General

Esta unidad comprende el Sistema Digital, es decir, los Circuitos Integrados CMOS (tanto el Convertidor A/D como las Compuertas - AND), y sus componentes inherentes, como son: condensadores, resistores, transistores, etc., necesarios para el buen funcionamiento del sistema y convertir correctamente la señal analógica proveniente del Transductor.

La introducción de los convertidores A/D, reducen el volumen de todo un sistema complejo, dando por resultado tanto una disminución en tamaño, como el peso y forma final del instrumento, lo hacen a éstos aparatos más competitivos en comparación con aquellos que sólo utilizan mediciones analógicas. Esta tendencia para la instrumentación digital es sin duda de bajo costo, por lo que ha realizado -- significativamente a éste, la aparición de los Convertidores A/D en un simple integrado. Las funciones analógicas y digitales están dentro del circuito integrado de varias terminales, de baja potencia - de consumo, que hacen a estos completamente funcionales en al conversión A/D, con la adición únicamente de pocos componentes externos.

El objetivo, es el de Construir un Salinómetro Digital, el cual tendrá un panel digital de 3 1/2 dígitos, impulsado por una batería de 9 volts, obteniendo así, el instrumento portátil deseado, utilizando la etapa analógica con el transductor, la cual es acoplada al convertidor A/D, para obtener así una salida digital.

Para realizar el Salinómetro Digital, se elaboró en base a las señales proporcionadas por el transductor y, preferentemente, a la elección del convertidor más adecuado, que use la técnica de Integración y Desintegración.

Como se recordará, el funcionamiento del circuito digital, se describió en el capítulo anterior. Ahora sólo se tratará lo referente al circuito digital y a su tarjeta de circuito impreso junto con sus componentes.

Descripción del Sistema Digital.

La característica fundamental del Sistema Digital, es que posee un convertidor Analógico/Digital de baja potencia de 3 1/2 dígitos, el cual contiene en un solo chip monolítico CMOS, un decodificador de siete segmentos, driver del mostrador, el reloj y una referencia de voltaje. Además posee una gran sensibilidad en sus entradas analógicas de 10 microvolts y 10 picoamperes. Mediante ésta señal tan pequeña, es bastante adecuada para ser adaptada al Sistema Analógico, que básicamente consta de la medición de la impedancia de salida del transductor (celda de Conductividad). La medición de la Celda, es generada mediante la creación de un campo eléctrico generado dentro de la sustancia a medir; esto es reflejado en el puente de Wien (impedancias), lo que posteriormente detectará el convertidor A/D, mediante su funcionamiento interno (el que anteriormente se explicó con detalle), otorgará una lectura correspondiente, mediante el mostrador digital. Esta lectura, está en función de la magnitud de la medición analógica, que a su vez, está en función del grado conductivo de la muestra a medir.

En la figura 4.5, se muestran tanto el circuito analógico como el digital, para realizar la medición de la Salinidad del medio en estudio. Además, se muestra un circuito, el cual nos mide la temperatura de la solución y del ambiente, ayudado de un sensor de temperatura (termistor lineal), para medir este parámetro, ya que juega un papel muy importante en la medición de la salinidad.

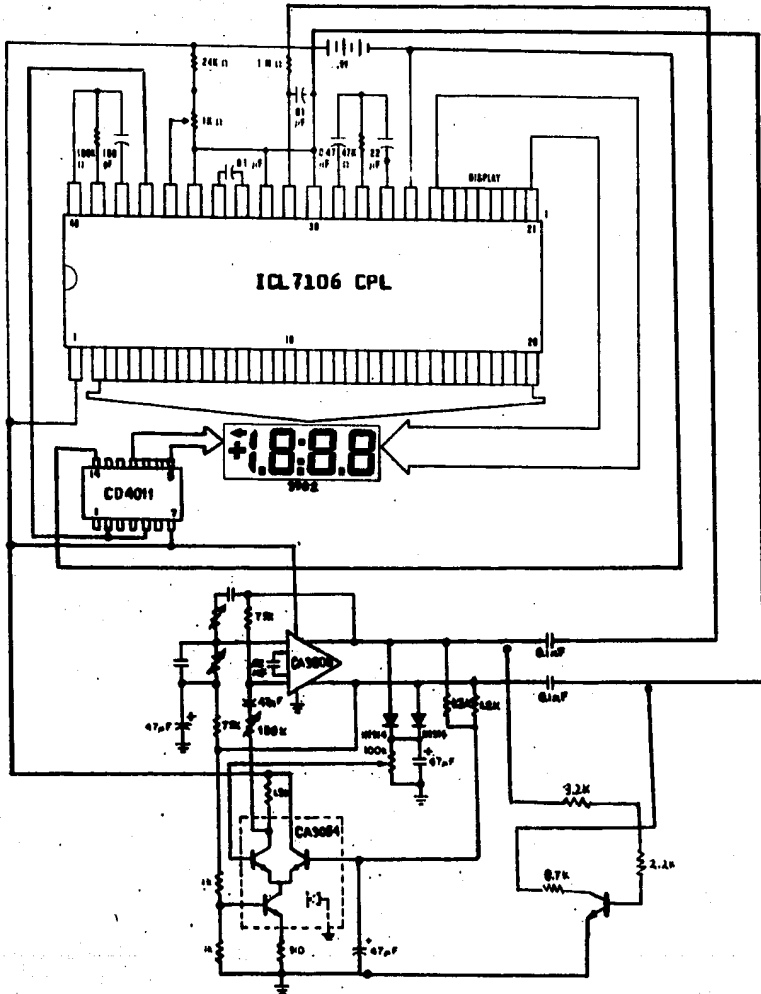


Figura 4.5
Circuitos de medición de Temperatura y Salinidad.

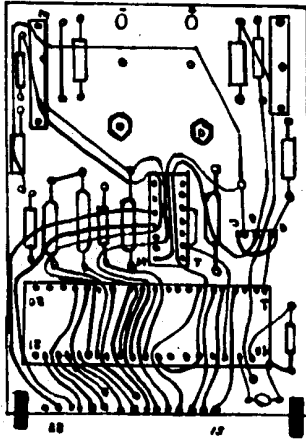
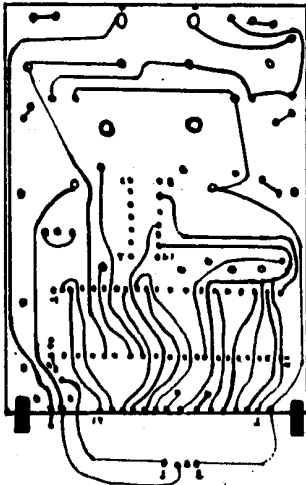


Figura 4.6
Circuitos Impresos
Sistema Digital.



El modelo de la tarjeta del circuito impreso, es en base a la figura del circuito del Sistema Digital (4.5). La tarjeta utilizada en este circuito digital, es de doble cara. En la figura 4.6, se -- ilustra el impreso. Se siguen los mismos procedimientos del Sistema Analógico. Ahora sólo daremos la lista de componentes del Sistema - Digital.

Lista de Componentes

Circuito Integrado	ICL7106CPL
Circuito Integrado	CD4011AE
Transistor	TL431C
Potenciómetros	20 K (2)
Resistencias	9.5 K (2)
Capacitores	0.1 uF/100V (2)
Resistencia	300 K 1/2 W
Resistencia	100 K "
Resistencia	20 K "
Resistencia	2.2 K "
Resistencia	6.2 K "
Resistencia	3.2 K "
Resistencia	20.1 K "
Capacitor	0.22 uF/100V
Capacitor	0.047 uF/250V
Capacitor	100 pF/1KV
Base	40 terminales
Base	14 terminales
Batería	9 Volts
Notas:	

Las conexiones de los Sistemas Analógico y Digital, se hacen - con conectores.

En los sitios donde se indica tierra analógica como digital, - se conectan a una misma tierra (conexión a masa).

MOSTRADOR DIGITAL

El Mostrador, es montado en el panel frontal del instrumento. Este mostrador digital o panel, cumple dos funciones:

1^o Permite que se tomen lecturas digitalizadas de temperatura que se efectúa a través del transductor (sensor de temperatura) y que son registradas en forma digital, esto es, Temperatura dada, en grados Celsius.

2^o Obtiene la lectura digital de Salinidad, que analiza la cantidad de sal que contiene una solución salina, mostrando así, y na cantidad en partes por mil (‰).

Descripción del Mostrador.

El mostrador, es un circuito monolítico de MCL (Mostrador de Cristal Líquido) de 3 1/2 dígitos, el cual da las lecturas de Temperatura y Salinidad, por medio de sus correspondientes transductores.

El Mostrador de Cristal Líquido, está colocado en un dip de 40 terminales soldado a la tarjeta de circuito impreso.

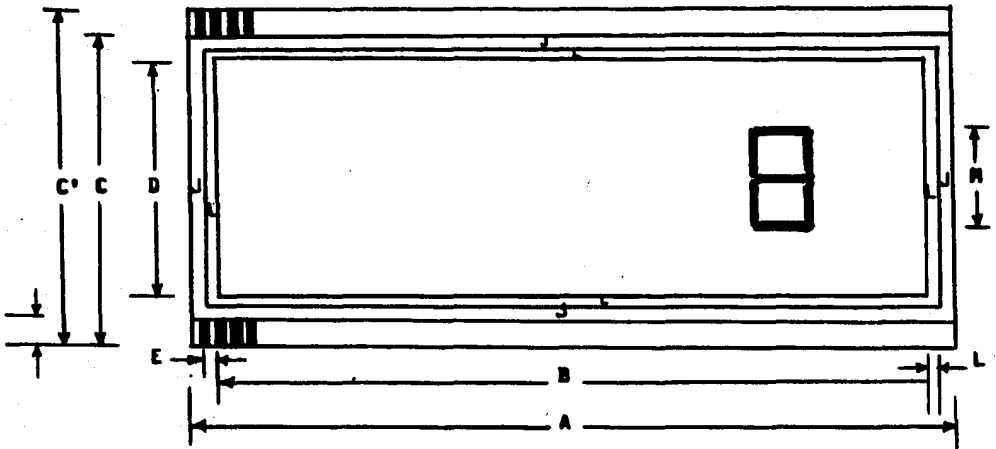
El impreso del mostrador y las conexiones de sus terminales, se indican en los esquemas de la figura 4.6. Los pasos que se siguen, son los mencionados anteriormente en el Sistema Analógico.

Lista de Componentes

Mostrador de Cristal Líquido Hamlin 3902	28 Terminales
Conector	28 Terminales
Conector (sensor de Temperatura)	3 Terminales
Interruptor	1P3T

**MOSTRADOR DE CRISTAL LIQUIDO
HAMLIN 3902**

Características:



- A = Longitud = 2"
- D x B = Area del mostrador = 1.8 pulg²
- E = Espaciamento $\xi \xi = 0.1"$
- J = Borde del mostrador = 0.125"
- L = Distancia entre el borde y el área de imagen = 0.050"
- C = Altura = 0.9"
- C' = Altura con el DIL (Dual In Line) = 1.2"
- K = Borde del mostrador (terminales) = 0.050"
- M = Tamaño de los dígitos = 0.5"

Figura 4.7. Dimensiones del MCL.

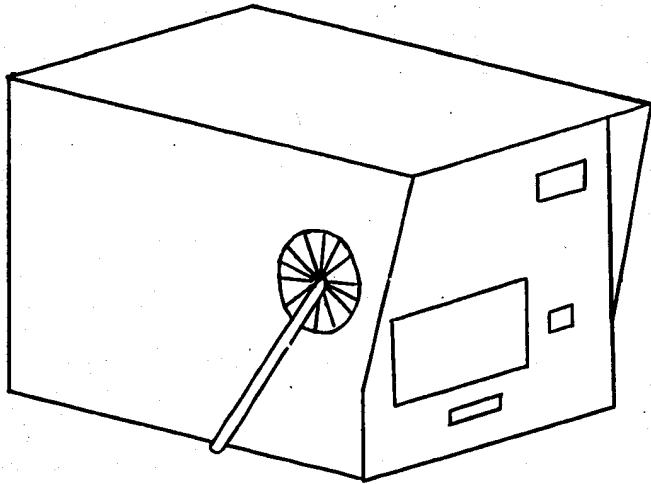


Figura 4.8 Area de la Caja

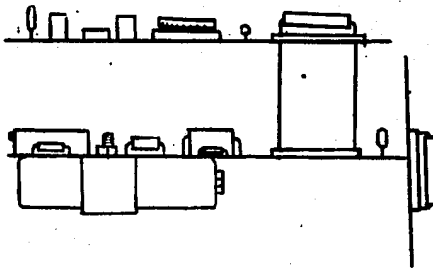


Figura 4.9 Montaje de las Tarjetas.

Montaje Final

Una vez realizado el montaje y conexionado de las unidades tanto analógica como digital, además el mostrador, es necesario proceder al montaje final de dichas unidades en una caja apropiada, para obtener el instrumento de medición digital completo. Pueden adoptarse distintas disposiciones para aprovechar bien el área de la caja, como se muestra en la figura 4.8.

Las tarjetas de impresos del Sistema Analógico y Digital, se sujetan entre sí, con soportes. Las tarjetas se fijan a la caja envolvente de todo el sistema, mediante dos elastómeros. Después de haber efectuado todas las conexiones entre los sistemas y haber comprobado satisfactoriamente el funcionamiento del instrumento, se introduce el conjunto en el interior de la caja, en los elastómeros. La figura 4.9, muestra el instrumento completo, después se montará en su caja correspondiente.

Panel Frontal

La figura 4.10, muestra las características del panel frontal. Los orificios son marcados en ésta caja para los botones de mando, los conectores del sensor de temperatura y el mostrador digital.

En la parte lateral de la caja, se encuentra el jack, en el cual se interconecta el plug de la celda de conductividad (figura 4.11).

Costo del Instrumento.

El costo del instrumento aproximadamente es de: \$ 25,000.00, tomando en consideración la importación que se hizo de algunos componentes, además de algunos accesorios inherentes al sistema de este instrumento de medición.

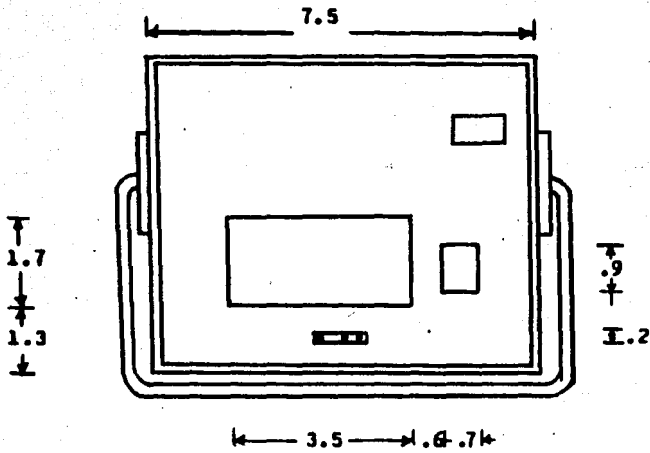


Figura 4.10. Panel Frontal.

Unidades en Centímetros.

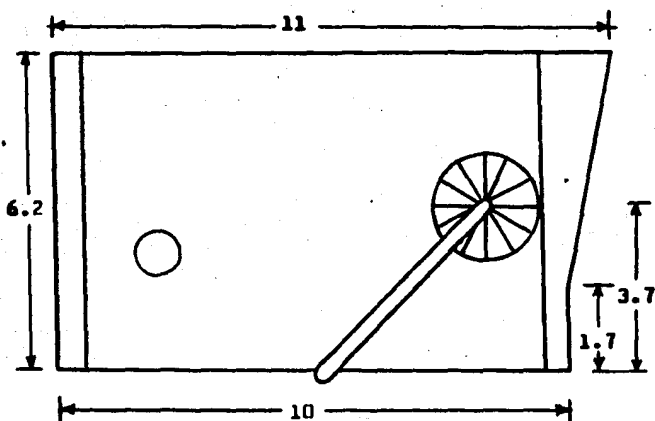


Figura 4.11. Vista lateral de la Caja.

Unidades en Centímetros.

118

**OPERACION
INSTRUMENTO DIGITAL**

Características Generales:

SALINIDAD	Rango	0 - 40 ‰ sobre un rango de Temperatura de 0°C a +45°C.
	Legibilidad	Digital directa de - 3 1/2 dígitos.
TEMPERATURA	Rango	0°C a ±199.9°C
	Precisión	±1 % exactitud del sensor.
	Legibilidad	Digital directa de - 3 1/2 dígitos.
CELDA CONDUCTIVA	Constante Celda K	K = 5
	Compensación de Temperatura	0°C a +45°C.
	Precisión	± 1% de lectura para Salinidad.
SUMINISTRO DE ENERGIA	Batería	9 Volts.

Procedimiento de Operación.

- A. Girar el interruptor selector de OFF a ON.
- B. Checar el buen funcionamiento de la batería, con la lectura digital de -25.7.
- C. Apegar el instrumento, girando el selector a OFF, siempre que se le conecte ya sea el sensor de temperatura o la celda de conductividad, y así medir la variable adecuada.
- D. Conecte el sensor de Temperatura.
- E. Gire nuevamente el selector a ON, para así obtener la lectura en temperatura ambiental o de la muestra. Esperar a que se estabilice la lectura en el Mostrador Digital.
- F. Conectar el plug de la celda (con el instrumento en OFF).

- G. Girar el interruptor selector a Salinidad (encender el instrumento), y esperar el muestreo del convertidor. Leer la lectura del mostrador digital en partes por mil ($^{\circ}/_{100}$).
- H. Si no existiese estabilización, checar los pasos A y B, o en su defecto, revisar que no se encuentre sucia la celda.

Mantenimiento del Instrumento.

El Único mantenimiento del instrumento (excepto la celda), es el reemplazo de la batería alcalina de manganeso de 9 Volts, que se utiliza para un periodo de hasta seis meses de operación aproximadamente. La precisión no sería mantenida durante este tiempo, si se usara una batería de cinc-carbón. La batería alcalina, debe ser reemplazada después de esos seis meses para reducir el peligro de corrosión, debido a las fugas existentes en éstas. Para reemplazarlas, se quitan los tornillos de la placa inferior. El portapilas, tiene colores codificados. El broche positivo, debe colocarse sobre el color rojo (+).

La cubierta del instrumento debe estar herméticamente cerrado, para evitar la entrada de cuerpos extraños y polvos, lo que puede dañar a los componentes constituyentes del dispositivo.

Mantenimiento de la Celda de Conductividad.

Limpieza

Cuando la celda de prueba indique lecturas inferiores, inestables o variables, la causa probable, es que los electrodos se encuentren sucios. Los depósitos con aguas estancadas o contaminadas con grasa o lubricantes y materias diversas, son fuentes que afectan la exactitud de la medición.

Por conveniencia normal, se limpian los electrodos remojándolos unos 5 minutos con una preparación limpiadora.

Para una limpieza rígida, se remoja unos 5 minutos en una solución hecha de 10 partes de agua destilada, 10 partes de alcohol isoprofilico y una parte de ácido clorhídrico, también puede ser usado.

PRECAUSION

No tocar los electrodos dentro de la muestra.

Si existe negro de platino blando, separarlo fuera de la muestra.

Si limpio el probador, la lectura no se reestablece, la replatinización será requerida.

Replatinización

Material:

- A. Solución platinizadora: 2 oz de fluor (3% de cloruro de platino disuelto en 0.025% de solución de acetato de plomo).
- B. Vaso deprecipitado de 50 ml.
- C. Agua destilada.

Procedimiento:

1. Quitar la celda, si esta conectada al instrumento.
2. Colocar la celda en el vaso deprecipitado y añadir la suficiente solución para cubrir los electrodos. No cubrir la cima del probador.

3. Colocar el probador en el instrumento, estableciendo el interruptor selector en salinidad, para checar la respuesta de los electrodos platinizados. Mover la prueba ligeramente para obtener una lectura máxima en el mostrador y continuar platinizando, durante un tiempo aproximado de 16 minutos.
4. Después enjuagar los electrodos con agua fresca.
5. Regresar la solución al vaso. 2 onzas de solución serán suficientes para 5 tratamientos.

Uso del Probador.

- a. Obstrucciones cerca del probador, pueden perturbar las lecturas. Con respecto a los objetos no metálicos, pueden ser admitidos como mínimo de 2" de distancia al probador, y -- los objetos metálicos, a una distancia de 6 pulgadas.
- b. Las pesas son unidas al cable del probador. Ellas están -- provistas en pares, con un peso total de 4 onzas por par. Si existen grandes corrientes de agua, será necesario agregar más pesas para contrarrestar éstas corrientes. Se sugiere limitar este peso a 2 libras (8 pares). Para más de 2 libras, se utilizan cables independientes suspendidos.
- c. En caso de una medición inestable, agitar ligeramente el probador para mejorar el tiempo de respuesta del sensor de temperatura.

Observación.

Para obtener resultados confiables, es necesario que a los instrumentos se les de mantenimiento y checarlos con frecuencia en todas y cada una de sus partes.

Los problemas más comunes que se presentan para obtener buenos resultados en el registro de datos de los instrumentos o equipos monitores, están relacionados con la celda y con las soluciones inadecuadas para la medición.

CAPITULO V

APLICACIONES DEL SALINOMETRO DIGITAL

Introducción

Las aplicaciones del instrumento digital son diversas, puesto que se trata de un aparato cuya finalidad principal, es medir el grado de Salinidad de las aguas (midiendo además la Temperatura). Las aguas salinas se encuentran en infinidad de lugares, así como también en los organismos vivientes.

El término Salinidad tiene un significado especial para los ecologistas. Este factor muestra los caminos que sufren los sistemas biológicos en el cambio y variación de la Salinidad, aunque existen otra multitud de factores que pueden afectar la interrelación entre dicha salinidad y los seres vivos marinos (vegetales y animales).

La importancia de la salinidad, se debe a que es un verdadero factor maestro biológico para la supervivencia acuática de los diferentes habitantes marinos, así como en la agricultura y en la industria.

Durante muchas investigaciones realizadas, se dedujo la importancia que posee la Salinidad para la creación y mantenimiento de seres vivos. Para esto, plantearemos por separado la gran influencia que posee ésta en los organismos tanto vegetales como animales. Posteriormente, se tratará en lo que respecta a la agricultura e industria, ya que es de primordial importancia en las actividades del hombre.

Aplicaciones en los vegetales.

La composición del agua de mar, basada principalmente en las investigaciones realizadas por Dittmar, el cual fue mejorando el análisis para la detección y determinación de otros elementos constituyentes del agua de mar, así también como el estudio de las llamadas plantas "nutrientes", que son los elementos los cuales son esenciales para el crecimiento de plantas en el mar, en las cuales están presentes en pequeñas y variadas cantidades.

Tabla 5.1

Lista de plantas de agua de mar, agua salada y agua fresca.

Plantas	Agua		
	de Mar	Salada	Fresca
Cianófito (alga azul-verdosa)	+	+	+
Crisófito (principalmente diatomeas)	+	+	+
Fecófito (alga café)	+	+	+
Eulenófito	+	+	+
Firófito (Dinoflagelados)	+	+	+
Rodofito (alga roja)	+	+	+
Clorófito (alga verde)	+	+	+
Plantas vasculares	+	+	+

Cantidades: Grande + + +, Intermedias + +, y Pequeño número de especies +.

Las plantas más grandes, tienen muchas especies pertenecientes a numerosas familias en lagos de aguas frescas, lagunas o ríos; pero únicamente 50 especies de plantas vasculares marinas, son verdaderamente conocidas en los océanos. Existiendo además bacterias y hongos, los cuales pueden crecer tanto en el mar como en laboratorios.

Aplicación en los Animales.

Por otra parte, el mundo animal marino, está relacionado con el medio apropiado para su desarrollo, siendo la Salinidad de cabal importancia para su existencia, el cual puede llevarse a cabo, en su medio natural o en aguas artificiales de agua de mar.

La composición química de sus fluidos internos de la mayor parte de las criaturas marinas, excepto de los teledostatos y vertebrados superiores, están en constante equilibrio osmótico, conteniendo concentraciones relativamente altas de sodio y cloro, y concentraciones bajas de potasio, magnesio y sulfato.

Los cambios de Salinidad en el exterior, producen los correspondientes cambios en la concentración de los fluidos internos por el paso de agua al interior, o hacia afuera del cuerpo (ajuste osmótico), para mantener el equilibrio osmótico. Fuera de los límites de - que dependen las diferentes especies, de las concentraciones normales y de la composición del medio interno, se pueden producir alteraciones metabólicas y eventualmente la muerte.

La mayoría de organismos que viven en el mar abierto, tienen una tolerancia muy limitada a los cambios de salinidad. Los organismos que se mantienen en balance osmótico con las aguas de su alrededor cuando la salinidad varía, se denominan reoquilo-osmóticos, que son anisales como la Arenicola, los cuales sobreviven a salinidades de 18 ‰.

Algunos animales son capaces de controlar sin limitación alguna la concentración de sus fluidos internos, independientemente de los cambios de salinidad en el agua. Este proceso, es conocido como una Osmoregulación; y los organismos que se mantienen en esta estabilidad de su medio interno, se denominan Homoisoosmóticos, por ejemplo, el cangrejo de la costa, el cual es un verdadero osmoregulador.

Los cambios en la salinidad, varían la densidad específica del agua, y esto influye indirectamente en los organismos a través de sus efectos de flotación.

Por otra parte, existe otro medio para que sobrevivan los organismos marinos, que son las llamadas aguas artificiales, en las cuales es posible llegar al mantenimiento de seres vivos, como por ejemplo: las langostas, las cuales son almacenadas en depósitos, en los que el agua de mar es bombeada desde el mar. Pero en algunos casos esta agua se sustituye por el "agua de mar artificial", la que es elaborada con una mezcla de sales simples en una proporción de 24 a 36 ‰. Esta agua artificial marina, su fórmula se encuentra en la tabla 5.2.

Otra especie que puede cultivarse en aguas artificiales, es la de los mariscos, los cuales se crían en estuarios y reciben grandes

cantidades de aguas frescas, que poseen un salinidad mínima de 10 a 25^o/oo.

Tabla 5.2

Fórmula para preparar Agua de Mar Artificial de 35^o/oo de Salinidad.
(Dietrich y Kelle, 1963)

Solución A		Solución B	
NaCl	239.0 g	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	90.6 g
MgCl ₂ ·6H ₂ O	108.3 g	NaHCO ₃	0.20 g
CaCl ₂ , anhidrido	11.5 g	NaF	0.003 g
SrCl ₂ ·6H ₂ O	0.04 g	H ₃ BU ₃	0.027 g
KCl	6.82 g	Agua destilada	1,000 ml
KBr	0.99 g		
Agua destilada	8,560 ml		

Aplicación en la Agricultura.

Los criterios de calidad del agua para utilizarse en las granjas, son las mismas que las del agua potable (0.5 °/oo). El agua que se emplea en una granja con animales vacunos de leche, ha de tener concentraciones de hierro y cobre inferiores a 0.1 mg/l que es menos de lo que establecen las normas de agua potable del Public Health Service.

Para evitar la aparición de crecimiento de bacterias (proteolíticas y lipolíticas) indeseables que originan la leche "pegajosa" y sin aroma, el agua de limpieza no debe tener más de 20 bacterias/ml.

El contenido en fluoruros para el ganado no debe exceder los 2.4 mg/l.

Los animales de granja pueden tolerar un contenido máximo de sólidos disueltos no superior a 10,000 mg/l, que viene siendo el 1 por 100.

Las aves de corral prefieren el agua que no tiene un contenido en sólidos disueltos superior a 3000 mg/l.

La irrigación, es la que constituye el consumo más importante de agua en la agricultura.

Para el riego se necesita una agua de baja salinidad, de tal forma que el contenido en sales del agua por lixiviación en los suelos áridos, que alcanza los sistemas de la raíz de la planta tenga una menor concentración en el agua, a fin de que ésta penetre en la planta por capilaridad y pueda atender a las necesidades de nutrición y de transpiración.

Los cultivos resultan fáciles de identificar en términos de tolerancia salina. El apio, las judías verdes, la mayoría de las especies y de los árboles frutales son un ejemplo de cultivos con una baja tolerancia de salinidad.

En lo que respecta a el agua salina en los suelos específicamente el sodio, el efecto es muy rápido ya que se traduce en una reducción de la permeabilidad del suelo al aire y al agua. Cuando

la concentración del sodio es elevada en combinación con la de calcio y magnesio, el suelo se vuelve plástico y pegajoso. Este fenómeno, junto con el de las sales abandonadas por la evaporación, -- llega a destruir los terrenos fértiles.

Aplicación en la Industria.

En la industria, el agua es una materia prima cuya calidad es tá ligada a la utilización a que se le destina. Siempre que se pueda utilizar tal y como se encuentra. Por ejemplo, el agua que se necesita para emplearse en el teñido de los tejidos, ha de ser de una calidad próxima a la del agua destilada. La pulpa de papel --- blanqueada químicamente, exige en cuanto al contenido en manganeso 0.05 mg/l, contenido igual al del agua potable, y no más de 1/3 de lo que las normas exigen para el hierro.

El agua para la preparación de cerveza, debe tener un pH de - 6.5 a 7. Los embotelladores de bebidas refrescantes utilizan un agua que cumple las norma del agua potable y que además se hace pasar a través de filtros de carbón activado para eliminar todos los residuos de olor y sabor.

El agua de mar se destila en ciertas regiones áridas y abordo de buques, para proporcionar agua a las calderas, agua para beber_ y para otros propósitos. Un método interesante para desalar el agua de mar, es el de etapas múltiples, el cual se describe en el siguiente capítulo.

CAPITULO VI

DESALACION

Introducción.

Tradicionalmente, las compañías de abastecimientos de aguas han obtenido sus suministros de fuentes de "agua dulce", recurriendo a - diversas obras de construcción o mecánicas, como por ejemplo, presas, acueductos, tuberías, pozos, bombas, filtros y balsas de sedimentación. Durante el último siglo, se han desarrollado diversos métodos de tratamientos mecánicos y químicos para eliminar del agua dulce algunas impurezas tan corrientes como las bacterias, la turbiedad, el color, los sabores y olores, el hierro y la dureza. No obstante, la mayor parte del agua de la tierra es más salobre que dulce, y contiene impurezas que, hasta épocas muy recientes no podían eliminarse económicamente, recurriendo a procesos de tratamientos disponibles.

Actualmente se están llevando a efecto investigaciones y desarrollos para convertir el agua de mar y las aguas saladas en aguas apropiadas para uso general. También, puesto que hoy en día existen diferentes métodos para desalar el agua, se está ganando experiencia a este respecto, para desarrollar procesos de tratamientos para desalar el agua a gran escala.

La importancia de este trabajo difícilmente podrá sobreestimarse, ya que hay muchas partes que cuentan con un suministro inextinguible de agua de mar, o abundantes fuentes de abastecimiento de agua salada, pero en cambio, las fuentes de agua fresca natural son tan escasas que se están agotando rápidamente.

A medida que intensifica el consumo de agua, crece la necesidad de encontrar nuevos horizontes para solucionar este problema.

México, cuenta actualmente con dos plantas desaladoras de agua de mar. Las dos utilizan el método de Destilación en corrientes de evaporación instantánea de etapas múltiples (MSF). Una de ellas utiliza la energía solar, para llevar a cabo éste método.

Desalinación

El objeto de la Desalinación, es reproducir el proceso de la naturaleza en un determinado lugar, utilizando dispositivos artificiales transformadores de energía. Este proceso consiste en la obtención de agua de baja salinidad (como máximo de 300 a 500 partes por millón de sólidos disueltos), adecuada para beber, para la industria o para la agricultura, a partir de agua tan salina que no sirve para éstos fines. El agua de mar es la materia prima más a la mano para la desalación, pero el proceso también es aplicable a las aguas saladas de los acuíferos de tierra firme, o a las resultantes de la sal dura industrial y municipal, durante su utilización o después de su tratamiento de depuración. En la siguiente tabla, se dan algunas aguas representativas con sus cantidades totales de sólidos disueltos

Tabla 6.1.

Salinidades representativas de algunas aguas

Tipo de agua	Salinidad (partes por millón)
Agua de mar	35 000
Ríos normales	120
Algunas aguas subterráneas no potables	3 000
Aguas "duras" o saladas, pero potables	500
Ciertos lagos de Maine	10

Métodos de Desalación.

El aparato más sencillo para la Desalación, es el de alambique. El agua de mar se calienta hasta que hierve, y el vapor desprovisto de sales se condensa gracias a una camisa de agua fría en circulación que va unido a la caldera. Esta técnica resulta ineficaz, ya que se utiliza para obtener agua potable a pequeña escala.

Con el fin de reducir el consumo de energía, actualmente se están probando varios métodos de desalación, tanto en instalaciones que se hallan en funcionamiento como en instalaciones experimentales

Los procesos principales empleados en el tratamiento de aguas saladas son:

- 1° La destilación en corrientes de vapor de etapas múltiples (MSF),
- 2° Evaporación en tubos largos verticales (LTV),
- 3° Electrodialisis (ED),
- 4° Osmosis inversa (RO),
- 5° Congelación, y
- 6° Intercambio iónico (IE).

Los dos primeros métodos son perfeccionamientos del alambique; los otros implican el aprovechamiento de procesos físicos muy diferentes pero conocidos.

Plantas de conversión de Aguas Salinas.

En la actualidad, están funcionando en los Estados Unidos siete plantas de conversión de aguas salinas cuya capacidad total es de $800 \text{ m}^3/\text{h}$. Cinco de estas plantas utilizan el proceso de Electrodialisis y las dos restantes utilizan la Destilación en corrientes de vapor de etapas múltiples. El empleo de las plantas de conversión de aguas salinas para suministrarlas a los abastecimientos de aguas, se ha extendido bastante más y en mayor escala fuera de los Estados Unidos, especialmente en los países en estado de desarrollo. En la tabla 6.2., se relacionan veinte plantas o complejos de éstas que hoy están funcionando o en vías de construcción, con capacidades superiores a $160 \text{ m}^3/\text{h}$; la capacidad total de las mismas asciende a unos $10,000 \text{ m}^3/\text{h}$. Todas ellas emplean algún tipo de destilación, y la mayoría el proceso de etapas múltiples. Por naciones, la cantidad total mayor corresponde a Kuwait, con $3,200 \text{ m}^3/\text{h}$ (se proyecta construir una planta más). Las dos islas de Aruba y Curacao, que forma parte de las Indias Occidentales holandesas, tienen una capacidad total de $1,590 \text{ m}^3/\text{h}$; México y Holanda, de $1,100 \text{ m}^3/\text{h}$, y las Islas Canarias, $790 \text{ m}^3/\text{h}$.

Tabla 6.2.

Plantas o Complejos de Conversión de Aguas Salinas
de más de 160 m³/h.

Localización	Número Unidades	Cap. Tot. m ³ /h	Proceso	Agua Aliment.
Aruba	5	425	ST	Mar
Bahamas (new Prov)	2	228	MSF	"
Islas Canarias	4	835	MSF	"
Ceuta (España)	2	167	MSF	"
Cuba (Guantánamo)	3	356	MSF	"
Curaçao	5	963	ST/MSF	"
Israel (Eilat)	1	158	MSF	"
Italia (Toranto)	2	190	MSF	"
Kuwait (Shuwaith)	20	379	ST	"
(Shuwaith)	10	1,896	MSF	"
(Shuaiba)	4	948	MSF	"
Malta (Valetta)	1	190	MSF	"
México (Rosarita)	2	1,185	MSF	"
Holanda (Terneuzen)	2	1,209	MSF	"
Qatar (Doha)	2	284	MSF	"
URSS (Kasakh)	-	205	LTV	"
Islas Vírgenes (St. Thomas)	1	158	MSF	"
(St. Thomas)	-	395	MSF	"
(St. Croix)	1	237	MSF	"
Venezuela (Pt. Cordon)	1	228	MSF	"

De la capacidad total de estas aguas se destinan al consumo de calderas, refinerías de petróleo, instalaciones militares, hoteles, y otras aplicaciones industriales especiales.

Todo los procesos de conversión de aguas salinas, y especialmente de aquellos que tienen por objeto tratar las de elevada salinidad, tal como el agua de mar, emplean energía en cantidades elevadas; pero como la tecnología de la energía ha mejorado notablemente durante las últimas dos décadas, la mayor parte de los expertos predicen que este progreso continuará en el futuro, y el gasto de energía para producir agua dulce, será cada vez menor. Es por esto, que México ha sido el primer país que ha utilizado la energía solar para desalar el agua de mar, ayudado con la tecnología de la República Federal de Alemania.

Costos de Conversión.

Los costos de conversión de agua de mar, están influenciados - por muchas variables, entre las que cabe destacar las siguientes:

- A. Tamaño de la planta,
- B. Composición química del agua que se va a tratar,
- C. Grado de pureza necesaria del producto,
- D. Costo de la energía eléctrica y térmica,
- E. Condiciones climáticas y otras relativas a la construcción,
- F. Temperatura ambiental y del agua,
- G. Factor de carga anual,
- H. Amortización o tipo de interés,
- I. Vida útil estimada de los componentes, inclusive de la zona de transferencia de calor, y
- J. Tipo de ciclo elegido.

Casi todas las plantas de destilación modernas son metálicas, y cuando se destinan al tratamiento del agua de mar, suelen emplearse las aleaciones níquel-cobre y tubos de titanio. En el caso de aguas de salinidades más bajas, pueden emplearse aleaciones menos caras.

Estudiaremos a continuación brevemente, el proceso que se emplea más frecuente en la desalación de aguas saladas (MSF).

Destilación en Corrientes de Vapor de Etapas Múltiples (MSF).

En la figura 6.1, se encuentra una representación esquemática de la Destilación en corrientes de Vapor de Etapas Múltiples igual al - que se usa en Eilat (Israel), en el Golfo de Akaba, donde la temperatura del agua de mar es extraordinariamente elevada.

Procedimiento:

Cuando el agua de mar entra en el sistema y atraviesa un tubo - expuesto a una serie de cámaras sucesivas, se calienta progresivamente como resultado del desprendimiento del calor debido a la condensación del vapor de agua dulce a lo largo del tubo de entrada relativamente más fresco. Si el agua marina de entrada empieza estando a 29°C (agua marina calentada por el agua de salida de 36°C), al final de la última etapa está a 87°C , porque el agua de esta última cámara en el lado de la salida ha sido calentada por medio de un intercambiador hasta 93°C . Así el agua marina que sale, a medida que se va haciendo cada vez más salada, al ir avanzando hasta el orificio de salida, se va también enfriando. Sin embargo, en cada etapa está más caliente que el agua que entra por el tubo de entrada.

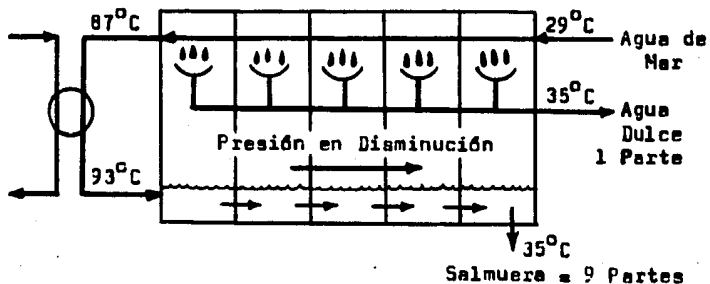


Fig. 6.1. Destilación en Corrientes de Vapor de Etapas Múltiples (MSF).

La "evaporación instantánea" tiene lugar porque en cada etapa - el agua calentada se introduce en una cámara de vacío. A medida que la temperatura de la salmuera disminuye, la presión de cada cámara - sucesiva también se hace disminuir con el fin de continuar la -

evaporación cuando el agua calentada entra a la cámara. El vapor - formado por la evaporación instantánea calienta a los tubos de la entrada al liberar calor durante su condensación sobre una superficie adecuada; el líquido condensado se extrae luego como agua desalada.

Plantas Desaladoras Solares.

Con el afán de buscar nuevos caminos tecnológicos para aprovechar los elementos brindados por la naturaleza, México ha puesto en marcha dos plantas desaladoras de agua de mar mediante la energía solar, localizadas en Zacatecas y en Baja California Sur.

El 18 de mayo, se puso en marcha la primera planta desaladora bajo la Dirección General de Aprovechamiento de Aguas Salinas y Energía Solar (DIGAASES) de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), que funciona a base de energía solar, localizada en una región desértica montañosa de Zacatecas. Esta planta experimental utiliza el método de Osmosis Inversa (RO), la cual es una de las primeras del mundo en emplear energía solar en sustitución de la eléctrica.

Esta planta se divide en tres subsistemas principales: generación de energía, suministro y pretratamiento de agua y desalación por ósmosis inversa. La transformación de energía solar en eléctrica se logra mediante un sistema de conversión fotovoltaica, que funciona a base de celdas solares, formadas por semiconductores de silicio monocristalino. Para regular el suministro de electricidad y almacenar el exceso de energía solar captada, se utiliza una serie de acumuladores. El área total del acumulador es de 30 metros cuadrados y produce 2.5 kilovolts con tensión directa de 24 Volts.

El suministro y el pretratamiento del agua, consiste en la extracción y almacenamiento del agua del subsuelo para su envío al área de pretratamiento, en el cual fluye a través de un filtro de arena y otro de cartucho, similar a los domésticos, que logra detener impurezas hasta de diez micras; a lo largo de esta trayectoria se le adicionan reactivos (hexametáfosfato de sodio y ácido clorhídrico, básicamente) para evitar la incrustación de carbonatos y --

sulfatos de calcio. Una vez purificada, el agua se envía a un tanque de balance, donde alcanza una presión de 20 kilogramos por centímetro cuadrado, para ser posteriormente inyectada al módulo de ósmosis inversa (RO), representado en la figura 6.2.

En el proceso de ósmosis inversa se filtra el agua a través de membranas, donde por la acción de la presión se retienen las sales que contiene. En este diseño se emplea un nuevo tipo de membranas (normalmente se usan membranas espirales) y platos hexagonales. La salinidad del agua procesada, un promedio de 1,500 litros varía entre 1.5 y 2 ‰ (partes por mil o g/kg).



Fig. 6.2. Ilustración Simplificada de un proceso RO.

La segunda planta, se encuentra localizada en Baja California Sur, la cual proporciona 10,000 litros diarios. Se encuentra funcionando desde julio de 1980. El proceso de desalación que se utiliza es el de Destilación de Etapas Múltiples (MSF), en el cual, el calor hace que el agua salada se evapore, y se depositen en el fondo de los tanques las sales; después se enfría el vapor y convertido en líquido se deposita en tanques. En esta planta se utiliza también la energía solar en lugar de la eléctrica para mover la planta desaladora. Los paneles de celdas solares tienen una capacidad de 50 kilowatts para satisfacer el consumo de energía térmica de la desaladora en 24 horas de operación continua.

La República Federal de Alemania contribuyó a estos proyectos al transferir la tecnología a México, para construir estas plantas desaladoras.

En lo que respecta a la salinidad del agua procesada, para que pueda ser consumida por el hombre, debe tener una salinidad de 0.5 ‰, según normas establecidas por la Secretaría de Salud y Asistencia.

Aspecto Político del Mar Territorial.

México está entre las 80 naciones que han adoptado el límite de 200 millas de su mar territorial. Estas naciones han afirmado su dominio sobre 200 millas náuticas (cada milla náutica equivale a 1,552 Km), desde su línea costera medida en el momento en que la marea baja, reclamando el agua, la tierra que cubre y todo lo que está contenido en ellas. México realiza en estas aguas sus principales actividades pesqueras, mineras, de explotación petrolera y de investigación. La industria marítima es una fuente importante en la cosecha de algas, para fabricar medicinas; la acuicultura, la cría de peces y mariscos; investigaciones y preparaciones técnicas. También es importante la explotación submarina del petróleo y de otros minerales, en particular el magnesio, sucediendo todo esto en la zona económica exclusiva.

Aspecto Político de la Salinidad.

El problema principal que tenemos en la frontera con Estados Unidos, es la sal de Arizona que inunda desde 1964, para tornar las tierras improductivas en el Valle de Mexicali, lo que ha obligado a gastar al gobierno de México hasta el momento 3,000 millones de pesos en obras de rehabilitación de esas tierras.

Los de Arizona lavan sus tierra y el agua salobre de desperdicio la arrojan al río Colorado, contaminando el caudal que para riego se destina a tierras mexicanas; se necesitarán gastar otros 1,500 millones para volver productivas las tierras.

"Así está y así continúa el trato fronterizo entre un país que tiene sal y no tiene petróleo; y otro que le sobre petróleo y no quiere sal".

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo anterior, el avance de la tecnología que ha tenido dentro de la electrónica aplicada a las diversas ramas, se ha incrementado vertiginosamente en la última década; esto ha aumentado la necesidad de hacer de la instrumentación un medio de comunicación entre el operador y el proceso o medio a medir.

Nos encontramos actualmente, en el umbral de una nueva era en la instrumentación, nos referimos a las circunstancias que prevalecen actualmente en México. El país se encuentra en franco desarrollo la industria en general, demanda e instala las técnicas más avanzadas en sus procesos, pero estas técnicas requieren de sistemas de supervisión cada vez más sofisticadas. La nueva era a la que nos referimos, es la "Era del Sistema Digital".

La falta de personal experimentado técnicamente, la escasez de capital y la falta de programas de gobierno, son algunas de las dificultades existentes para la adecuada tecnología. En el caso de México, la mayor parte de la tecnología proviene de los Estados Unidos, y en menor escala de países como Alemania Federal, Francia, Gran Bretaña, Italia, Japón, etc..

El cambio de una tecnología a otra no es fácil, existen muchos factores a tomar en cuenta ante tal decisión. Uno de estos factores más importantes, es el transductor y la existencia de los componentes adecuados en el mercado nacional, de acuerdo al diseño que se realice; pues a veces resulta difícil conseguirlos, lo que implica un lento avance en la construcción del diseño.

Las ventajas de los sistemas digitales, es que éstos son más confiables por el uso de componentes de mayor calidad, ya que la finalidad de todo instrumento digital, es de proporcionar una lectura más exacta y en forma directa a través de un despliegue numérico, a diferencia de los analógicos que dejan mucho a que desear.

El sistema digital se presenta muy atractivo en lo que respecta a la interfase del operador, ya que es más flexible y eficiente también, es atractiva la facilidad de autodiagnóstico y desde luego la sencillez de su construcción, puesto que este sistema utiliza un número menor de componentes externos, siendo los instrumentos más versátiles que los analógicos. Por ejemplo, la medición de variables tales como Salinidad o cualquier composición que elaborar en un diseño, la razón de alimentación y la etapa de conversión analógica a digital, son puntos importantes para su construcción.

Los sistemas digitales, han llegado a una etapa donde la factibilidad técnica se ha desarrollado para facilitar las indicaciones numéricas. El estudio realizado en este proyecto muestra un acercamiento viable para realizar nuevas formas de sistemas. Para llegar al diseño, se tuvieron que tomar estudios preliminares en la instrumentación analógica.

APENDICE A

CIRCUITOS INTEGRADOS

Introducción.

Los Circuitos Integrados, históricamente se iniciaron a construir en 1959, los primeros fueron los Flip-flops, los cuales fueron realizados por la industria Texas Instruments.

Después en 1960, la industria Fairchild Semiconductors realizó por primera vez el procedimiento "planar" que desde entonces es universalmente adoptado, y fue lo que dió origen a los circuitos integrados tales como los que actualmente se construyen.

Clases de Circuitos Integrados

De acuerdo con su estructura, los Circuitos Integrados (CI), pueden clasificarse en dos grupos: Circuitos Integrados Monolíticos y Circuitos Integrados Híbridos.

Circuitos Integrados Monolíticos.- son los que constituyen el grupo más importante. Se caracterizan por que todos los elementos del circuito se han obtenido en el transcurso de una serie única de procesos de difusión.

Circuitos Integrados Híbridos.- son los que constituyen por el contrario, elementos del circuito obtenidos por medio de técnicas diferentes: elementos monolíticos, elementos de película delgada y componentes discretos fabricados especialmente para ello. El soporte o sustrato puede ser activo o pasivo. En el primer caso los elementos activos son monolíticos y se han obtenido mediante procesos de difusión. En el segundo, los elementos activos se incorporan en el circuito en la forma de componentes discretos obtenidos separadamente.

De acuerdo con la función que realizan, los C.I. se clasifican también en dos grupos: C.I. Lineales o Analógicos y C.I. Digitales o Lógicos.

En los C.I. Lineales, la señal de salida es una función continua de la señal de entrada. Estos circuitos se emplean para la

amplificación, la producción de señales de oscilación, la regulación de tensiones y corrientes, etc..

En los C.I. Digitales, por el contrario, la señal de salida puede tomar sólo dos valores (en realidad solamente consiste en presencia o ausencia de señal). Estos circuitos se emplean principalmente para el cálculo y control digital.

En general, estos circuitos integrados pueden resultar muy baratos sobre todo cuando se fabrican en grandes cantidades; son de gran fiabilidad a la reducción de las interconexiones. Como la demanda es grande, se necesita una técnica de fabricación capaz de producir un gran número de circuitos similares a bajo costo. Asimismo, los sistemas integrados son capaces de una gran exactitud; ésto se consigue sin necesidad de una tolerancia pequeña en los componentes. Los C.I. monolíticos cumplen esos requisitos y además, pueden reducir el tamaño de una unidad capaz de cumplir una función dada.

Las dos características principales de éstos circuitos integrados son la velocidad y la exactitud. Ambas son importantes en campos tan diversos (digital sobre todo), en finanzas y en vuelos espaciales. Sin las computadoras, las finanzas actualmente con el enorme trabajo de la civilización completa, lo cual no requiere una explicación de la necesidad de la exactitud en este campo.

Si en vuelo espacial, los problemas de navegación tuviesen que ser resueltos sin la ayuda de un computador, el vuelo habría terminado antes de que fuera posible realizar una inspección de, por ejemplo, los cálculos de una corrección de rumbo, pudiese terminarse. Así mismo, la exactitud que se requiere para colocar una cápsula en órbita, a unos cuantos miles de millas sobre un planeta separado de la tierra 100 millones de millas, es indiscutible.

El comparar la velocidad y exactitud entre las técnicas analógicas y digitales es difícil, porque tal comparación depende de muchos factores. Sin embargo, pueden hacerse algunas generalizaciones. El cálculo analógico puede realizarse en milisegundos con una exactitud del 1%. Los cálculos digitales, por otra parte, pueden hacerse en tiempos inferiores al microsegundo, y existen -

calculadoras de mesa que tienen exactitud hasta de 14 dígitos. Aunque más rápidos y más exactos, los computadores digitales tienen la desventaja de ser más complejos y, por lo tanto, muy caros.

Además de su empleo en computadores, las técnicas digitales se emplean en instrumentación (voltímetros, amperímetros, óhmetros y contadores), y en telemetría (transmisión de datos y fotografías desde satélites), así como en procesos de datos (menaje de información comercial).

Los sistemas digitales, se fabrican por medio de una serie de modelos que aumentan su complejidad. Antes de ser realizables los circuitos integrados, el primer nivel consistía en una serie de bloques básicos (flip-flops, compuertas, etc.), construidos con elementos discretos sobre circuitos impresos. La posibilidad de construir circuitos integrados con cientos de componentes, conducen a circuitos de mayor complejidad todavía en los niveles primarios. Estos bloques básicos tan complejos, son realmente subsistemas y son el resultado de lo que se ha denominado "Integración a Media y Gran Escala".

Como consecuencia de las ventajas expuestas anteriormente, los circuitos integrados monolíticos probablemente dominarán en el futuro, en el campo de los sistemas digitales. Por lo que en esta sección del apéndice, se hace una referencia a cerca de su construcción de dichos Circuitos Integrados Lineales Monolíticos.

TECNICAS DE FABRICACION DE LOS C.I.

Los Circuitos Integrados, son componentes electrónicos de pequeño tamaño que realizan total o parcialmente la función de uno o más circuitos electrónicos, o que pueden realizarla con la ayuda de un reducido número de componentes adicionales, y que constan de elementos de circuito inseparablemente asociados en un soporte o sustrato adecuado y obtenidos simultáneamente en el transcurso de las mismas operaciones de fabricación.

Los circuitos integrados se emplean actualmente en toda clase de equipos electrónicos, instrumentos para medicina, biología, computadoras, etc., en los que su tamaño representa un factor primordial y aún más en la confianza de conseguir un funcionamiento más seguro, también reduciendo el costo de fabricación, montaje y mantenimiento.

A continuación presentaremos las técnicas de construcción de los Circuitos Integrados, principiando con las partes de que está compuesto.

Partes del Circuito Integrado.

El circuito integrado propiamente dicho, como ya se ha indicado, está formado por una placa de reducidas dimensiones. La mayor parte de la placa es el denominado soporte o "sustrato" del circuito integrado, sobre el cual o en el interior del cual se encuentran los elementos del circuito, las interconexiones entre los elementos y los puntos o superficies de conexión en los que se sueldan los hilos que van del circuito a los terminales de la cápsula.

Sustrato

Es el material sobre el cual o en el interior del cual se encuentran los elementos del circuito y las interconexiones. Se utiliza principalmente como soporte mecánico, pero también puede desempeñar una función térmica y/o eléctrica.

Si el sustrato contribuye a la formación de algún elemento del circuito, se dice que el sustrato es activo. Ejemplos del sustrato activo, son los monocristales de materiales semiconductores, tales

como el silicio, en el interior de los cuales se encuentran los elementos del circuito (transistores, diodos, resistores, etc.), y los sustratos de ferrita, en los cuales el flujo magnético se dispone de modo que pueda realizar funciones de paso o de memoria.

Por el contrario, si el sustrato no contribuye a la formación de ningún elemento del circuito, y desempeña sólo una función mecánica y térmica, se dice que el sustrato es pasivo. Ejemplos de sustratos pasivos son: vidrio, cerámica y materiales aislantes similares. Los sustratos pasivos se emplean como soporte para los elementos de circuito de película delgada.

Elementos del Circuito

Son las partes identificables más pequeñas de un circuito integrado, tales como un transistor, un diodo, un resistor, un condensador, etc. De acuerdo con la función realizada, se acostumbra clasificar en activos y pasivos. Los elementos activos modifican o controlan señales, y los elementos pasivos es todo lo contrario.

Teniendo en cuenta la técnica empleada para su fabricación, los elementos del circuito de los circuitos integrados se clasifican en elementos monolíticos, elementos de película delgada y elementos metal-óxido-semiconductor (MOS). Los elementos monolíticos se obtienen en el seno de sustratos activos mediante difusión selectiva y controlada de impurezas. Los elementos de película delgada se obtienen mediante el depósito de películas delgadas en la superficie de sustratos. Los elementos metal-óxido-semiconductor se obtienen mediante técnicas de difusión y de película delgada.

Interconexiones

La interconexiones entre los elementos del circuito y las superficies de conexión por los hilos que van a las patillas o terminales, se obtienen mediante depósito de películas delgadas de metales.

Elementos del Circuito Integrado.

Como ya hemos indicado, los elementos del circuito de los C.I. pueden ser clasificados en tres grandes grupos: elementos monolíticos, elementos de película delgada y elementos M.U.S. (metal-óxido-semiconductor). En el circuito integrado terminado, todos los elementos del circuito están recubiertos por una capa protectora de óxido de silicio.

Elementos de Circuito Monolíticos

Los elementos monolíticos se obtienen mediante difusión de impurezas en materiales semiconductores. El material semiconductor empleado normalmente es el silicio.

La fabricación de un elemento monolítico comprende una serie de difusiones cuidadosamente controladas en el transcurso, en la que cada una de las cuales se obtiene una parte del elemento del circuito. Cada difusión requiere previamente un proceso de oxidación de la superficie del semiconductor y un proceso de fotograbado para la apertura de "ventanas" en la capa protectora de óxido. La difusión se realiza a través de las ventanas, y de este modo queda localizada solamente en una determinada parte del semiconductor. La concentración de las impurezas difundidas se controla mediante la temperatura y el material empleado.

Las operaciones necesarias para la realización de una difusión son las siguientes:

1. En primer lugar se oxida la superficie de la placa de silicio, sometiéndolo a elevada temperatura en una atmósfera de oxígeno o en una corriente de aire. Como consecuencia, la superficie del silicio queda recubierta de una capa de óxido. Esta capa impide el paso de átomos extraños y protege así la superficie de toda posible contaminación o difusión de impurezas.

2. Seguidamente se recubre la superficie del óxido con una capa de material fotosensible.

3. Se coloca después una máscara sobre la capa de material fotosensible y se somete el conjunto a la acción de los rayos ultra-

violetas.

145

4. Mediante procesos de revelado y fijado, se eliminan las partes de material fotosensible que no han sido expuestas a la acción de los rayos ultravioletas y se fijan las partes expuestas.

5. A continuación se somete la superficie de la placa de silicio a la acción de un agente químico que disuelve la capa de óxido de las partes no protegidas por el material fotosensible fijado. Se abren así una serie de "ventanas" en la capa de óxido, a través de las cuales se efectuará la difusión de impurezas.

6. Se elimina el resto de material fotosensible.

7. Se coloca la placa de silicio en un horno y se somete a elevada temperatura en una atmósfera que contiene átomos de impureza. Los átomos de impureza penetran en el semiconductor y desplazan átomos de la red cristalina. Algunos átomos del semiconductor son reemplazados por átomos de impureza. Según sea la impureza empleada para efectuar la difusión, se obtiene silicio tipo P o de tipo N. Para indicar una elevada difusión de impureza, se emplea el signo .

8. Una vez terminada la difusión, se protege la superficie recubriéndola con una nueva capa de óxido. Puede someterse seguidamente a un nuevo proceso de grabado para la realización de nuevas difusiones o para interconectar los elementos del circuito.

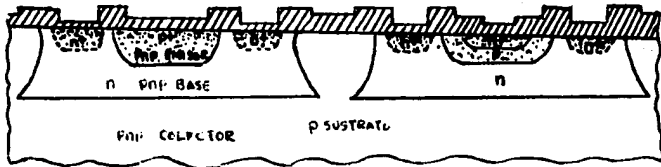


Figura A.1

Esquema de la sección de un circuito integrado monolítico con transistor PNP y transistor NPN.

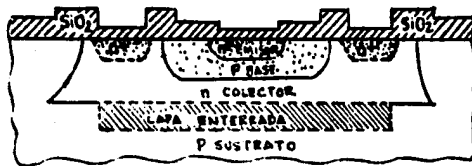


Figura A.2

Esquema de la sección de un circuito integrado monolítico con un transistor PNP encima de una capa "enterrada".

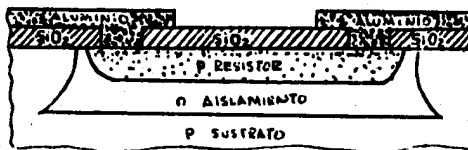


Figura A.3

Esquema de la sección de resistor integrado monolítico.

Elementos Metal-Oxido-Semiconductor (M.O.S.)

La fabricación de elementos M.O.S. se basa en el empleo conjunto de la técnicas de difusión y de película delgada. Su fabricación es fácil y simplifica notablemente el proceso de integración y reduce el número de operaciones necesarias para la fabricación de un --circuito integrado. Además, los elementos de circuito obtenidos con esta técnica ocupan menos espacio que los elementos de circuito monolíticos o de película delgada. Por ello se emplea especialmente - para la fabricación de circuitos integrados que requieren un elevado número de elementos de circuito.

El proceso de integración comienza preparando la pequeña placa de silicio de tipo N que ha de realizar la función de sustrato. Seguidamente se oxida su superficie formando una capa fina de óxido - de espesor perfectamente controlado y mediante fotograbado se abren ventanas en dicha capa de óxido para realizar la difusión de impurezas y obtener así los distintos elementos de circuito.

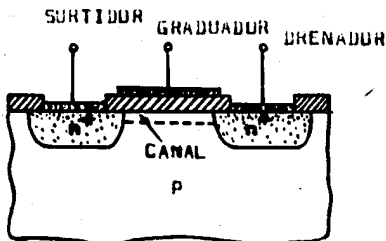


Figura A.4

Esquema de la sección de un transistor metal-óxido-semiconductor (transistor MOS) integrado.

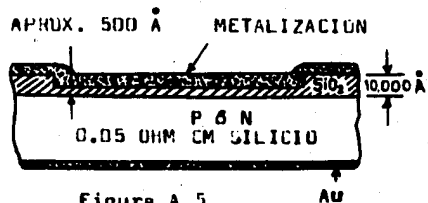


Figura A.5

Esquema de la sección de un condensador metal-óxido-semiconductor.

Elementos de Circuito de Película Delgada

Los elementos de película delgada se obtienen haciendo depositar capas muy finas de materiales conductores o aislantes sobre sustratos adecuados. Los principales materiales y las técnicas empleadas para la obtención de películas delgadas son las que se indican en la siguiente tabla:

Tabla A.1

MATERIAL	TECNICA	APLICACION
Nicrom Oxido de estaño nitruro de tántalo Cermet	Evaporación en vacío Vaporización Pulverización Evaporación en vacío	Resistores
Oxido de silicio Oxido de aluminio Oxido de tántalo	Oxidación Vaporización y anodización Anodización, pulverización	Aislantes
Aluminio Aleación cromo-oro Aleación cromo-cobre	Evaporación en vacío Evaporación en vacío Evaporación en vacío	Conductores

La forma y dimensiones de los depósitos de película delgada puede ser controlada mediante el empleo de máscaras adecuadas que se colocan sobre el sustrato durante el proceso de depósito, o mediante un proceso de fotograbado selectivo una vez obtenida una capa de espesor uniforme sobre la totalidad de la superficie del sustrato.

Las técnicas de la película delgada se emplean satisfactoriamente para la realización de interconexiones entre elementos de circuito, cualquiera que sea su clase, y para la obtención de elementos de circuito pasivos, tales como resistores y condensadores.

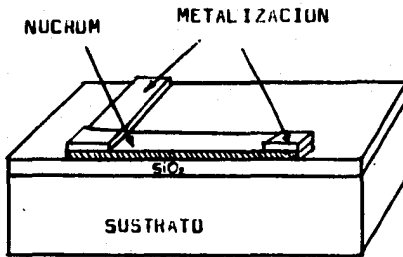


Figura A.6

Esquema de un resistor de película delgada depositado sobre un sustrato aislante.

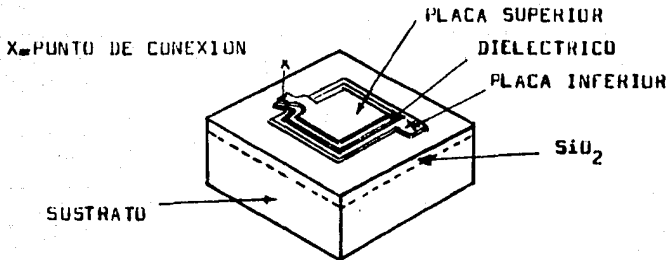


Figura A.7

Esquema de un condensador de película delgada formado por dos películas conductoras separadas por una película aislante.

Aislamiento entre los Elementos del Circuito Integrado

Se han desarrollado varios procedimientos para conseguir que los distintos elementos que forman parte del circuito integrado estén aislados unos de otros. Es necesario aislar cada elemento de -- circuito de los demás para evitar que las características o el funcionamiento de unos elementos pueda influir sobre los demás.

Estos distintos procedimientos pueden clasificarse en dos grandes grupos. Uno de ellos se basa en el empleo de uniones PN que se polariza en sentido inverso, de forma que no pueda pasar corriente eléctrica a través de estas uniones de aislamiento y, en consecuencia, queden aislados unos elementos de otros.

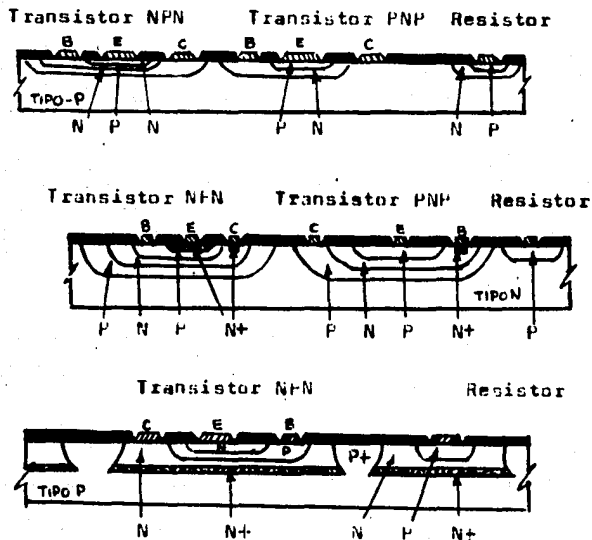


Figura A.8

Ejemplos de estructura de circuitos integrados con los elementos de circuito separados unos de otros mediante uniones PN.

Uno procedimiento consiste en el empleo de material aislante alrededor de cada elemento de circuito. Existen numerosos métodos - que aplican este principio. Por ejemplo, uno de los sistemas comúnmente empleados, consiste en comenzar abriendo una serie de cavidades en la placa de silicio en las partes donde han de situarse las zonas de aislamiento. Después se recubre toda la placa de silicio con una capa de óxido y se deposita encima una capa relativamente gruesa de silicio policristalino. Se da la vuelta a la placa de silicio y se elimina la parte superficial de silicio monocristalino mediante ataque químico hasta llegar a la capa de óxido. De este modo quedan solamente una serie de regiones o islas de silicio monocristalino aisladas unas de otras por el óxido y el silicio policristalino depositado anteriormente. En cada una de estas islas se formará posteriormente el elemento de circuito previsto, y cada elemento quedará perfectamente aislado de los demás.

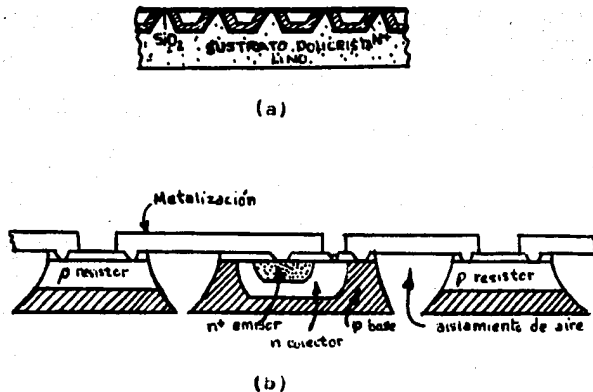


Figura A.9

Ejemplos de estructura de circuitos integrados con los elementos de circuito separados unos de otros por una capa de material aislante (a), o mediante eliminación de sustrato y dejando solamente los elementos de circuito (b).

Circuitos Integrados CMOS.

En materia de cálculo, lo primordial es frecuentemente la velocidad de funcionamiento, pero en ciertas aplicaciones, la economía de energía es la preocupación prioritaria; este es el caso, principalmente, en técnicas especiales y para aparatos portátiles donde una frecuencia de reloj inferior a 5 MHz es más que suficiente. Así se ha llegado a los CI CMOS; siendo propuesta esta nueva tecnología de Circuitos Integrados en 1968 por RCA bajo la denominación COS--MUS ("Complementary Symmetry Metal Oxide Semiconductor").

Tecnología

La fabricación de los circuitos integrados (CI) con MUS Complementarios resulta algo más que la de los CI con MUS de canal de un solo tipo.

Así, partiendo de una pastilla de silicio del tipo N, las operaciones son las siguientes. En primer lugar es difundida una zona P, que sirve de sustrato para el MUS de canal N. Después se difunden las zonas P+ y N+ que constituirán los drenadores y surtidores, y se produce a una oxidación que recubrirá el canal y a la metalización. Un conjunto complementario está representado en la figura A-10.

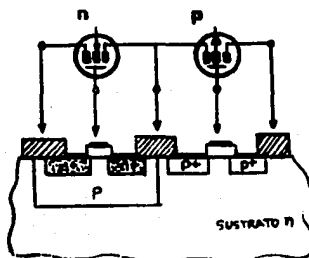


Figura A.10
Principio de realización
de un par de MOS Complementarios (CMOS).

APENDICE B

MOSTRADOR DE CRISTAL LIQUIDO
(MCL)

Qué es un MCL?

Un MCL, es un Mostrador de Cristal Líquido que difiere de otros tipos de mostradores o visualizadores que existen en el mercado, y - su construcción está basada en un material de cristal líquido el --- cual es un compuesto orgánico que está formado por carbón, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno.

Este material tiene su propiedad óptica en base al estado sólido y a la fluidez de los líquidos; cuando está en el estado cristal líquido y a una temperatura específica presenta una apariencia de color amarillo.

Las moléculas de un cristal líquido están compuestas a lo largo de una fila vertical, esto es debido al agrupamiento de los átomos - en su forma molecular y al movimiento que desempeñan los dipolos en presencia de una fuerza eléctrica; Estas características permiten -- que las moléculas estén perfectamente alineadas en la dirección de - la combinación eléctrica y de ésta manera forma la operación básica de un mostrador de cristal líquido.

Existen dos tipos de iluminación en los MCL:

1. Mostrador Reflectivo.- Opera por la reflexión de la luz a - través del frente de la superficie.
2. Mostrador Translucido.- Opera por la filtración de luz en la parte posterior del mostrador.

Estructura interna de un MCL.

La formación de un MCL está formada por dos placas de vidrio, - cada una con recubrimiento conductivo y transparente, entre las cuales es colocado en cristal líquido como se observa en la figura B.1; una película delgada de óxido de indio es colocada también entre - las dos placas y un conductor eléctrico transparente es depositado - sobre la tapa o el frente de la placa de vidrio.

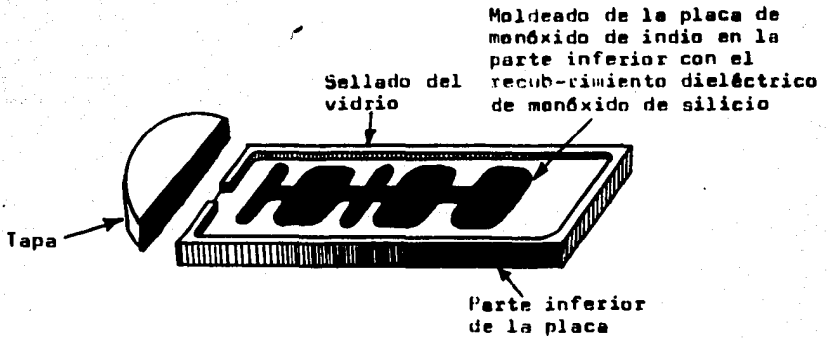
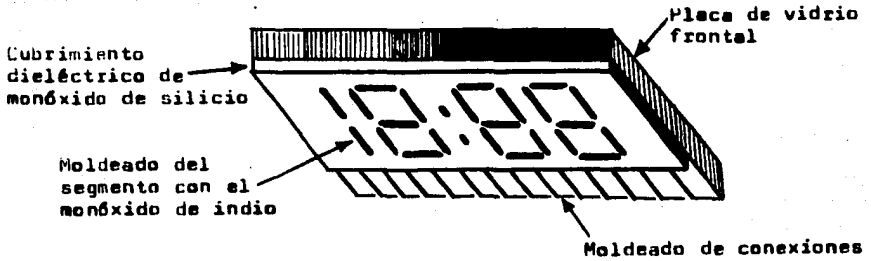


Figura B.1. Estructura interna del Mostrador de Cristal Líquido.

Este óxido ha sido moldeado para producir una serie de siete segmentos; la parte inferior o trasera de la placa de vidrio también -- tiene un recubrimiento de óxido de indio, pero el molde está diseñado como un electrodo común que cuando las placas están fundidas registran un molde en la tapa de vidrio.

El recubrimiento del lado del óxido, tanto en la tapa como en la parte inferior de las placas de vidrio son totalmente cubiertas -- por una capa evaporadora de un dieléctrico de monóxido de silicio, -- el cual produce el alineamiento deseado de las moléculas del cristal líquido.

Después de que el recubrimiento conductivo y el dieléctrico han sido aplicados, tanto en la tapa como en la parte inferior son fundidas teniendo un espesor de aproximadamente 0.0005 pulg., del vidrio_ y se deja una abertura de 0.05 pulgadas de uno de los lados con el fin de introducir el cristal líquido y finalmente es sellada la abertura.

La forma para conectar el MCL, es una tablilla de circuito impreso es muy sencilla y mostraremos la tres conexiones más usuales:

A. Elastómero Conductivo.- consiste en empalmar el MCL con dos elementos, uno de ellos que es un elastómero que está formado de una tira seccionada en dos partes, una aisladora y la otra conductora la cual se encargará de hacer contacto tanto en la tabla de circuito impreso como en las terminales del mostrador.

El segundo elemento es una tapa protectora que va colocada en la parte superior del mostrador.

B. Sujetador de Conexión o Clips de Montaje.- Este sujetador -- consiste, simplemente en un arreglo de sujetadores unidos a una serie de terminales; los sujetadores harán contacto con las terminales del mostrador. Todos los sujetadores están colocados en una tablilla diseñada para este propósito.

C. Tipo Conector.- Este es un dispositivo hecho de una sola pieza y consiste en introducir las terminales del mostrador a las terminales del conector; esta conexión se realiza por medio de contacto.

Los MCLs trabajan con un rango pequeño de voltaje alterno y no con 5 volts de corriente continua.

APENDICE C

TRANSDUCTORES ELECTRICOS

Introducción general.

Ocurre raras veces, que la información básica de entrada (temperatura, posición, etc.) que se desea manipular, esté en una forma en que pueda ser utilizada inmediatamente por la parte electrónica del equipo. De acuerdo con esto, es necesario tener dispositivos -- que conviertan las señales de entrada en otras inteligibles por el equipo electrónico. Estos dispositivos, que convierten en una forma de señal en otra (casi siempre eléctricas en nuestro caso), se les llaman transductores. Un estudio general de transductores se ha realizado, con el fin de conocer algunos de ellos, que se aplican grandemente.

Métodos Analógicos y Digitales.

Puede ser necesario que la última señal de salida del circuito de medida se presente en forma analógica (en la cual el voltaje o la corriente varía con el parámetro que se está midiendo), o bien en forma digital (en la cual la salida toma la forma de un número codificado). En términos sencillos un dispositivo de cálculo analógico sería una regla de cálculo, y uno digital sería una máquina de calcular de pupitre o un ábaco.

En general, la cantidad es medida primero en un sistema analógico y después se transforma mediante el uso de un convertidor analógico-digital en forma digital. Este proceso de las medidas digitales directas.

Métodos Básicos de Medidas Analógicas.

La salida de un transductor tendrá casi siempre la forma de un voltaje (probablemente proveniente de una fuente de alta impedancia). Los circuitos han de estar por lo tanto, preparados para medir una tensión en circuitos donde no circula corriente o para medir una impedancia.

Las tensiones pueden ser medidas con voltímetros, los cuales para las entradas C.A. y C.C. tendrán impedancias de entrada de por lo menos de varios megohms y, normalmente mucho más altas, o por métodos potenciométricos, en los cuales la tensión a medir se compara con una tensión conocida, y esto ha de ocurrir cuando se obtenga el equilibrio, por lo que no circulará corriente por el circuito de entrada.

Los puentes se usan casi invariablemente para medir impedancias. En un puente, la impedancia desconocida del transductor se compara eléctricamente con los otros componentes conocidos y de esta forma puede hallarse su valor. Los puentes para medida de resistencias pueden ser alimentados por C.A. o C.C., según sea necesario; pero los puentes de reactancias necesitan ser alimentados por C.A. y a la frecuencia de alimentación se le llama Frecuencia Portadora. Esta frecuencia portadora deberá ser al menos cinco veces más grande que la frecuencia de la señal a fin de tener una fácil demodulación y, por lo tanto, en cada aplicación la frecuencia portadora tiene que ser seleccionada después de ver cuál es la señal de frecuencia más alta; además, la frecuencia portadora no deberá ser demasiado baja, a fin de que una posterior aplicación no ofrezca dificultad, como ocurre con las corrientes de los pares termoeléctricos, ni tampoco demasiado alta, porque entonces las reactancias parásitas producen trastornos. Las frecuencias típicas para transductores resistivos o inductivos son de 50 a 2000 Hz, y para transductores capacitivos de 30 Hz hasta unos pocos megahertz.

Clasificación de los Transductores

De una manera general, cualquier cosa que sea posible medir puede ser convertida en una salida eléctrica mediante un transductor, ya se trate de sonido, luz, temperatura o presión. Así, los transductores conforme al principio eléctrico que utilizan para convertir la cantidad variable, se clasifican en:

1. Transductores Resistivos:

- A. Extensímetros (metálicos y con semiconductores).
- B. Termómetros Termoconductores (bulbos resistivos y termistores).
- C. Sensores Fotoconductores (fotocélulas de sulfuro de cadmio).
- D. Medidores de Conductividad Química (pH, Celdas de Conductividad).

2. Transductores Inductivos:

- A. Transformador Lineal Diferencial Variable (LVDT).
- B. Pick-ups de reluctancias variables (como cápsulas reproductoras)

3. Transductores Capacitivos:

- A. Sensores LC y RC de alta frecuencia (como el los pickups de vibración).
- B. Válvula de Reactancia para producir modulación de frecuencia (como en telemetría).

4. Transductores Divisores de Voltaje:

- A. Sensor por posición de potenciómetro.
- B. Divisor de voltaje accionado por presión.

5. Transductores Generadores de Voltaje:

- A. Piezoeléctrico (micrófono y acelerómetro de cristal).
- B. Tacómetro.
- C. Sensor de termopar.
- D. Celda fotovoltaica.

Terminología

A continuación se enuncian los términos más comúnmente utilizados en los transductores eléctricos.

Velocidad de Respuesta.- Define la frecuencia máxima de la señal que puede ser empleada. La máxima velocidad de respuesta vendrá fijada, bien por la frecuencia de la portadora (la cual normalmente viene determinada por las reactancias parásitas), o bien por las inercias inherentes a los transductores. Por ejemplo, el transductor no puede responder instantáneamente a un cambio de temperatura a causa de su masa finita. Debido a las causas citadas, las curvas de velocidad de respuesta se encuentran normalmente limitadas en la práctica; una mayor velocidad de respuesta puede obtenerse a veces mediante un sistema más especializado.

Campo.- Es el campo de variación en el cual utiliza normalmente el transductor; a veces un nuevo diseño especial puede extender éste campo de acción.

Estabilidad a la Temperatura.- Se trata aquí el caso normal en la industria de tener el transductor expuesto a variaciones de temperatura mayores que las del circuito de medida. En estos casos se deberán que tomar precauciones especiales. En algunos transductores que se encuentran directamente acoplados a los instrumentos de medida, pueden presentarse dificultades a causa de las tensiones térmicas producidas por la acción del termopar en las terminales de conexión de algunas uniones entre metales diferentes a distinta temperatura de la junta de unión.

Estabilidad en el Error de Cero.- Se refiere al error residual que se produce después de haber usado el transductor para una indicación, se le hace regresar a su posición inicial sin carga. La importancia del error de cero, dependerá del tipo de aplicación y para trabajos de precisión, se comprueba éste inmediatamente antes de tomar una indicación, bien de forma manual o automáticamente.

Linealidad.- Generalmente se requiere que la salida indicada por el transductor esté linealmente relacionada con el parámetro --

que se está midiendo (factor de linealidad). Si se conoce la ley de desviación sobre la linealidad (como en un termopar), entonces se puede introducir un dispositivo de conversión en el aparato indicador.

Precisión.- Se refiere a la diferencia entre el valor indicado y el valor verdadero después de haber hecho las correcciones de falta de linealidad.

Resolución o Sensibilidad.- Es el menor incremento de la señal de entrada que puede ser detectado. Hay un valor absoluto fijado, - el cual raramente se alcanza en los equipos industriales; generalmente la resolución está limitada por consideraciones prácticas.

APENDICE D SOLDADURA ELECTRICA

Introducción.

Se presenta una breve explicación de soldadura eléctrica.

Historia.

El empleo de soldadura de aleación de estaño y plomo comenzó alrededor de 1900. La mezcla de cantidades precisas de estos metales, hizo la unión de las vasijas de estaño económica y práctica. El progreso de las aleaciones y mezclas para soldar ha ido en forma paralela con la industria Electrónica.

La soldadura es actualmente el método más popular de realizar buenas conexiones eléctricas.

Soldar, significa unir los metales por medio de calor con el propósito de hacer alguna estructura o producir un flujo continuo y permanente de electricidad.

La soldadura se hace utilizando una aleación de bajo punto de fusión que se calienta hasta llegar al estado líquido y colocándola de una manera que fluya sobre la base de metal y se una y se mezcle con éste en la superficie.

La popularidad de la soldadura en las conexiones eléctricas, nació de las temperaturas relativamente bajas (menos de 43°C) requeridas para derretir la soldadura, haciendo las herramientas y las técnicas de soldar, simples y prác-

ticas tanto para el técnico como para el ingeniero.

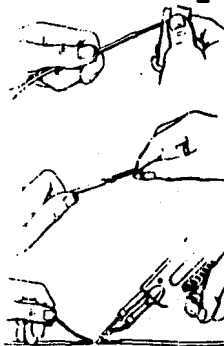
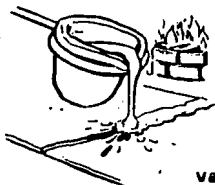
Principios de la Soldadura.

La soldadura es un metal blando que por si solo no mantiene las dos piezas de metal juntas. Por lo tanto, antes de soldar debe realizarse una buena conexión mecánica. Si se trata de cables eléctricos, tuerza éstos antes de aplicarle la soldadura.

Las etapas para realizar una buena soldadura son:

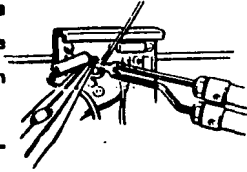
1. Asegurarse de que las partes que van a soldarse estén perfectamente limpias. Esto puede hacerse con una esponjilla. Si las partes que se van a soldar están oxidadas, la fusión soluciona en gran parte este problema, pero si se limpian las superficies con alcohol antes de soldar, quedará protegido de la corrosión.

2. Haga una buena conexión -

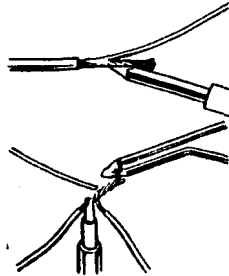


mécanica antes de soldar, envolviendo los cables uno alrededor del otro o alrededor de una terminal.

3. Al aplicar el calor, no lo haga a la soldadura sino al material de base, por ejemplo, los cables, dejar que se calienten lo suficiente como para derretir la soldadura y que ésta penetre en la unión.



4. Una vez que haya aplicado la cantidad necesaria de soldadura, retire el caudín para que la unión quede nítida. Este es de importancia cuando se usa una pistola de calentamiento instantáneo. Nunca suelte el gatillo antes de retirar el caudín de la soldadura. Si la punta del caudín se enfría mientras que está en contacto con la soldadura, la soldadura quedará aspera.



5. Para evitar que la unión o los cables se muevan mientras que se está soldando, utilice unas pinzas.

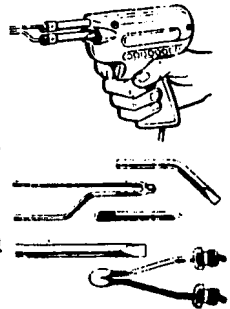
6. En equipos eléctricos y electrónicos, es necesario que el calor excesivo llegue a los componentes que se estén soldando. Para solucionar esto, sostenga el cable del componente con un par de pinzas de nariz larga. Esta actuará como reducto

ra de calor del componente.

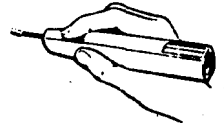
7. No aplique más soldadura de la necesaria. El exceso puede inmovilizar los interruptores y producir cortos circuitos.

8. Se recomienda estañar los cables antes de soldar, especialmente cuando se trate de cables retorcidos. Enrolle los cables juntos, calientelos y saturelos de soldadura.

9. Es fácil soldar cuando los cables están estañados. Unicamente retuerza los cables y calientelos. El resultado será un punto liso y eléctricamente eficaz.



10. Para desoldar una unión simplemente calientela y separe; ayúdese con unas pinzas. Al resoldar, asegúrese de usar soldadura nueva.



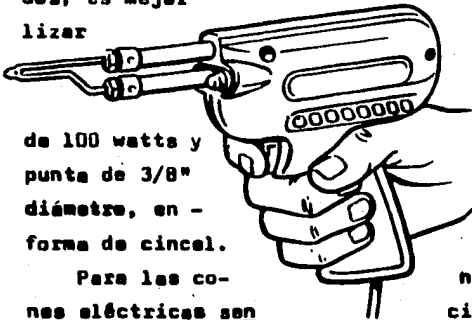
Herramientas para soldar.

Básicamente existen dos clases de equipo para soldar. El primero es el caudín, y el otro la pistola de soldar de calentamiento instantáneo. Actualmente los caudines que se fabrican son similares a un lápiz y su rango

varía entre los 15 a los 250 watts.

Al seleccionar el cautín, asegúrese de que las puntas no se sueltan ni se inmovilizan en posición, para que la punta pueda cambiarse fácilmente.

Para trabajos eléctricos prolongados, es mejor utilizar



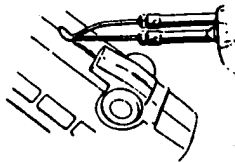
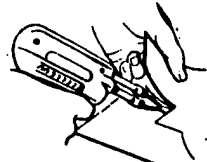
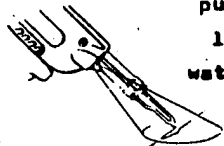
de 100 watts y punta de 3/8" diámetro, en forma de cincel.

Para las conexiones eléctricas se recomienda una con diámetro de 3/16" de 40

En el mercado se encuentran cautines de soldadura de baterías. Estos son ideales en aplicaciones de campo.

La corrosión de la punta del soldador, actúa como aislante e impide la conducción del calor del cautín a lo que se está soldando.

Es posible que el proceso de soldadura deje residuos de ésta sobre la punta, lo cual debe eliminarse antes de iniciar un trabajo. Las puntas de níquel o de hierro, no requieren esto.



utilizar un cautín una de

necesitas punta 1/8" watts.

La Pistola de Soldar.

La pistola tiene un calentamiento instantáneo de 10 segundos, con solo apretar el gatillo. Solda en sitios estrechos. Existe punta para pistola, las cuales sirven para cortar - leseta termoplástica y polietileno, sirven para pegar guetas de este po de material además de sellar bolsas de plástico y reparar cualquier articulo de material termoplástico flexible como las placas.



Materiales.

La soldadura es una alación de dos o más metales usados para pegar otros metales mediante la aplicación de calor. Este se aplica para derretir la soldadura pero no la base de metal



La soldadura ideal debe tener las siguientes cualidades:

Liquidez.- Debe fluir sobre el metal penetrando en todos sus puntos, incluyendo las hendiduras entre los alambres y los terminales.

Fuerza.- Debe ser tan fuerte como sea posible sin llegar a ser

quebradiza. La liquidez, es la acción entre la soldadura y el metal soldado. La liquidez permite la unión de los metales que se estén soldando. No debe confundirse con el estañado.

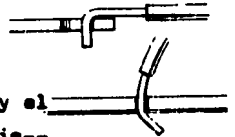
Las soldaduras de núcleo resinoso viene en pequeños paquetes para -- trabajos de taller. Los calibres más delgadas permiten un mejor control -- de las conexiones como en el caso de los circuitos impresos. Muchas soldaduras tienen núcleo o núcleos interiores continuos. Los núcleos fundentes varían según la aplicación. El fundente del núcleo viene correctamente medido en la soldadura. También se encuentra sin núcleo fundente -- para ser usada con líquido fundente.



Temperatura.- Debe llegar al estado líquido y humedecer el metal a baja -- temperatura.

Fundentes.

El óxido se forma sobre muchos metales rápidamente y el fundente se usa para quitarlo, ya que éste afecta las uniones. Los óxidos se vuelven solubles en fundentes y se evaporan al calentarlos hasta el punto de ebullición.



Existen dos tipos básicos de fundentes: los orgánicos y los inorgánicos. Algunos fundentes orgánicos se utilizan en soldadura eléctrica mientras que los fundentes inorgánicos se utilizan para trabajos en lámina de metal y plomería. La mayoría de los fundentes orgánicos no son corrosivos y los inorgánicos, a pesar de ser mucho más activos que los de tipo orgánico, son corrosivos hasta diversos grados.

Resina o Resin Orgánica:

Resina, es un término general que se usa para un sólido o líquido orgánico insoluble en agua.

Resin, es la resina que resulta de la destilación de la trementina -- del pino blanco y proporciona un buen fundente no corrosivo y no conductor. Por lo general, es conveniente limpiar previamente los componentes -- eléctricos, si se usa soldadura cuyo núcleo contiene fundente activo de -- resina. Los fundentes orgánicos no resinosos tienen una mayor actividad -- soldadora que los fundentes resinosos, pero éstos son ligeramente corrosivos para la base de metal. Se recomienda limpiar previamente la pieza que va a soldarse.

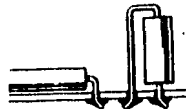
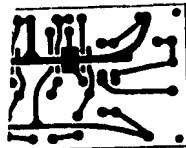
Los fundentes inorgánicos, son formas de ácidos o sales. Estos son --

altamente activos, pero son corrosivos y no sirven para conexiones eléctricas. La actividad de éstos fundentes es tan alta, que se pueden soldar piezas pesadas de metal.

Aunque los fundentes remueven las manchas delgadas, no quitan la grasa ni el aceite de las superficies, ni las grasas y ácidos producidos por el sudor humano.

Soldadura de Circuitos Impresos

Los circuitos impresos, constan de una lámina de metal aislante que lleva un patrón o patrones en lámina de cobre. Esta lámina de cobre proporciona la conexión eléctrica entre las resistencias, capacitores, transistores, circuitos integrados, etc.. Los circuitos impresos que más comúnmente se encuentran, son las de lámina de cobre de un solo lado, pero también existen de los dos lados. La lámina aislante puede ser de fibra de vidrio o de fenólica.



El exceso de calor producido por una soldadura prolongada puede hacer que la lámina de cobre se levante del laminado.

Los transformadores pequeños, las bobinas, las bases de circuitos integrados tienen por lo general extremos de terminales. Los componentes tales como las resistencias y los capacitores, son usualmente cilíndricos, rectangulares o en forma de disco y tienen terminales de cables redondos. El montaje vertical, permite colocar muchos más componentes sobre el tablero y también reduce la cantidad de calor absorbida por los componentes durante el soldado.

El método horizontal, da un soporte mecánico mejor al componente y es menos susceptible de dañarse por la vibración. Los transistores pueden soldarse directamente en el tablero. Pero también montarse sobre pequeños cojinetes que dan mejor soporte y mantienen una pequeña abertura, lo cual da protección extra contra el calor de la soldadura; esto también sucede con los circuitos integrados, en la cual las bases de éstos protegen sus terminales.

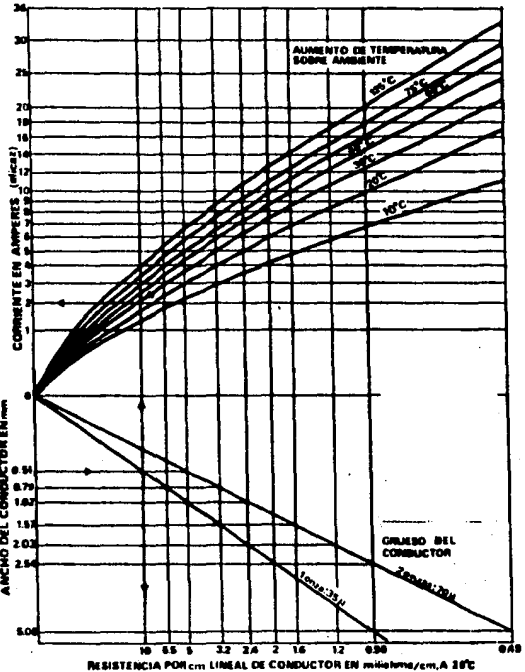
ANCHO LÍNEA (mm)	A	B	C	ANCHO CALLE (mm)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
0.10				0.10																										
0.20				0.20																										
0.30				0.30																										
0.40				0.40																										
0.50				0.50																										
0.60				0.60																										
0.70				0.70																										
0.80				0.80																										
0.90				0.90																										
1.00				1.00																										

Los símbolos están representados a escala © S. I. Thomson excepto en B, D, U y A, U, L.

ANCHO LÍNEA (mm)	A	B	C	ANCHO CALLE (mm)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
0.10				0.10																										
0.20				0.20																										
0.30				0.30																										
0.40				0.40																										
0.50				0.50																										
0.60				0.60																										
0.70				0.70																										
0.80				0.80																										
0.90				0.90																										
1.00				1.00																										

APENDICE F

En la elaboración de los circuitos impresos, hoy en día, existen símbolos transferibles para desarrollar cualquier diseño sobre tarjetas de circuitos impresos. De una manera fácil se pueden hacer, ya que si no se contara con ellos, se nos dificultaría el trabajo, principalmente si se trata de circuito integrado. Por esta razón, en la elaboración de este instrumento digital, se aplicaron esta clase de Símbolos transferibles en la elaboración de los impresos.



DISÑO DE CONDUCTORES EN CIRCUITOS IMPRESOS

De la tabla anterior se obtiene la capacidad de corriente y la resistencia por cm lineal para cada ancho y grueso de conductor.

Ejemplo 1: Se requiere hacer pasar 8 amp. por un conductor de cobre 10 mil con una elevación max. de temperatura de 30°C. Determinar el ancho mín. del conductor.

Solución: de la tabla directamente → ancho mínimo: 0.51mm


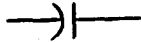














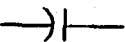
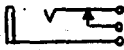

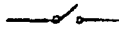


Ejemplo 2: Hacer una resistencia de 1 ohm en circuito impreso de 10 mil con plata de 0.51mm.

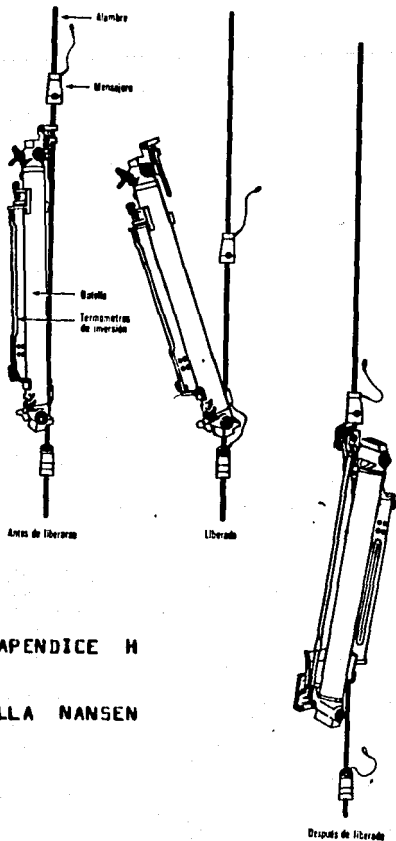
Solución: de la tabla directamente → para ancho de 0.51mm R/cm = 10 milohm/cm, es necesario 1 metro de plata. Si se hace una pista con 100 pistas de 10 mil se tendrá un largo de 0.8mm para 1 ohm.



APENDICE G

SIMBULOS ELECTRONICOS

	Fuente de Corriente		Capacitor Electrolitico
	Cristal		Transistor NPN
	Termistor		
	Bateria		Transistor PNP
	Celda de Conductividad		
	Potenciómetro		Alambrado Si conectado
	Amplificador Operacional		Tierra
	Compuerta NAND		Celda Solar
	Condensador fijo		Jack de 3 Terminales
	Diodo		Interruptor Unipolar
	Resistencia		Botonera



APENDICE H

BOTELLA NANSEN

La Botella Nansen, se emplea para tomar muestras de agua de mar y mide la temperatura a la profundidad en que es colectada la muestra. La figura muestra la botella en el momento en que es liberada - mediante un mensajero (por lo general de plomo), que se desliza por el alambre. En el momento en que el mensajero choca con la botella, esta última es liberada, y esto da lugar a la toma de la muestra al llenarse la botella, y a la fijación de las lecturas del termómetro. Se libera luego el otro mensajero de plomo que desengancha la botella siguiente a lo largo del alambre, etc. (H. O. Pub. No. 607, U.S. Naval Oceanographic Office, 1955.)

Clasificación de las Aguas por su Concentración de sal.

Descripción de Aguas	Concentración de sólidos disueltos ^o /oo (ppm)
Ligeramente saladas	1 - 3
Moderadamente saladas	3 - 10
Altamente saladas	10 - 33
Agua de Mar	33 - 36
Salmuera [#]	36 - 42

[#] Como las fundidas en el Mar Muerto y en los Lagos Salados, por ejemplo.

1. Aguas ligeramente saladas.- Son mezclas de agua salina con agua dulce o medianamente salinas con concentraciones de sal de 1 a 5 ^o/oo de sólidos disueltos.

2. Aguas moderadamente salinas.- Son aguas regionales con concentraciones de sal de 2 a 10 ^o/oo de sólidos disueltos.

3. Aguas altamente salinas.- Aguas regionales y costeras con concentraciones de sal de 10 a 30 ^o/oo de sólidos disueltos.

4. Agua de Mar.- Son aguas de la costa o de los océanos y de los mares, con concentraciones de sal de 30 a 36 ^o/oo de sólidos disueltos. Los constituyentes principales que se encuentran en el mar son: Aniones: Cloro 19.345 ^o/oo, Sulfato 2.701 ^o/oo, Bicarbonato 0.145 ^o/oo, Bromo 0.066 ^o/oo, Acido Bórico 0.027 ^o/oo, y Fluor .0013 ^o/oo; Cationes: Sodio 10.752 ^o/oo, Magnesio 1.295 ^o/oo, Calcio 0.416 ^o/oo, Potasio 0.390 ^o/oo, y Estroncio 0.013 ^o/oo, y otros de menor concentración.

5. Salmuera.- Son los mares regionales que no desembocan a sistemas de ríos, pueden ser más salados que el mismo océano. Grandes cantidades de sal se encuentran en Los Grandes Lagos, Utah y en el Mar Rojo, que son algunos ejemplos.

APENDICE J

Unidades.

Para realizar los cálculos de los reactivos usados para los tratamientos de agua, es más científico y sencillo el uso de miligramos por litro o partes por millón, y gramos por litro o partes por mil.

Equivalencias.

Las equivalencias entre las diferentes unidades en los análisis de agua, se indican a continuación:

$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg/l} = \text{°/cc}$$

$$1 \text{ g/m}^3$$

$$1 \text{ Kg/1000 m}^3$$

$$0.1 \text{ partes por cien mil}$$

$$0.05830 \text{ g/galón E.U.}$$

$$0.00833 \text{ lb por 1000 galones E.U.}$$

$$0.07 \text{ g por galón imperial}$$

$$0.01 \text{ lb por 1000 galones imperiales}$$

Un grano por galón de E.U. equivale a 17.1 partes por millón

Un grado francés es igual a 10 partes por millón

Un grano por galón imperial es igual a 14.3 partes por millón

Un grado Aleman igual a 18 partes por millón.

Apéndice K

CONSTANTES ASTRONOMICAS Y TERRESTRES

Masa lunar	7.343×10^{22} kg	(1/81.56 la de la Tierra)
Masa terrestre	5.975×10^{24} kg	(330 000 veces la de la Tierra)
Masa solar	1.987×10^{30} kg	
Distancia media Sol-Tierra	1.4945×10^8 km	
Día sideral	23 hr, 56 min, 4.09054 seg	
Diámetro del Sol	1.393×10^6 km	
Distancia media Luna-Tierra	384 393 km	
Aceleración de la gravedad	g 0° latitud	978.039 cm/seg ²
Aceleración de la gravedad	g 90° latitud	983.217 cm/seg ²
Superficie terrestre		510.1×10^6 km ²
Area de la litosfera		148.847×10^6 km ²
Area de los océanos		361.254×10^6 km ²
Profundidad media de los océanos		3 790 km
Volumen de los océanos		1.369×10^9 km ³
Volumen de la atmósfera		4×10^6 km ³
Temperatura promedio de la Tierra		14° C
Radio ecuatorial		6 378 km
Elípticidad de la Tierra		1/297
Evaporación media de los océanos		99/cm/año

CARACTERISTICAS DEL OCEANO

Densidad media	1.025 g/cm ³
Velocidad del sonido (superficie)	1448.6 m/seg
Calor específico, Cp	0.932 cal/g/°C a 35°
Temperatura máxima superficial	32° C
Temperatura mínima superficial	3.8° C
Temperatura promedio	20.0° C

GLOSARIO DE TERMINOS

ELECTRONICA

-A-

AMPLIFICADOR DE REALIMENTACION NEGATIVA.- Amplificador que utiliza realimentación negativa para mejorar la estabilidad y/o la reacción de la frecuencia.

AMPLIFICADOR DIFERENCIAL.- Amplificador cuya salida es proporcional a la diferencia entre las tensiones aplicadas a sus dos entradas.

AMPLIFICADOR LINEAL.- Amplificador en el que las variaciones en la corriente de salida son directamente proporcionales a las tensiones aplicadas de entrada.

AMPLIFICADOR OPERACIONAL.- Amplificador que presenta una impedancia infinita a la entrada, baja a su salida, posee elevada ganancia y es muy estable, generalmente de acoplamiento directo.

AMPLIFICADOR SEPARADOR (BUFFER).- Amplificador utilizado tras un oscilador u otra etapa crítica, para aislarlos de los efectos de las variaciones de impedancia de carga en las subsiguientes etapas. Denominado también separador y etapa de separación.

AMPLIFICADOR DE TENSION.- Amplificador diseñado para amplificar formas de onda de tensión en aplicaciones donde se emplean potencias muy pequeñas procedentes de la carga.

AMPLITUD.- Desviación máxima del valor de una corriente alterna u otra onda respecto a el valor medio.

AMPLITUD PICO A PICO.- Diferencia entre los valores extremos de un ciclo completo de una magnitud oscilante.

ATENUADOR.- 1) Red o transductor proyectado para reducir la amplitud de una onda sin distorsión. Puede ser fijo o variable. 2).- Dispositivo para mantener un nivel constante de señales eléctricas, cuando una señal desaparece gradualmente y aparece otra, también gradualmente.

AUDIO.- Cualquier frecuencia a la cual una onda es normalmente audible. En la práctica se halla comprendida entre los 15 y 20,000 Hz.

-B-

BATERIA.- Combinación de dos o más pilas o celdas conectadas entre sí de forma que proporcione energía eléctrica utilizable.

BUCLE DE REALIMENTACION DE CONTROL.- En un sistema de control, camino de transmisión cerrado, que incluye un transductor activo, que consta de un camino directo, un camino de realimentación y uno o varios puntos de mezcla, de forma que se mantenga determinada relación entre las señales de entrada y salida del bucle.

-C-

CAJA DE DECADAS.- Conjunto de resistencias de precisión, bobinas - condensadores cuyos valores individuales varían según submúltiplos y -- múltiplos de 10. Cada sección es 10 veces el de la sección precedente. Mediante el adecuado montaje de un conmutador-selector de 10 posiciones, para cada sección, puede conseguirse cualquier valor deseado dentro de su alcance.

CANPO ELECTRICO.- Región que rodea un cuerpo cargado eléctricamente, en la que los otros cuerpos también cargados experimentan por parte de aquél esfuerzos de atracción o repulsión. La componente de un campo electromagnético asociada con ondas de radio y con electrones en movimiento.

CARGA.- Dispositivo que recibe la salida de señal útil en un amplificador, oscilador u otra fuente de señales. Dispositivo que consume -- energía eléctrica absorbida de una línea de energía, generador etc.

CIRCUITO HIBRIDO.- Circuito en el que dos o más tipos de componentes básicamente diferentes ejerciendo funciones similares, son utilizados conjuntamente.

CIRCUITO IMPRESO.- Circuito eléctrico que puede o no incluir elementos impresos, formando un dibujo predeterminado sobre una superficie

de una base aislante de forma fácilmente reproducible. Los tipos más comunes de circuitos impresos son obtenidos por el ataque químico.

CIRCUITO INTEGRADO.- Sistema interconectado de elementos activos y pasivos integrados en un sustrato semiconductor único, o bien depositado sobre el sustrato por una serie continua de procesos compatibles, y apto para efectuar al menos una función del circuito electrónico completo. Normalmente son accesibles la entrada, la salida y terminales de alimentación. Denominado también circuito monolítico y circuito integrado monolítico. Cuando los transistores u otros componentes discretos están montados y conectados separadamente, constituyen un circuito integrado híbrido.

CIRCUITO LOGICO.- Circuito computador que ejerce la acción de una función lógica u operación lógica.

COEFICIENTE NEGATIVO DE TEMPERATURA.- Coeficiente de variación de la resistencia, la longitud u otra magnitud física de un material que disminuye cuando aumenta la temperatura.

COMPENSADOR DE TEMPERATURA.- Proceso de independización de alguna característica de un circuito o dispositivo respecto a las variaciones de temperatura ambiente.

CONSTANTAN.- Aleación que contiene 60% de cobre y 40% de níquel, utilizada en la fabricación de resistencias de precisión, es utilizada por su bajo coeficiente de temperatura.

-D-

DISIPACION.- Pérdida de energía a través de fuerzas resistivas, en especial resistencias eléctricas. La pérdida aparece en forma de calor y no es aprovechable para la producción de trabajo útil. En un circuito resistivo, la pérdida es igual a $I^2 R$ siendo I corriente y R resistencia.

DISTORSION.- Alteración no deseada de la forma de onda. Las principales fuentes de distorsión son: transmisión a distintas frecuencias y desviación de fase no proporcional a la frecuencia.

DOPADO.- Adición de impurezas a un semiconductor, para conseguir una característica deseada, tal como para producir un material tipo n o tipo p.

-E-

EFEECTO PIEZOELECTRICO.- Generalmente de tensión entre las caras opuestas de un cristal piezoelectrico (cuarzo), lo que produce deformación a la misma frecuencia que la tensión aplicada.

ELEMENTO LOGICO.- En un computador o sistema de proceso de datos, el bloque mas pequeño que puede representarse por un operador matemático en lógica simbólica.

ELECTRONICA.- Rama de la ciencia y tecnología que se ocupa de los dispositivos electrónicos, amplificadores, integrados y elementos que ejercen la función en el control del flujo de la electricidad, en un líquido, semiconductor y en conductores, y cuya aplicación final es enfocada hacia el campo industrial.

ERGONOMIA.- Es la ciencia que estudia las relaciones existentes entre el instrumento y el operador.

EXCITACION.- Acto de aplicar un voltaje a un electrodo o a un circuito para obtener un efecto determinado.

-F-

FASE. - Se dice que una corriente alterna está en fase cuando los valores máximos de su amperaje y voltaje ocurren simultáneamente.

FRECUENCIA.- Número de ciclos por segundo de un fenómeno ondulatorio, entendiéndose por ciclo las alternaciones sucesivas, una positiva y otra negativa.

-G-

GENERADOR DE SEÑAL.- Instrumento de pruebas que puede usarse para generar una señal, de frecuencia conocida, se usa para reparación de amplificadores.

GRADO.- El término grado se ha utilizado desde el siglo XIV para indicar el valor de ciertas cantidades físicas tales como ángulos o temperatura.

-I-

IMPEDANCIA.- Oposición total ofrecida por un componente o circuito al flujo de una corriente alterna o variable.

IMPEDANCIA DE ENTRADA.- Impedancia que presenta un dispositivo a una fuente de tensión.

IMPEDANCIA DE SALIDA.- Impedancia presentada por una fuente de energía una carga; para la máxima salida de potencia, la impedancia de salida debe adaptarse a la impedancia de carga.

INGENIERIA.- Profesión en la cual el conocimiento matemático y físico, adquirido por estudio, experiencia y práctica, es aplicado racionalmente a la utilización de los materiales y fuerzas de la naturaleza.

INSTRUMENTACION.- Utilización de dispositivos de medición para determinar valores de magnitudes variables, frecuentemente con la finalidad de encontrarlos entre los límites preestablecidos.

-J-

JACK.- Dispositivo conector al que pueden conectarse los conductores de un circuito, dispuesto para su inserción en una base hembra de conector.

-L-

LINEALIDAD.- Condición según la cual la variación del valor de una magnitud es directamente proporcional a la variación del valor de la otra magnitud.

LONGITUD DE ONDA.- De una onda periódica, distancia perpendicular entre dos frentes de onda cuyos desplazamientos se hallan defasados en un periodo. Es también la distancia recorrida por onda en un periodo y es igual a la razón entre la velocidad de fase y la frecuencia.

-M-

MANGANINA.- Aleación conteniendo 84% de cobre, 12% de manganeso -

y 4% de níquel, utilizado en la fabricación de resistencias de precisión bobinadas, debido a su bajo coeficiente de temperatura.

MONOLITICO.— Descriptivo de un circuito integrado, en el cual toda la estructura se obtiene por procesos formando una única pastilla de un semiconductor cristalino.

MUESTREO.— Selección de una pequeña parte estadística determinada, del grupo total considerado por las pruebas, utilizado para inferir el valor de una o varias características del grupo completo.

-O-

OSCILADOR.— Dispositivo no rotativo destinado a convertir potencia de corriente continua en potencia de corriente alterna, capaz de iniciar y mantener una oscilación a una frecuencia determinada por las constantes físicas del sistema oscilante.

OSCILADOR CONTROLADO POR CRISTAL.— Oscilador cuya frecuencia viene de terminada por un cristal piezoeléctrico generalmente de cuarzo. Este oscilador alcanza un alto grado de estabilidad y proporciona un patrón de frecuencia para laboratorio.

OSCILADOR DE PUENTE DE WIEN.— Oscilador de realimentación por desplazamiento de fase que utiliza un puente de Wien como elemento determinante de la frecuencia.

-P-

PILA.— Unidad individual de una batería primaria o secundaria que convierte la energía química en energía eléctrica.

PILA PRIMARIA.— Pila en la que la acción electroquímica que produce la corriente eléctrica no es reversible normalmente. Este tipo de pila no puede recargarse por una corriente eléctrica.

PUENTE.— Cualquier variedad de redes eléctricas en la cual una rama —el puente propiamente dicho— conecta dos puntos de igual potencial y, por tanto, no conduce corriente cuando el circuito está convenientemente ajustado o equilibrado, estos puentes constituyen la base de un gran número de instrumentos de medida y poseen gran precisión.

178

PRECISION DE UN INSTRUMENTO.- De un instrumento o aparato de medida, número o cantidad que define sus límites de error.

-R-

REALIMENTACION.- En general, para cualquier sistema que transforma energía y tiene una salida y una entrada, retorno de una parte de la salida a la entrada.

REALIMENTACION NEGATIVA.- Proceso en el cual parte de la potencia del circuito de salida de un dispositivo amplificador reacciona sobre el circuito de entrada para reducir la potencia inicial y, por lo tanto, la amplificación.

REALIMENTACION POSITIVA.- Proceso en el cual parte de la potencia del circuito de salida de un dispositivo amplificador reacciona sobre el circuito de entrada para reforzar la potencia inicial y aumentar la amplificación. El proceso se describe también, como regenerativo y si se aplica una realimentación positiva suficiente puede dar lugar a oscilación.

RECHAZO DE MODO COMUN.- Factor de mérito para amplificadores diferenciales, que indica sus características al suprimir tensiones o circuitos que son semejantes en las dos entradas.

-S-

SEMICONDUCTOR.- Material que deja pasar la corriente con facilidad intermedia entre el aislador y el conductor. Como sustancias semiconductoras destacan el germanio, el selenio, el silicio, en usos electrónicos tales como la fabricación de rectificadores, transistores etc.

SENSITIVIDAD.- Calidad de un instrumento para captar la señal a que se sintoniza, mayormente si las señales recibidas son débiles.

SEÑAL ESTURBIA.- Señal indeseada generada en el propio equipo, tal como señales indeseadas de oscurecimiento en un tubo de T.V.

SOLDADURA.- Material utilizado para unir metales por aleación con unas capas superficiales. La soldadura -blanda- utilizada en electrónica para realizar contactos óhmicos permanentes es una aleación plomo y estaño. Otras aleaciones a mayor temperatura son con plata, cobre, oro, níquel y rodio.

-F-

TERMISTOR.- Resistencia constituida por un material especial cuyo valor decrece con la temperatura de una forma definida. Los termistores tienen gran número de aplicaciones, compensación de las variaciones de temperatura con otros componentes, tienen coeficiente negativo, pero en combinación con otro termistor y resistencias tendrá una respuesta lineal.

TERMISTOR TIPO PERLA.- Termistor constituido por un pequeño botón de material semiconductor tal como el germanio, dispuesto entre dos conductores de alambre. Utilizado para mediciones de temperatura, y como dispositivo de protección entre otras aplicaciones.

TRANSDUCTOR.- Expresión general para cualquier dispositivo que transforma energía de una en otra forma, como por ejemplo la energía acústica en energía eléctrica. Los altavoces, micrófonos y medidores de deformación, constituyen ejemplos de transductores.

TRANSDUCTOR LINEAL.- Transductor en el que todas las mediciones pertinentes de todas las ondas implicadas están relacionadas linealmente.

-F-

VALOR EFICAZ.- De intensidad, tensión u otra variable, raíz cuadrada del valor medio de los cuadrados de los valores instantáneos alcanzados durante un ciclo completo.

VALOR INSTANTANEO.- Valor en un instante determinado de una magnitud variable respecto al tiempo.

VALOR NOMINAL.- De una máquina, dispositivo o equipo, límite previsto de las características de funcionamiento, como carga, como carga tensión y frecuencia basado en unas condiciones especiales.

VALOR PICO O DE CRESTA.- De una magnitud tal como es de una corriente, tensión etc. Temporalmente variable, valor máximo que dicha magnitud alcanza durante el intervalo de tiempo considerado.

QUIMICA Y OCEANOGRAFIA

-A-

AGUICULTURA.- Arte de aprovechar los productos naturales de los ríos y estanques. Suma de conocimientos relativos al cultivo de plantas y animales acuáticos.

AGUA.- Sustancia líquida, incolora, inodora e insípida que forma gran parte de la superficie terrestre. El agua es la sustancia tipo de gran número de propiedades físicas.

AGUA POTABLE.- Es aquella que puede contener sales en cantidad de .5 ppm aproximadamente, puede ser utilizada para la bebida.

AGUA SALOBRE.- Contenido de sólidos disueltos del orden de 1000 a 35,000 mg/l/Lt.

ALCALINIDAD.- Exceso de cationes sobre aniones fuertes.

ANIONES.- Iones con carga eléctrica negativa. En el curso de la electrólisis los aniones se dirigen hacia el ánodo.

ANODO.- Electrodo principal positivo, del que parte la corriente en un electrolito, tubo electrónica etc.

AUTOTROFO.- Dicese de los organismos que se nutren directamente del ambiente con sus propios medios sin tener que recurrir a materiales previamente elaborados por otros seres.

-B-

BIOTICO.- Que tiene vida. Factores bióticos son los que intervienen en el desarrollo de la vida.

-C-

CELULA DE CONDUCTIVIDAD.- Célula empleada para medir la conductividad de un líquido que consta de una vasija para contener dicho líquido y dos electrodos.

CONDUCTANCIA.- Medida de la aptitud de un material para conducir corriente eléctrica. Es el valor recíproco de la resistencia del mate-

rial, y se expresa en mhos o Siemens. La conductancia es la parte resistiva o real de la admitancia.

CONDUCTIVIDAD.- Aptitud de un material para conducir corriente eléctrica medida por la intensidad por unidad de tensión aplicada, es la inversa de la resistividad.

CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA.- Conductividad de un material, medido en Siemens por centímetro cúbico.

COMPRESIBILIDAD.- Calidad de compresible. Propiedad de la materia por la cual puede reducirse de volumen cuando se comprime.

CONCENTRACION DE LA SOLUCION.- La cantidad de soluto contenido por unidad de volumen de la disolución.

CLORINIDAD.- Es aquella que incluye cloruros, bromuros y yoduros, todos estos están reportados como cloruros.

CLOROSIDAD.- Es la clorinidad multiplicada por la densidad del agua a 20°C.

-D-

DENSIDAD.- Masa por unidad de volumen de una sustancia. El término se aplica tanto a mezclas como a sustancias puras y la materia en estado sólido, líquido o gaseoso; generalmente expresada en gramos por centímetro cúbico.

DESALACION.- Es el movimiento de sólidos disueltos en el agua. Né todo para quitar las sales disueltas en el agua de mar.

DESTILACION.- Un proceso de separación en el que un líquido se convierte en vapor, y el vapor se condensa mas tarde a líquido. La finalidad es la purificación o separación de componentes de una mezcla.

DIATOMEAS.- Grupo de algas pardas unicelulares, que poseen una envoltura silíceas a manera de esqueleto.

-E-

ECOLOGIA.- Parte de la biología que estudia el medio de vivir de los animales y plantas y sus relaciones con los seres vivos que los rodean.

dean. Estudio de la habitación o morada en relación con sus condiciones propicias para el desarrollo de la vida.

ELECTRODIALISIS.- Es el proceso en el que por medio de una membrana selectiva y un campo eléctrico se lleva a cabo la separación de ciertas sustancias disueltas en un solvente.

ELECTRODO.- Una de las terminales en un sistema de conducción eléctrica o célula. El electrodo positivo se llama ánodo, el electrodo negativo es el cátodo. Los electrodos están hechos comúnmente por un metal conductor, carbón o grafito.

ELECTROLITO.- Sustancia que cuando está en forma de solución o fundido, se disocia en iones conduciendo entonces la corriente eléctrica. Los ejemplos mas comunes son el cloruro de sodio y cloruro sulfúrico.

ELECTROLISIS.- Descomposición de sustancias ionizables, por medio de una corriente eléctrica; el compuesto se desdobla en iones positivos y negativos, los cuales emigran y se acumulan en los electrodos negativos y positivos, respectivamente.

ELECTROSTATICA.- Ciencia que se encarga de las cargas electricas en reposo.

EMPIRICO.- Es el conocimiento basado en la práctica.

-H-

HALOGENO.- Uno de los elementos químicos afines: fluor, cloro, bromo, yodo y astato. Catalogado por el orden de su actividad siendo el fluor el más activo de todos los elementos químicos.

-I-

IN SITU.- En el mismo lugar.

ION.- Atomo o grupo de átomos con carga eléctrica debido a la pérdida o ganancia de electrones.

ISOBARA.- Es una línea, en la construcción de gráficas, que une puntos de igual presión atmosférica.

ISOHALINA .- Línea que, entre las que se trazan para estudiar la

distribución de salinidades en los mares, expresa salinidades iguales.

ISOTERMA.- Línea que se traza y representa puntos que tienen igual temperatura.

-0-

OCEANOGRAFIA.- Es el conjunto de varias ciencias orientadas hacia el estudio de los océanos. Trata varios aspectos entre ellos el agua de mar, sus constituyentes y distribución, comportamiento de las masas de agua y sus propiedades físicas, sus interrelaciones con la tierra, atmosfera y los organismos vivos que se encuentran en ella, su potencialidad económica, técnica y su papel como parte de la corteza terrestre.

OSMOSIS.- Fenómeno que consiste en el paso recíproco de líquido de diferente densidad a través de una membrana o tabique poroso que los separa.

-5-

SALINIDAD.- Definición dada por Sorensen, Forch y Knudsen en 1901. Es la cantidad total de materiales sólidos expresados en gramos, contenidos en un kilogramo de agua de mar, cuando todos los carbonatos han sido pasados a óxidos, los bromuros y yoduros reemplazados por cloruros, y toda materia orgánica completamente oxidada.

SALMUERA ACIDA.- Solución de sal al 6 ó 12% junto con el ácido suficiente para mantener un PH de 2.5 o menos.

SIEMENS.- Unidad práctica de la conductividad; equivale al mho - (ohm recíproco), unidad aprobada en 1933, pero aún no ha reemplazado al mho. Recibe su nombre en honor al Sr William Siemens (1822-1883).

SOLUTO.- Una o mas sustancias disueltas en otra sustancia llamada disolvente; el soluto está difundido uniformemente en el disolvente en forma de moléculas (azúcar) o de iones (sal), siendo la mezcla resultante una disolución.

-T-

TELEOSTEOS.- Peces óseos.

TEMPERATURA.- La temperatura es una medida de la fuerza con la que se mueven las moléculas. La temperatura no es calor ni es una medida de ésta, el calor es una forma de energía y su unidad es la caloría.

TERMOCLINA.- Límite entre dos masas de aguas marítimas de temperaturas diferentes.



B I B L I O G R A F I A

American Society for Testing and Materials.

Annual Book of ASTM Standards.

Part. 23 (Water, Atmospheric Analysis).

Printed in Easton, USA, 1971.

Barry E. Jones.

Instrumentation, Measurement, and Feedback.

Mc Graw-Hill Book Company (UK) Limited, 1977

Great Britain.

Digby D. MacDonald.

Transient Techniques in Electrochemistry.

Plenum Press New York and London, 1977.

Fairchild.

Imagen Tecnológica.

Volumen 4, N.º 1, 1980.

Gersback Library, Inc.

Printed Circuits.

Universals, International and Panamerican.

Copyright Conventions, 1960.

Gordon M. Fair, John Charles Geyer & Daniel Alexander O.

Water and Waste water Engineering.

Vol. 2.

Prentice-Hall, Inc. 1970.

Gunter Dietrich.

General Oceanography.

Interscience Publishers a Division of John Wiley, 1963.

Hamlin, Inc., 1979.

Liquid Crystal Displays

B-93500.

Henry Lilen.

Principles et Applications des Circuits Integres Lineaires.

Seconde Edition.

Ed. Copyright by Editions Radio, Paris, 1974.

H. U. Sverdrup, Martin W. Johnson & Richard H. Fleming.

The Oceans their Physics Chemistry and General Biology.

Englewood Cliffs, N. I.

Prentice-Hall, Inc., 1970.

James, J. Brophy.

Basic Electronics for Scientists.

Mc Graw Hill, New York, 1969.

John H. Fasal.

Simplified electronics Measurements.

Hyden Book Company Inc., 1971.

Ken Tracton.

Display Electronics.

Tab Books, USA, 1977.

Lufkin-Nicholson-Weller.

Guia para Soldar.

Nicholson Mexicana, 1980.

Omega Engineering, Inc., and Omega Group Company.

Temperature-Measurement Handbook, 1979.

G. J. Mamayev.

Elsevier Oceanography Series.

Vol. II (Temperature-Salinity).

Analysis of world Ocean Waters.

Ed. Elsevier Scientific Publishing Company, 1975.

Otto Kinne.

Marine Ecology.

Vol. I, parte 1 y 2.

Wiley Interscience, 1971.

P. C. Wood & P. A. Ayres.

Laboratory Leaflet No. 39.

Artificial Sea Water for Shellfish Tanks,

including notes on Salinity and Salinity Measurement, 1975.

Ray E. Bolz, D. Eng. & George L. Tuve, Sc. D.

Handbook of Tables for Applied Engineering Science.

2a. Edition, 1973.

CRC PRESS a Division of the Chemical Rubber. Co.

RCA Corporation, 1979.

COS/MOS Integrated Circuits Databook.

SSB-258.

A. V. Gilmour.

Equipos Electrónicos en la Industria.

Ed. URMU, Bilbao, 1970.

Weslock/Bourge.

Componentes Electrónicos y Mediciones.

Prentice-Hall International, España, 1971.