

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



**EXPERIENCIAS EN UNA PILA Zn-CI CON MIRAS AL
APROVECHAMIENTO DEL CLATRATO RESPECTIVO**

150

**TESIS QUE PRESENTA
MA. REFUGIO GONZALEZ MENDOZA
PARA OBTENER EL TITULO
DE QUIMICO.**

MEXICO, D. F.

1975



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.

CLAS. Tesis

ADQ. 1975

FECHA

PROC. HT 145



QUIMICA

(1)

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE PROF: ENRIQUE VILLARREAL DOMINGUEZ.
VOCAL PROF: SILVIA BELLO DE VILLARREAL.
SECRETARIO PROF: ANTONJO REYES CHUMACERO.
1er SUPLENTE PROF: SILVIA TEJADA CASTANEDA.
2o. SUPLENTE PROF: ENRIQUE GIL FLORES.

LUGAR DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

LABORATORIO 4F DE LA FACULTAD DE QUIMICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

SUSTENTANTE:

ING. REFUGIO GONZALEZ MENDOZA. 

ASESOR:

QUIM. SILVIA BELLO DE VILLARREAL. 

SUPERVISOR:

ING. ENRIQUE VILLARREAL DOMINGUEZ. 

A MIS PADRES
CON ETERNO AGRADECIMIENTO
Y CARÑO POR EL SER QUE -
ME DIERON.

A MIS HERMANOS:

POR SU APOYO Y CONFIANZA
QUE SIEMPRE DEPOSITARON
EN MÍ.

CON SINCERA ESTIMACION A LA MAESTRA
SILVIA BELLO DE VILLARREAL E HIG. -
ENRIQUE VILLARREAL D.

A LAS INSTITUCIONES QUE ME FORMARON
ASÍ COMO A TODAS LAS PERSONAS QUE -
DE ALGUNA MANERA HAN TENIDO SIGNIFI-
CADO EN MI VIDA.

(ii)

CONTENIDO

- i.-Jurado*
- ii.-Contenido*
- iii.-Introducción*
 - 1.-Antecedentes*
 - 2.-Parte Experimental, Resultados y discusión*
 - 3.-Conclusiones*
 - 4.-Bibliografía*

INTRODUCCION

El objetivo original de esta tesis fue la experimentación de una pila tipo Zn-Cl en la que desafortunadamente, debido a la falta de equipo apropiado, no se obtuvieron los resultados deseados. Respecto a la formación del clatrato que en este caso es un hidrato de cloro que pertenece al grupo de los hidratos sólidos de gases, se obtuvieron algunos cristales pero con una estabilidad mínima, ya que se funden aún manteniendo los bajo control de temperatura. Esta inestabilidad puede deberse a que no se usó una presión adecuada de 200-400 atm. por los motivos mencionados anteriormente.

No obstante las condiciones en que se llevo a cabo la experimentación se llegó a la construcción de un prototipo de esta celda, en el que se estudiaron las características del sistema: Voltaje y Amperaje.

1.-ANTECEDENTES

CLATRATOS.

Definición.-Los clatratos son sustancias formadas por la combinación de un compuesto estable con otro o con un elemento atómico o molecular, que se forma si uno de los dos compuestos puede cristalizar formando una estructura muy abierta que contenga cavidades, agujeros o canales, en los cuales pueden quedar atrapados átomos o moléculas del otro compuesto. Los clatratos pueden ser de tres clases:

- a).-Los que derivan del B-quinol
- b).-Los hidratos sólidos de gases
- c).-Los que se forman al cristalizar sales de iones de tetraalquilammonio, o de sulfonio, de soluciones acuosas con un elevado contenido de agua.

El clatrato que interesa en este trabajo es el hidrato de cloro, que pertenece a la clasificación de los hidratos sólidos de gases. Estos hidratos se forman cuando se solidifica agua en presencia de ciertos gases atómicos o moleculares pequeños, o bien en presencia de algunas sustancias que como el CHCl_3 son líquidos volátiles a temperatura ambiente. Se puede

formar una estructura sumamente abierta en la cual existen ca
vidades ocupadas por la molécula huésped, esta estructuras -
son mucho menos densas que la forma normal del hielo, y son -
inestables con respecto a éste en ausencia de las moléculas -
huésped (1) (2)

HIDRATOS SÓLIDOS DE GASES.

Generalidades.-También conocidos co
mo hielo gasificado se pueden mantener un largo periodo de -
tiempo a presión atmosférica, de ellos se puede recuperar el-
gas cuando se desee. Es común que de este modo se transporten
y usen grandes cantidades de gas en la industria y en el labo
ratorio. Estos hidratos contienen gran cantidad de gas a pre-
sión atmosférica en un volumen considerablemente reducido. En
condiciones de congelación o refrigeración normal, a -10°C -
son estables por un tiempo indefinido durante el cuál conser-
van sus propiedades físicas y químicas originales.

Preparación:

El agua debe ser colocada en un aparato ca-
paz de soportar las variaciones de presión y temperatura, que
prevalezcan durante el curso del proceso.

El agua que se usa es agua corriente generalmente, so-
lamente que se quieran obtener algunas ventajas en términos -
de reproductibilidad y de condiciones precisas se usará agua -
destilada; pero una de las bases de este método es que el a -

qua pueda emplearse sin necesidad de tratamiento previo alguno. El gas puede adicionarse en forma sólida o gaseosa, pero generalmente se usa en forma gaseosa. El proceso puede ser llevado a cabo en forma continua o en diversas etapas.

Se mezcla el gas con el agua bajo presión, el líquido acuoso y el gas se mantienen en contacto el tiempo suficiente para permitir la absorción del gas en el líquido, manteniendo constante la temperatura de enfriamiento del líquido durante la absorción del gas, y así se forma un hidrato que es estable en determinadas condiciones. El contenido del gas en el hielo va a depender de la presión usada. Se ha visto experimentalmente que se obtienen los mejores resultados cuando se usa una presión constante de 200-400 lb/pul², dependiendo del gas que se vaya a utilizar.

La temperatura del líquido durante el proceso debe mantenerse arriba del punto de congelamiento del mismo bajo la presión que prevalezca, y ligeramente abajo del punto de congelamiento del producto helado bajo las condiciones de operación.

Características del gas

No todos los gases pueden formar hidratos sólidos, sólo aquellos que reúnen las siguientes características: Punto de ebullición menor de 0°C, gases que no reaccionen con el agua ni la descompongan, por ejemplo el flúor; ni gases que formen hidratos con alto grado de estabi-

(4)

lidad, por ejemplo el trióxido de azufre; ni los gases tales como N, O, H. Entre los gases que se pueden usar se encuentran varios óxidos de no metales como por ejemplo: óxido nitroso, - gases que contienen azufre, incluyendo H_2S , Cl, CH_3Cl , He, Ar, Kr, Ne, CO y CO_2 .

Propiedades Físicas:

- a).- Pueden ser opacos o transparentes
- b).- Su densidad es mayor que la del -
hielo ordinario.
- c).- Su vida media mínima es de 30-33-
días o mayor cuando se mantien -
bajo control de temperatura.

El producto gasificado generalmente se usa tal como se -
obtiene o se estabiliza por 24 horas a $-10^{\circ}C$.

Usos del producto gasificado:

- a).- Oclusión de gases para evitar -
manejarlos como tales y así trans
portarlos.
- b).- Para bebidas de alta efervescencia.
- c).- Para almacenamiento de gases. (3,4,5,6,)

PRIMERAS EXPERIENCIAS CON PILAS DESPOLARIZADAS CON GAS.—Uno de los usos más importantes que tienen los hidratos de gas en la actualidad es el almacenamiento de gas, los que a su vez se usan como despolarizantes en las pilas primarias gas/metál.

En 1839 Grove mencionó que el uso de oxígeno atmosférico como despolarizante catódico en baterías primarias, ya estaba bien establecido en la práctica comercial. Aunque comparativamente había habido poco interés hacia el uso práctico de otros gases, sin embargo la literatura publicada era evidencia del interés continuo sobre las reacciones de los gases en electrodos. Ejemplo de ello es el trabajo que patentó Zenger sobre el uso de halógenos en baterías secundarias pero con poco éxito.

(8)

Tomasi describió una celda despolarizada con cloro, que denominó "Pile De Le Roux" (1853). Esta está constituida por un cátodo de carbón y un ánodo de cinc, y como electrolito usa una solución de ácido clorhídrico. Empleó dióxido de manganeso como reactante para abastecer de cloro al cátodo (7)

Heise Schumacher y Cahoon describieron un prototipo de celda primaria despolarizada con gas que comprende una unidad de cátodos de carbono despolarizados con cloro, y ánodos de cinc, aluminio o magnesio. Estas celdas fueron reconocidas y parcialmente exploradas, pero debido a la falta de tiempo y sobre todo de aplicaciones apropiadas en aquel entonces, no intentaron una explotación comercial. Sin embargo el proyecto

nunca fue abandonado completamente y cuando surgió la necesidad de una batería de alta potencia continuaron la investigación de manera intensiva y el programa de desarrollo de la ba tería.

En la tabla número 1 se muestran los voltajes que obtuvieron, aún con metales que se encuentran en la parte inferior de la serie de potencial de electrodo, como por ejemplo el fi erro.

TABLA No 1

Características de operación de las celdas depolarizadas con Cl_2

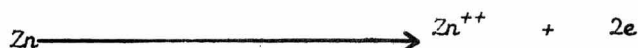
Anodos	Voltaje		Duración del experimento hrs.
	Circuito abierto	Descargas (0.65 amp/dm^2)	
Cin amalgamado.....	2.05	1.90-1.60	20
Fierro.....	1.45	1.3 -1.15	5
Aluminio.....	2.05	1.75-1.70	10
Aluminio amalgamado.	2.45	2.3 -2.0	7
Magnesio.....	2.85	2.5 -2.4	10

Tanto la polarización catódica como la anódica fueron -

(7)

comparativamente pequeñas, por lo que estas celdas fueron capaces de operar a descargas de 20 a 40 veces las densidades de corriente normalmente requeridas para baterías primarias.

Las reacciones de la celda son:



Las limitaciones prácticas de la celda despolarizada con cloro se refieren a que se pueden construir pilas con electrolito líquido, pero presentan problemas de construcción, debido a que son voluminosas, y por lo general se encuentran restringidas a operar en posición vertical. Además el cátodo de carbono debía ser impermeabilizado para que así pudieran mantener el alto nivel de actividad despolarizante.

La corrosión de los metales más anódicos ejemplo: aluminio y magnesio, es por lo general indeseablemente alta en presencia de cloro disuelto o libre. Así que el deterioro de las celdas era excesivo cuando no se usaban. Por estas y otras razones asociadas, la aplicación específica de la celda de cloro se refiere a pilas secas tipo reserva, apropiadas para una carga continua simple, y el cloro se guardaba separadamente -

ESQUEMA DE LA PRIMERA CELDA DESPOLARIZADA CON CLORO

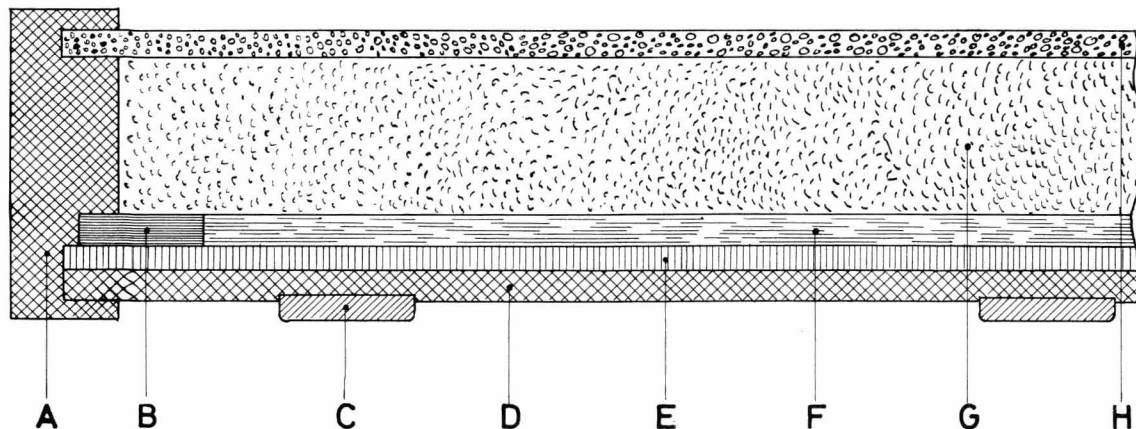


Fig.- I

- A.- SELLO EXTERIOR DE CHAPOPOTE
- B.- PASTA
- C.- SEPARADORES DE CARBON
- D.- RECUBRIMIENTO CONDUCTOR IMPERMEABLE AL GAS
- E.- ANODO
- F.- CAPA DE PASTA
- G.- CATODO DE CARBON
- H.- ELECTRODO TERMINAL DE CARBON PERMEABLE AL GAS

*ya se introducia solo cuando era necesario.
La primera celda despolarijada con cloro que estudiaron-
Schumacher y Cahoon, corresponde al esquema de la figura 1.*

La capa separadora que usaron estos señores en estos prototipos fue generalmente de cereal embebida con el electrolito ejemplo: $ZnCl_2$ -harina de trigo. El electrodo positivo externo estaba formado por una placa conductora permeable al gas ejemplo; carbón puesto directamente sobre el cátodo, que además recibía el cloro.

A las celdas terminadas les ponían chapopote en las aristas para sellarlas, y recubrían la superficie externa del zinc con carbón, para protegerlo del ataque del cloro, y proveer el contacto con el carbón inerte de la siguiente celda en serie.

Cuando usaban varias celdas, se proveían de conductos de distribución de gas y colocaban el conjunto de celdas en un recipiente apropiado, dentro del cual introducían el cloro conforme se requería.

En la figura número 2 se muestra la curva típica de descarga, operando a voltajes altos en comparación con los obtenían con despolarizantes de aire, y mantenían este voltaje un tiempo considerable. La figura 2 se muestra en la siguiente página.

Entre las últimas celdas que construyeron Schumacher y Cahoon se encontraron baterías capaces de producir corrientes muy fuertes por periodos comparativamente breves ejemplo; 5 a 10 minutos. El voltaje alto creaba problemas, porque requería de baterías de muchas celdas en serie.

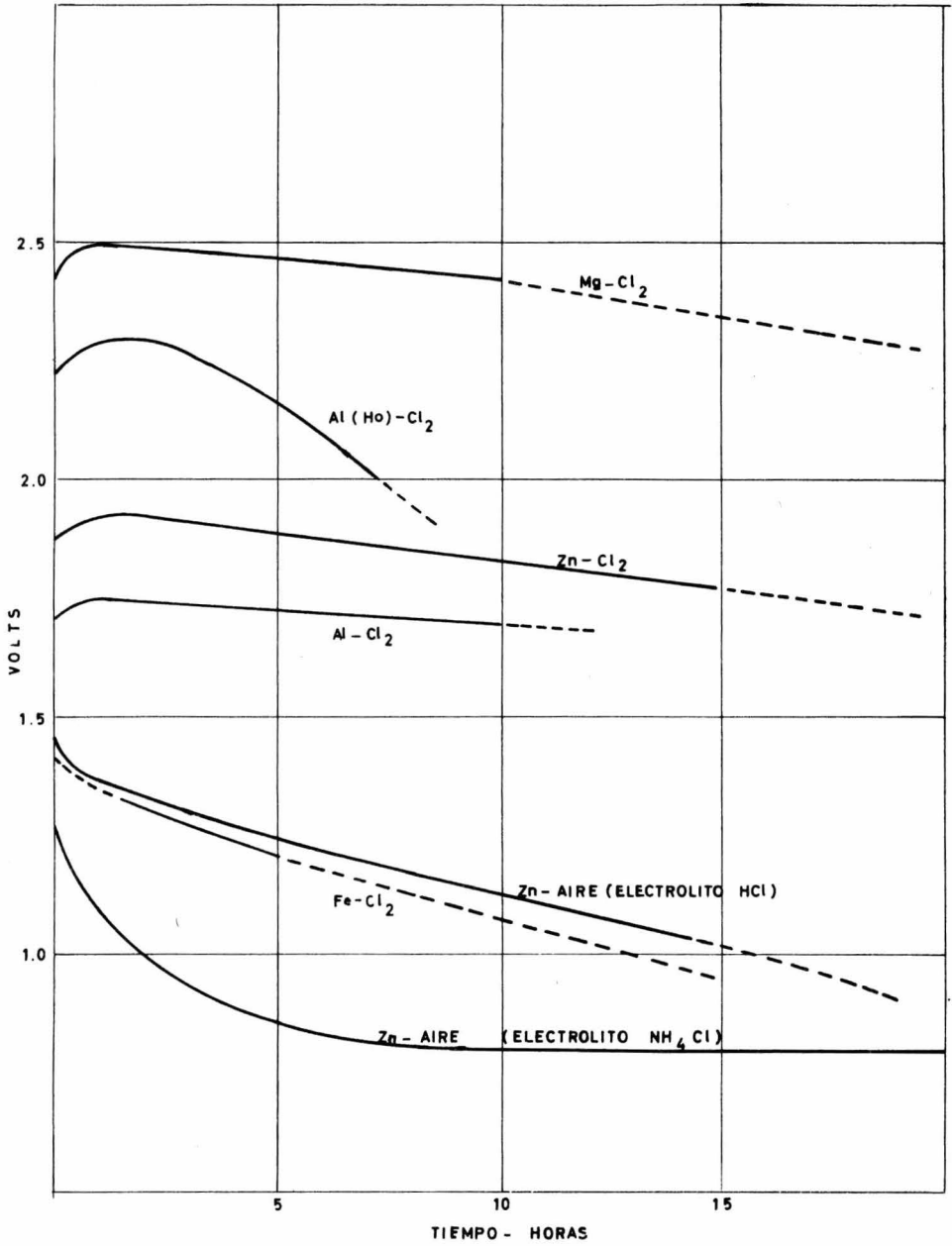


Fig II

CURVAS TÍPICAS DE DESCARGA DE CELDAS DESPOLARIZADAS
CON CLORO

La celda de la figura número 3 comprende un difusor de coque poroso o grafito, que forma el elemento activo del cátodo y hace contacto en la parte superior con la superficie del cinc recubierta de carbón, de la celda adyacente, y en la parte inferior con un pedazo de negro de carbón humedecido con el electrolito. También se muestra en esta figura la inserción de una película de celofán entre la pasta y el cátodo que hace posible el uso de capas de pasta muy finas.

Con los sistemas que usaron Schuracher y Cahoon fue posible construir tanto prototipos pequeños como grandes (0.318 cm de espesor).

Las celdas de alta capacidad pueden conservarse fácilmente pero debido a que los cloruros que se forman en los ánodos metálicos son muy solubles, se presenta el problema de la disolución total del ánodo, en presencia del cloro.

Guardaban las baterías terminadas en recipientes herméticos en atmósfera libre de oxígeno o vacío parcial, sufriendo pequeños deterioros sólo al cabo de 9 a 10 meses de almacenamiento.

Llevaron a cabo la activación en el laboratorio por vacío de los recipientes controlando la presión seguida de la adición del cloro en forma de gas en cantidades pequeñas para celdas de dimensiones chicas y de líquido para las celdas de dimensiones grandes. En ambos casos la presión final del cloro fue cercana al valor de equilibrio.

ESQUEMA DE UNA BATERIA DESPOLARIZADA CON CLORO

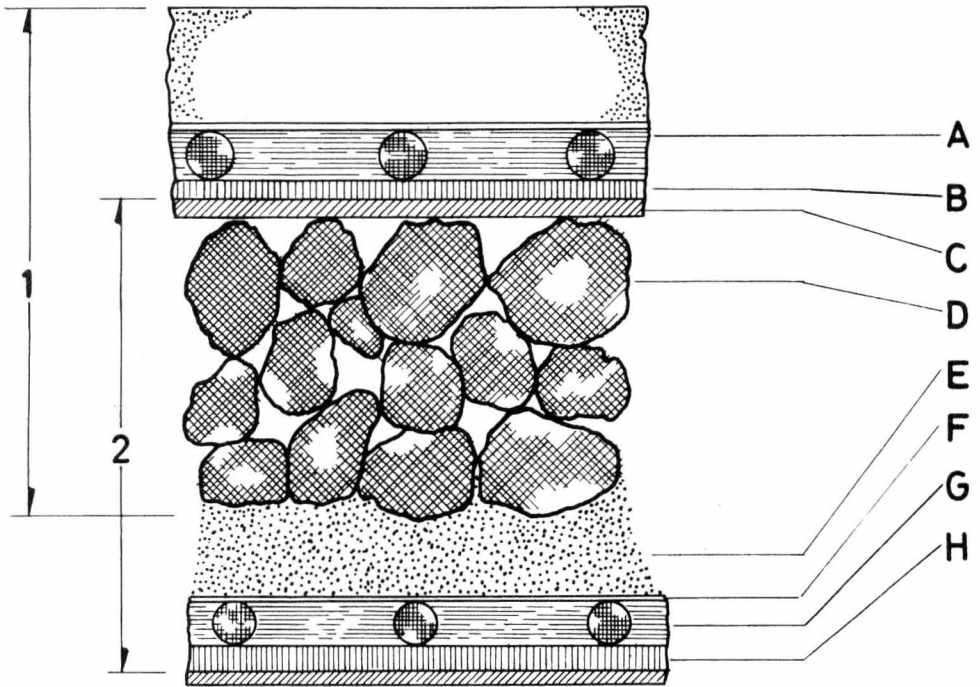


Fig.-III

- A.- CAPA DE PASTA
- B.- ANODO
- C.- RECUBRIMIENTO INERTE NO POROSO
- D.- ELEMENTO DIFUSOR DE PARTICULAS DE CARBON POROSO
- E.- CATODO DE CARBONO
- F.- CELOFAN
- G.- CAPA DE PASTA
- H.- ANODO
- 1.- CELDA
- 2.- BATERIA

El efecto de la presión sobre el voltaje de la celda a circuito abierto fue pequeño; no obstante, su efecto sobre el voltaje de operación es muy grande, como se muestra en la Fig. 4.

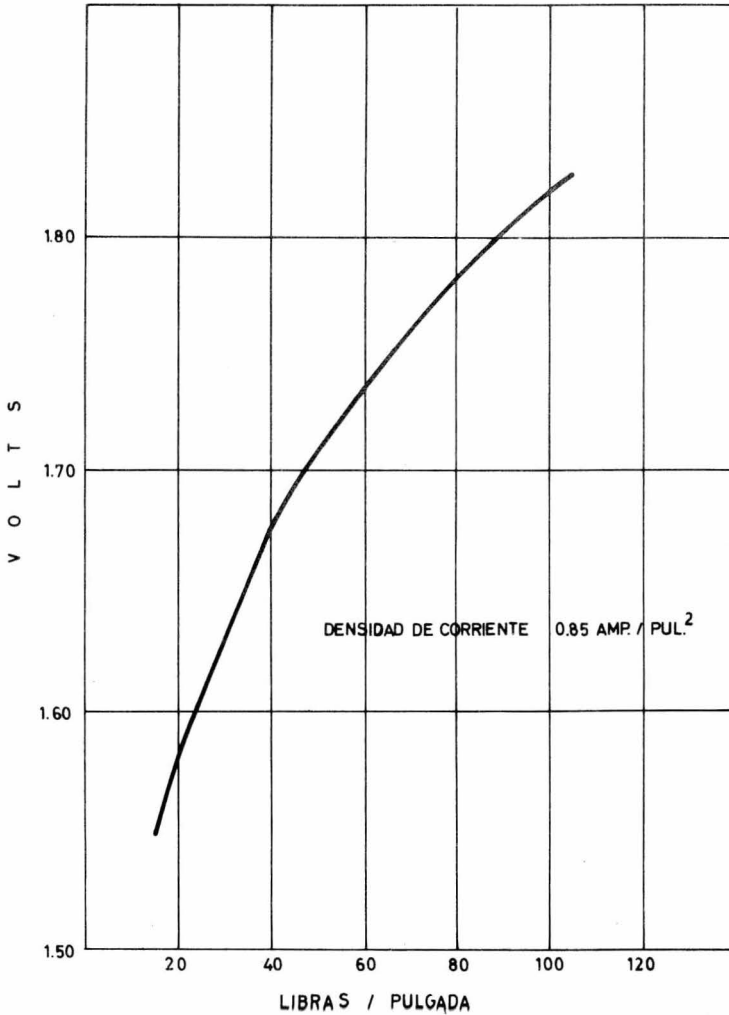


Fig. IV

EFFECTO DE LA PRESION DEL CLORO EN LOS VOLTAJES DE OPERACION A TEMPERATURA AMBIENTE

porque la concentración se incrementa y por lo tanto la accesibilidad del cloro en la superficie activa del cátodo.

Como es de esperarse los voltajes de operación alcanzaron un valor límite, conforme se alcanzó la presión de equilibrio del cloro. Las densidades de corriente obtenidas a presiones de equilibrio con celdas de este tipo, fueron sumamente altas.

En la figura No 5 se muestran algunas curvas típicas de descarga que obtuvieron Schumacher y Cahoon con baterías de 18 celdas, con ánodos de cinc. El incremento inicial en el voltaje de operación se debió probablemente a efectos de temperatura, causados por el ataque del cloro libre sobre los componentes de la celda. La capacidad fue limitada principalmente por la cantidad de electrolito y por lo tanto por el volumen, o más específicamente por el espesor de la celda. Ni en el ánodo ni en el cátodo hubo polarización importante. Ni la capacidad dada en amp/ horas a voltajes útiles fue afectada notablemente por la densidad de corriente en el ámbito mostrado en la figura 5 de la siguiente página.

Schumacher y Cahoon encontraron que las celdas cuyos ánodos eran de magnesio eran un tanto menos estables durante el almacenaje que las correspondientes unidades de cinc. Además no producían densidades de corriente tan altas; debido por un lado a la menor solubilidad del cloruro y por otro al hecho de que el cloruro extrae mayores cantidades de agua --

del electrolito cuando cristaliza como $(MgCl_2 \cdot 6H_2O)$ de la solución saturada.

No obstante obtuvieron un servicio satisfactorio con estas unidades debido a su alto voltaje de operación (2.25-2.4) a carga normal es decir (13 amp/ dm^2) que supera en mucho a la unidad correspondiente de cinc. (8)

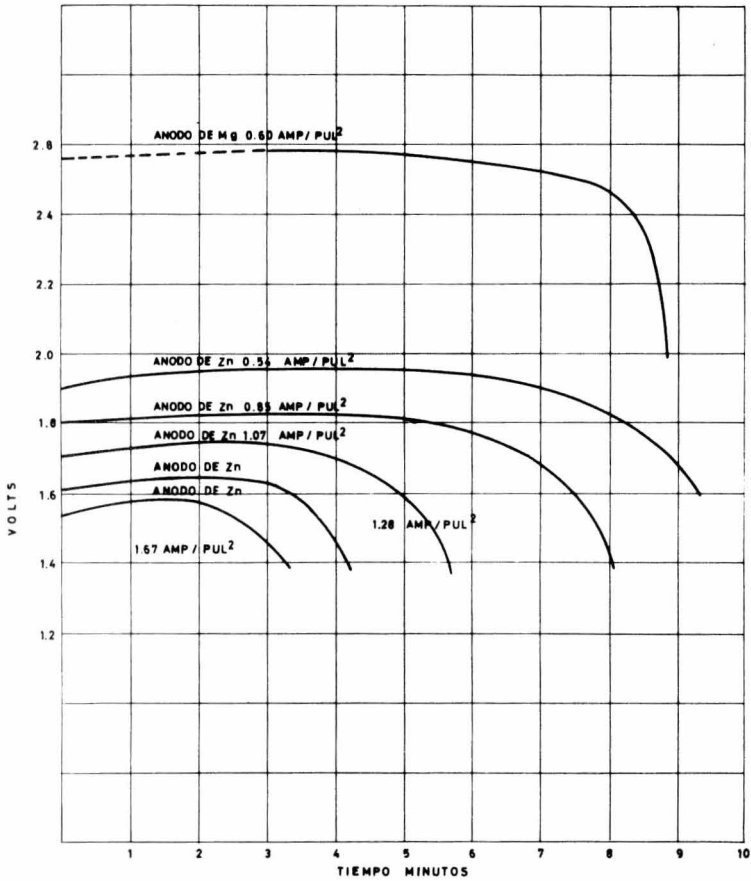


Fig I
EFFECTO DE LA DENSIDAD DE CORRIENTE EN LA OPERACION DE CELDAS DESPOLARIZADAS
CON CLORO

2.-PARTE EXPERIMENTAL

Se llevaron a cabo dos tipos de experiencias:

- a).-Una primera serie de experiencias en la que se llevo a cabo la formación del clatrato $(Cl_2 \cdot 7 \cdot 3H_2O)$ y en este caso se produjo el cloro directamente en el laboratorio.
- b).-Una segunda serie de experiencias en la que no se formó el clatrato en cuyo caso se utilizó un tanque de cloro.

1.-Obtención del Cloro.

El método que se usó para la obtención del Cl_2 gaseoso fue el de la oxidación del ácido clorhídrico con dióxido de manganeso, la reacción que se lleva a cabo en este caso es la que se indica a continuación:



El aparato utilizado en la obtención del cloro se muestra en la figura No 6. de la siguiente página.

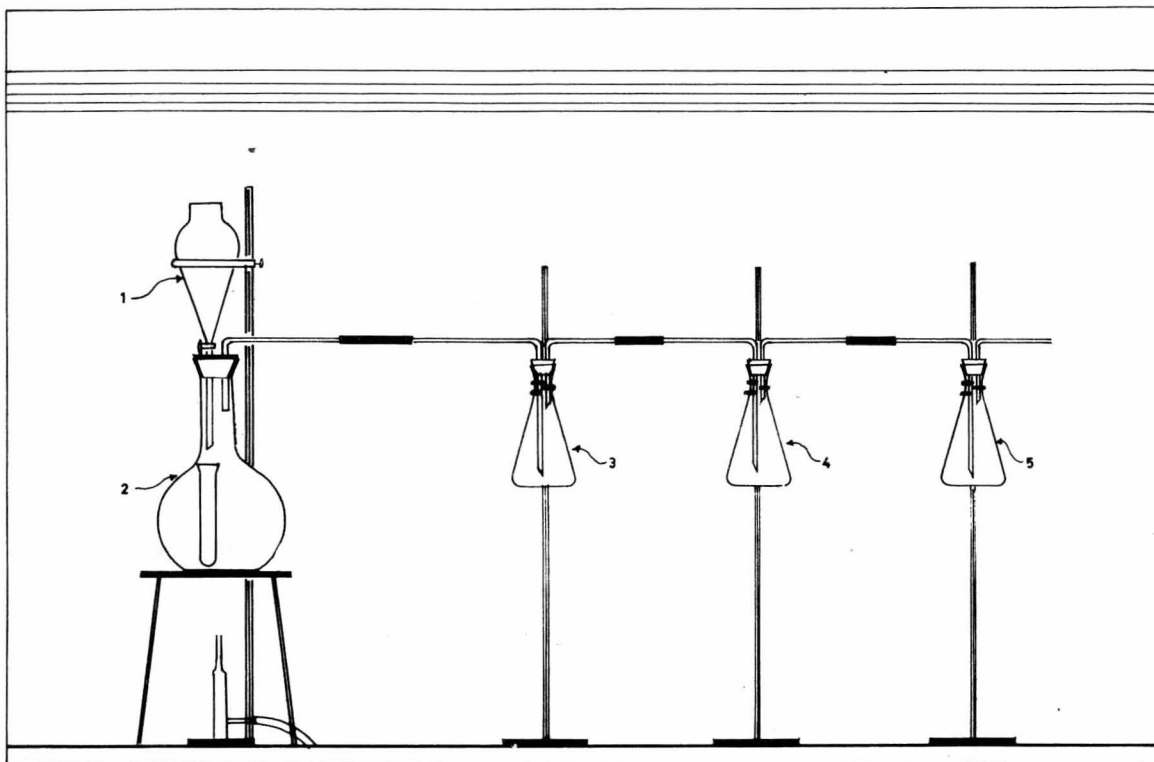


Fig. XI.

DIAGRAMA PARA LA OBTENCION DEL CLORO

- 1.- ACIDO CLORHIDRICO
- 2.- DIOXIDO DE MANGANESO
- 3.- CLORO GAS HUMEDO
- 4.- ACIDO SULFURICO CONC.
- 5.- CLORO SECO

2.-OBTENCION DEL HIDRATO DE CLORO.

Para la obtención del hidrato de cloro se usó agua destilada y soluciones de diferente concentración de $ZnCl_2$ y $NaCl$, así como temperaturas de formación variadas y diversos tiempos de adición del cloro.

Preparadas las soluciones de $ZnCl_2$ y de $NaCl$ de diferentes molalidades, se trabajó con cada una de estas soluciones - previamente enfriadas a $0^{\circ}C$ y se adicionó el cloro en intervalos de cinco minutos a una hora y media; posteriormente a intervalos de quince minutos a dos horas y finalmente de treinta minutos a dos horas. En vista de que no se alcanzaron los resultados esperados respecto a la formación del hidrato de cloro, se experimentó ahora a una temperatura de enfriamiento - que vario entre -14 y $-16^{\circ}C$. Para lograr esta temperatura se requiere de una mezcla frigorífica que se obtiene al mezclar - dos partes de hielo por una de sal. (9)

Como los resultados aún no eran del todo satisfactorios - se trabajó ahora a una temperatura exterior de $-32^{\circ}C$, dado que la temperatura dentro del matraz era de -20 a $-23^{\circ}C$, debido probablemente al burbujeo del cloro caliente en la solución. Esta temperatura de enfriamiento se alcanza al mezclar doce partes - de hielo con cinco de sal y cinco de nitrato de amonio. (9)

Debido a la pequeña diferencia en los resultados expe -

rimentales con respecto al uso de las soluciones de NaCl y de ZnCl_2 se prefirió seguir trabajando con la solución de ZnCl_2 -4 molar, que es el electrolito que se empleará en la celda de cloro-cinc.

En las siguientes tablas se encuentran los datos obtenidos al emplear el cloro gaseoso obtenido por el método anteriormente descrito y diferentes temperaturas de enfriamiento.

Tabla No 2

g de Solución NaCl	Concentración	Tiempo de burbujeo del cloro	g de Cl_2 en 100 g. de - clatrato.
30	1 m	30'	6.6667
31.3	"	30'	6.7093
30.1	2	90'	10.9635
31.4	3	90'	7.7707
36.3	4	90'	3.8567

Tabla N o 3

g de Solución $ZnCl_2$	Concentración	Tiempo de burbujeo del cloro	g de Cl_2 en 100 g. de cla trato.
39.7	2.5 m	15'	0.5038
39.3	"	20'	0.2545
37.9	"	25'	0.2639
49.3	"	30'	0.2028
38.5	"	35'	0.5195
75.2	"	40'	3.5904
73.3	"	45'	3.1378
38.8	"	50'	4.6392
38.8	4 m	120'	11.3402
38.6	"	120'	6.2176
40.9	"	180'	3.4229
41.6	"	120'	2.4038
40.7	6 m	120'	6.6339
40.0	"	25'	2.2500
40.2	"	45'	4.4776
40.0	"	60'	5.2500
40.0	"	90'	6.0000
40.0	"	120'	6.0000
48.1	8 m	30'	2.0790
48.1	"	60'	2.0790
71.92	20%	30'	1.3904
53.80	"	45'	1.8587

Tabla No 4

g. de agua destilada	Tiempo de burbujeo del cloro	g. de Cl_2 en 100 g. de clatrato
30.7	30'	3.2573
30.5	30'	4.9180
28.9	15'	1.0381
30.8	15'	0.6494
30.3	15'	1.3201
28.6	30'	0.3497
30.8	15'	0.6494
30.9	20'	0.9709
31.3	25'	0.6389
31.9	30'	0.6269

En la solución de NaCl correspondiente a la tabla No 2- la temperatura de enfriamiento que se empleo fue entre 0°C y -5°C , en la 2 molal de la misma solución de 0 a -7°C , en la- 3 molal de 0 a -10°C y en la 4 molal de 0 a -16°C .

En la tabla No 3 se empleo una temperatura de enfriamiento que vario entre -14 y -16°C , para las soluciones 2.5, 4 mo- lales y para la del 20%. En el caso de las soluciones de ZnCl_2 6 y 8 molales se trabajó a una temperatura de -25 a -27°C .

En las experimentaciones conagua la temperatura usada-- fue entre -14 y -16°C .

De estos datos se concluye que la mejor solución es la de ZnCl_2 4 molar debido a que se obtuvo el mayor número de gramos de cloro absorbidos.

3.-Construcción de la Pila Cl_2 -Zn

a).-Los elementos que constituyen esta pila son:



3.1.-Un cátodo de carbón

3.2.-Un ánodo de cinc.

3.3.-Una solución de ZnCl_2 como electrolito

3.4.- Cl_2 gaseoso como despolarizante

3.5.-Como recipiente un matraz de 3 bocas.

b).-Descripción de la pila: El cátodo de carbón o grafito es cilíndrico de $1/2$ cm de diámetro y 20 cm de largo, el ánodo es una lámina de cinc de 1 mm de espesor y 1.5 de ancho y 20 cm de largo. Su composición aproximada es la siguiente:

Zn	99.79 %
Al	0.103%
Mg	0.098%
Pb	0.001%
Fe	0.0005%
Cd	0.0002%

La solución de $ZnCl_2$ es 4 molar, el matraz de tres bocas es de 250 ml, del despolarizante es Cl_2 gaseoso que se prepara en el laboratorio por el método anteriormente descrito.

c).-En la figura No 7 se muestra el diagrama de la pila Zn-Cl .

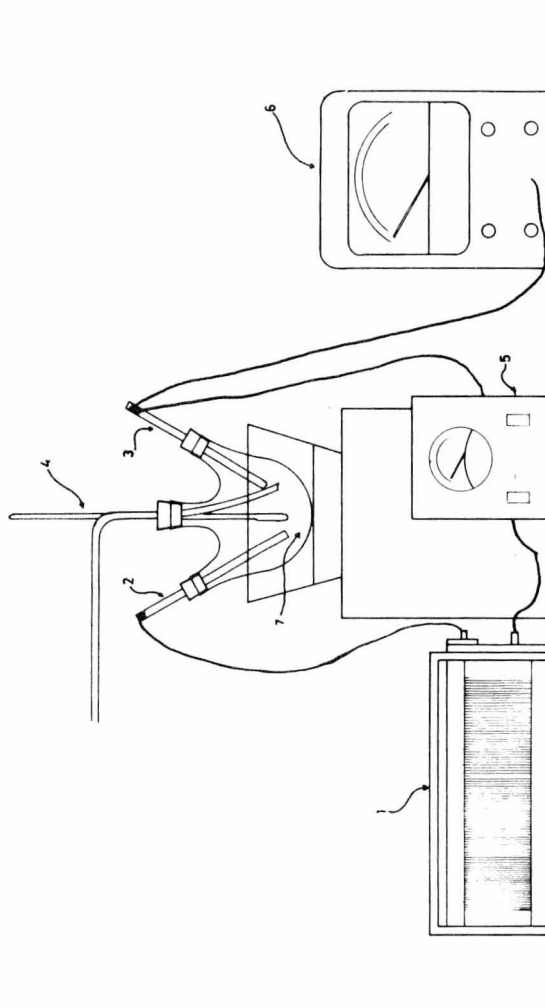


FIG. XII
DIAGRAMA DE LA PILA

- 1.- RESISTENCIA
- 2.- ANODO DE ZINC
- 3.- CATODO DE CARBONO
- 4.- TERMOMETRO
- 5.- AMPERIMETRO
- 6.- VOLTIMETRO
- 7.- ELECTROLITO - $ZnCl_2$

(24)

d).-En la figura No 8 se muestra el circuito eléctrico que se usó para estudiar el comportamiento de la pila.

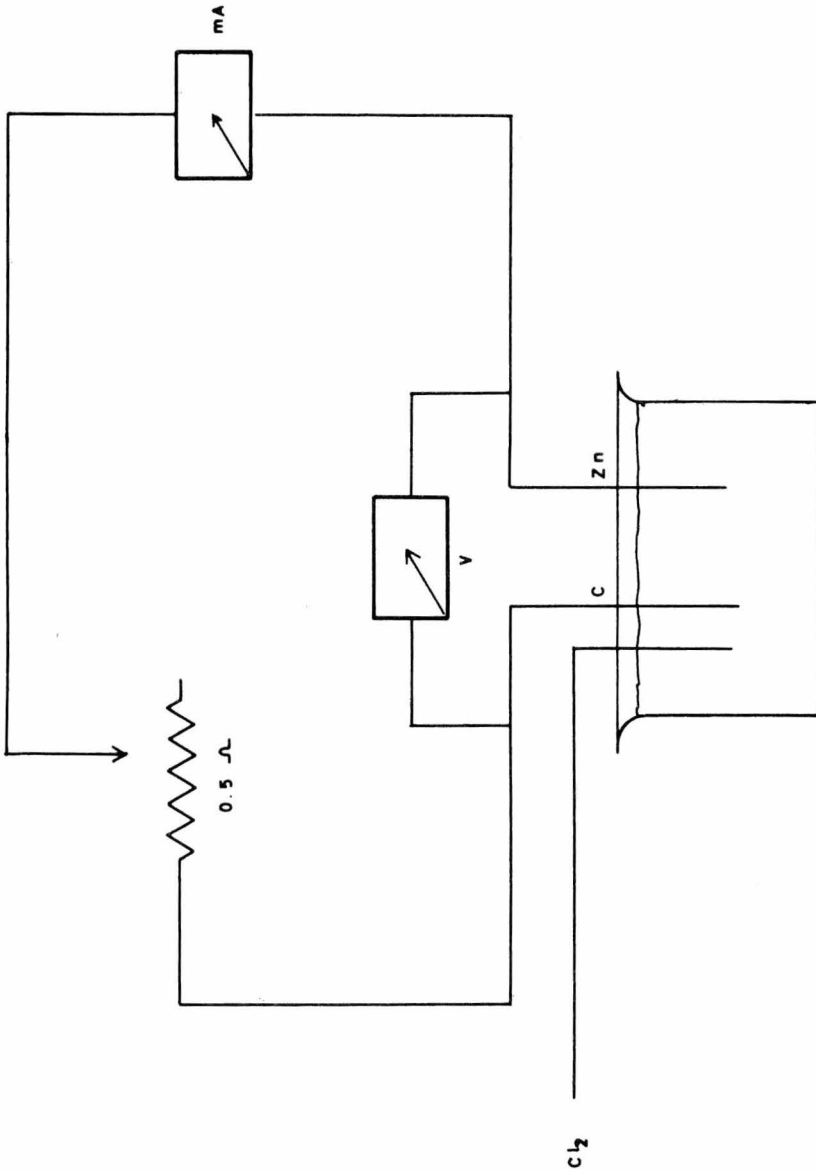


Fig. XIII

CIRCUITO ELECTRICO PARA ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO DE LA
PILA

e) -Comportamiento de la pila bajo la influencia de diversos factores.

Cuando se tuvo construido el prototipo de la celda, se hicieron determinaciones del voltaje y amperaje, en los que además se estudiaron las modificaciones que sobre los mismos ocasionaban los cambios en la temperatura y la velocidad y tiempo de adición del cloro.

Al hacer los experimentos para medir el voltaje y el amperaje se observó que se obtienen prácticamente los mismos resultados agregando el Cl_2 durante 30 minutos que durante dos horas, por lo que se trabajó en lo sucesivo por un tiempo de media hora. La duración del voltaje y del amperaje era desde 65 minutos hasta 8 horas y media., Esto dependía de la presión con que se adicionara el cloro desde un principio.

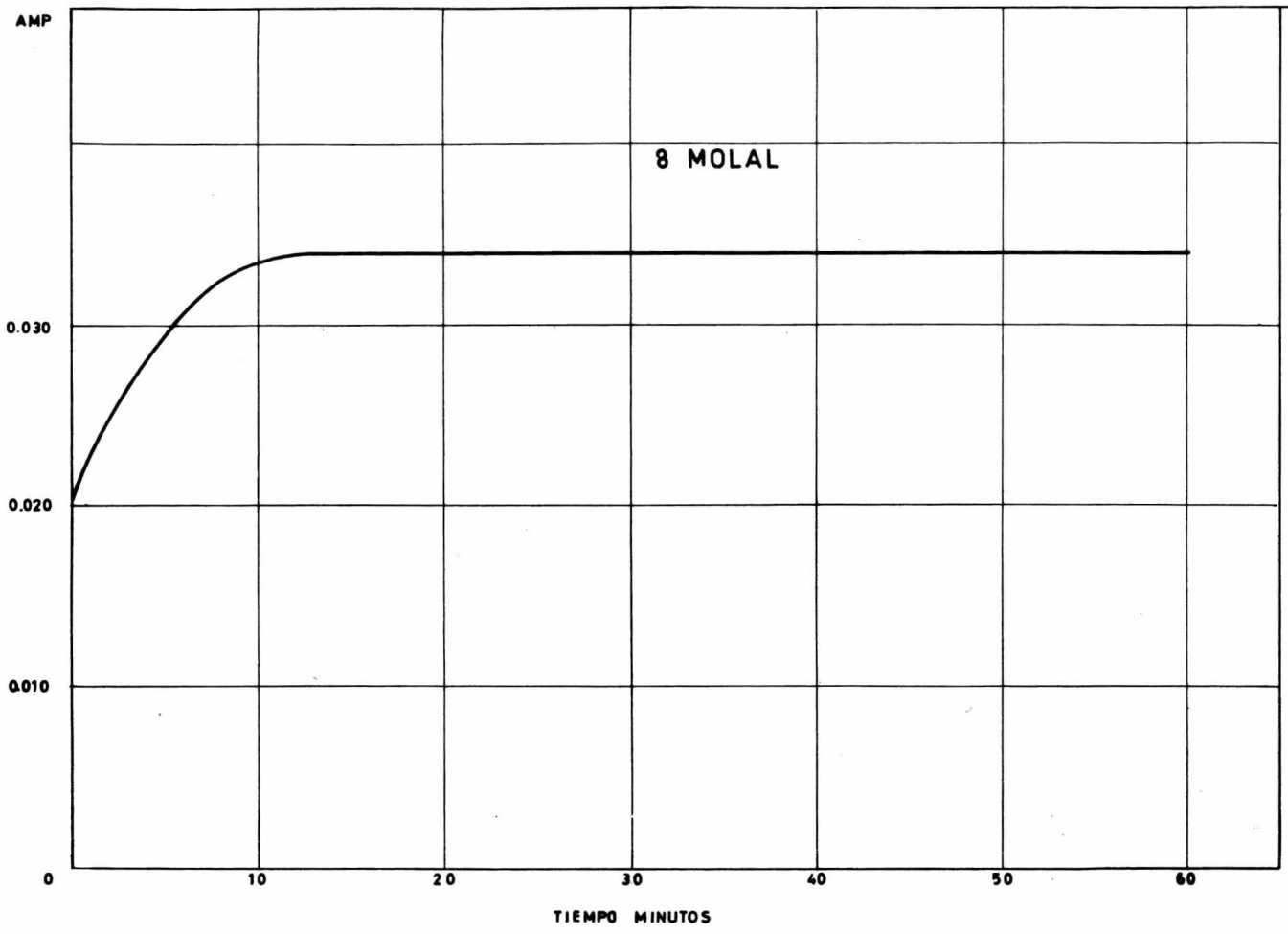
Respecto a la temperatura se observó que al trabajar con diferentes temperaturas la variación de voltaje y amperaje eran mínimas, por lo que se siguió experimentando a temperatura ambiente.

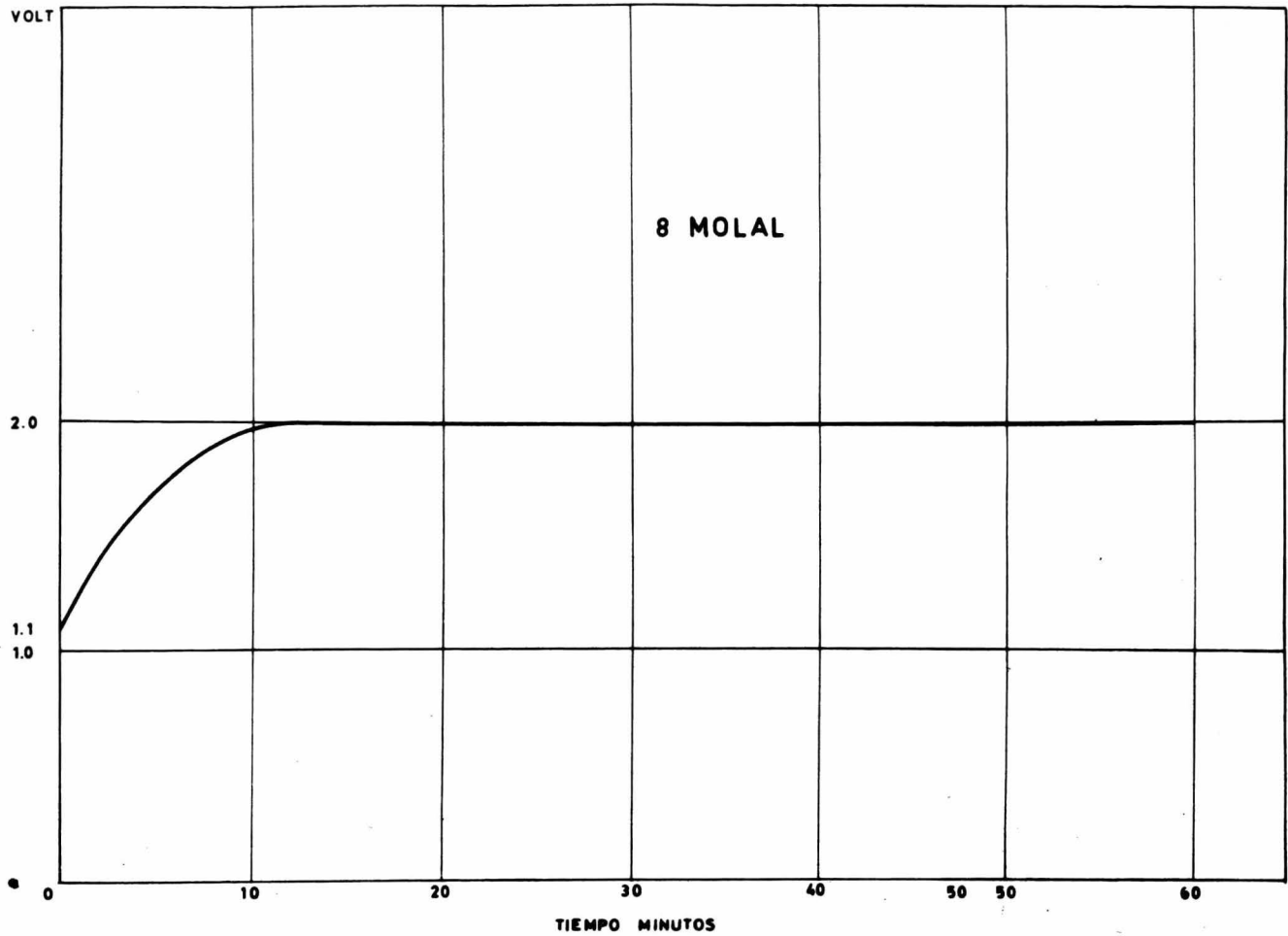
A continuación se muestran las tablas con sus respectivas gráficas del comportamiento de la pila al utilizar un tanque de Cl_2 gaseoso por un tiempo de media hora.

Tabla No 5

Características de funcionamiento de la pila con 60 ml de solución 8 m de $ZnCl_2$ durante el burbujeo del Cl_2

Tiempo	Temperatura del sustrato	Amperaje Amp.	Voltaje Volt	Watts
0'	21.0°C	0.020	1.1	0.0220
10'	20.5	0.034	2	0.068
20'	22.0	0.034	2	0.068
30'	21.8	0.034	2	0.068
40'	21.8	0.034	2	0.068
50'	22.8	0.034	2	0.068
60'	23.0	0.034	2	0.068



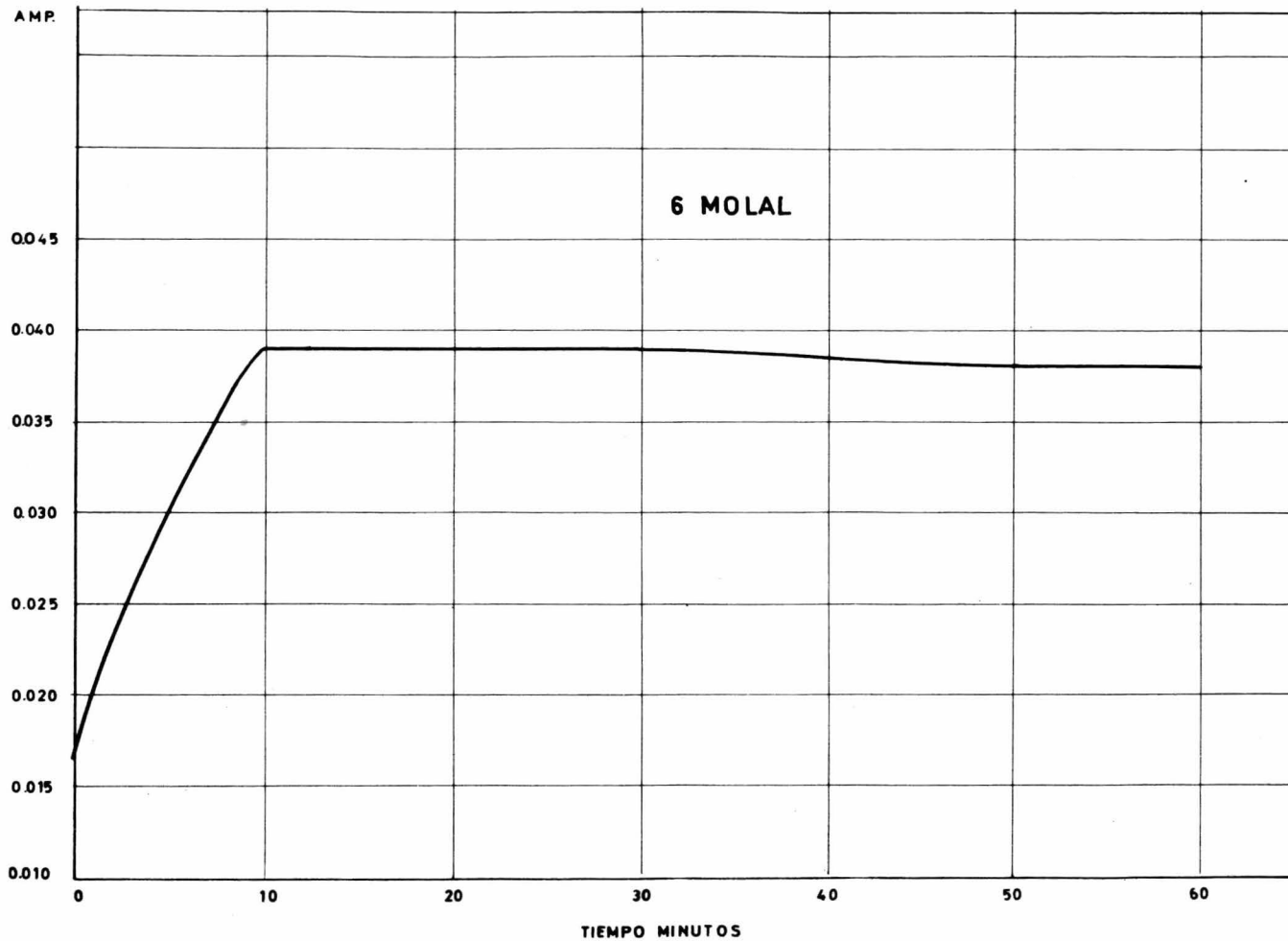


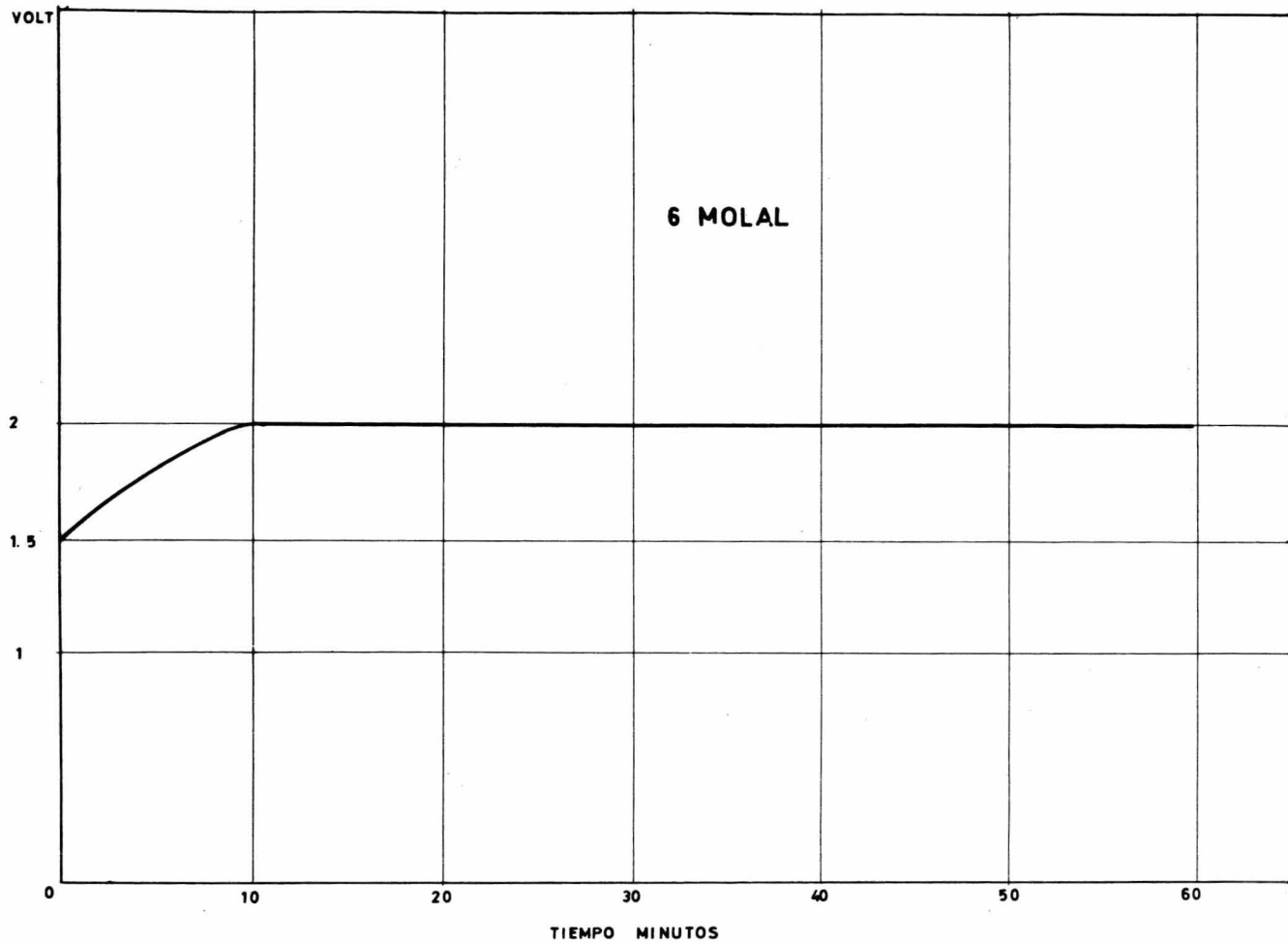
8 MOLAL

Tabla No 6

Características de funcionamiento de la pila con 60 ml de solución 6'm de $ZnCl_2$ durante el burbujeo del Cl_2

Tiempo	Temperatura del sustrato	Intensidad Amp.	Voltajes Volt.	Watts
0'	23.5°C	0.024	1.6	0.0384
10'	22.5	0.039	2.1	0.0819
20'	22.0	0.039	2.1	0.0819
30'	22.0	0.038	2.1	0.0798
40'	22.0	0.039	2.1	0.0819
50'	21.5	0.039	2.1	0.0819
60'	21.5	0.038	2.1	0.0798



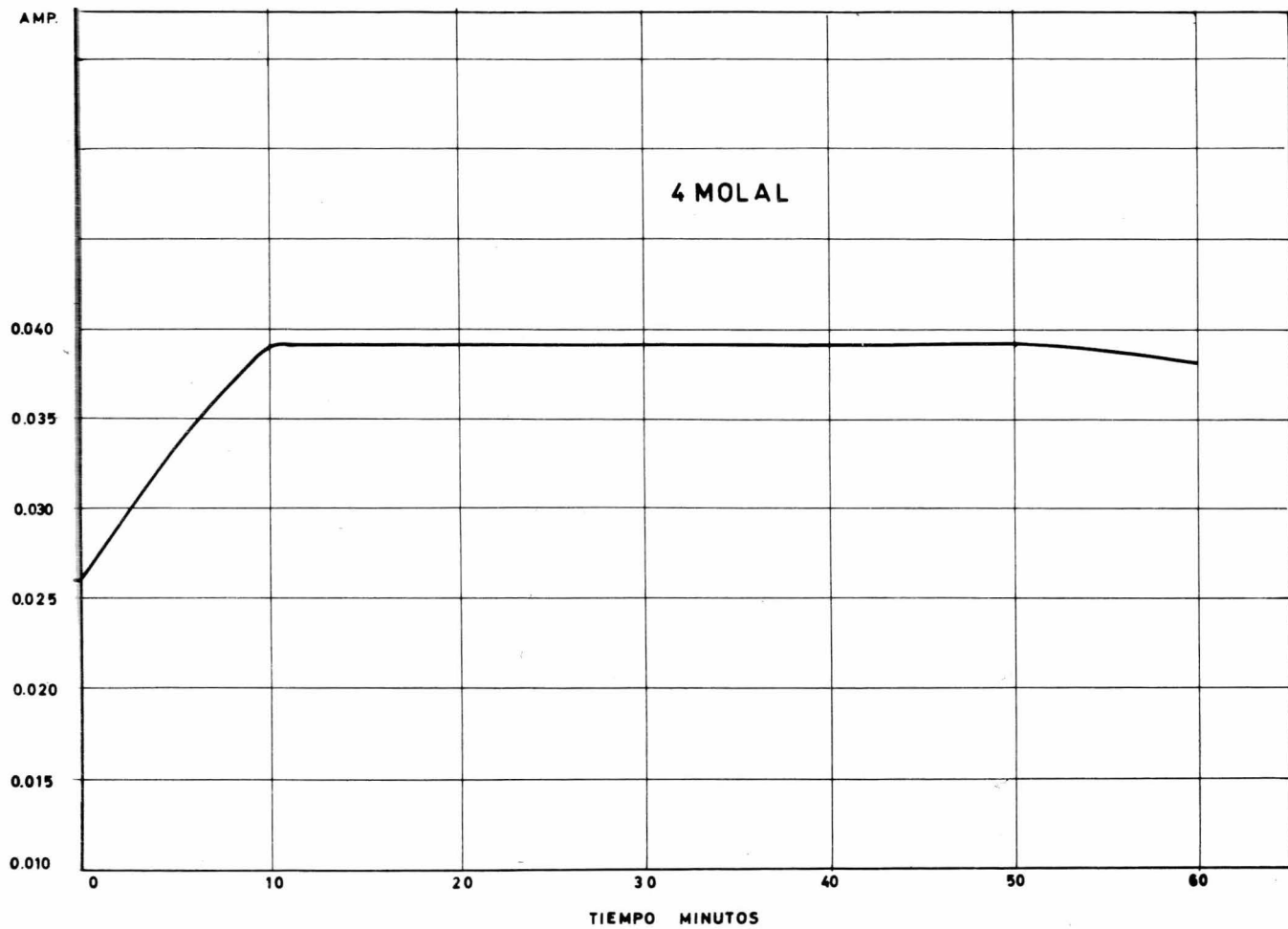


6 MOLAL

Tabla No7

Características de funcionamiento de la pila con 60 ml de solución 4 m de $ZnCl_2$ durante el burbujeo del Cl_2

Tiempo	Temperatura del sustrato	Amperaje Amp.	Voltaje Volt.	Watts
0'	23.5°C	0.024	1.6	0.0384
10'	22.5	0.039	2.1	0.0819
20'	22.0	0.039	2.1	0.0819
30'	22.0	0.038	2.1	0.0798
40'	22.0	0.039	2.1	0.0819
50'	21.5	0.039	2.1	0.0819
60'	21.5	0.038	2.1	0.0798



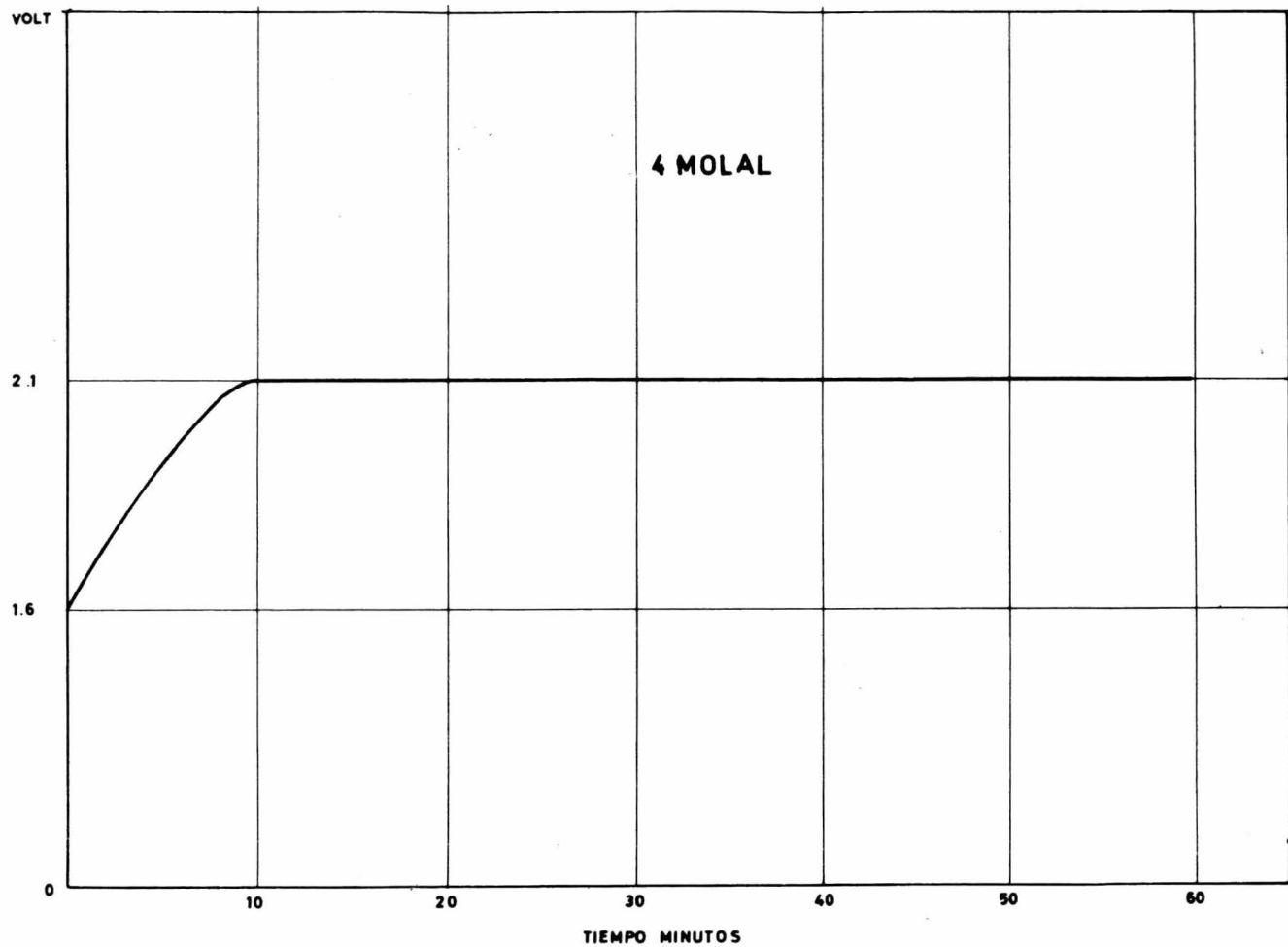
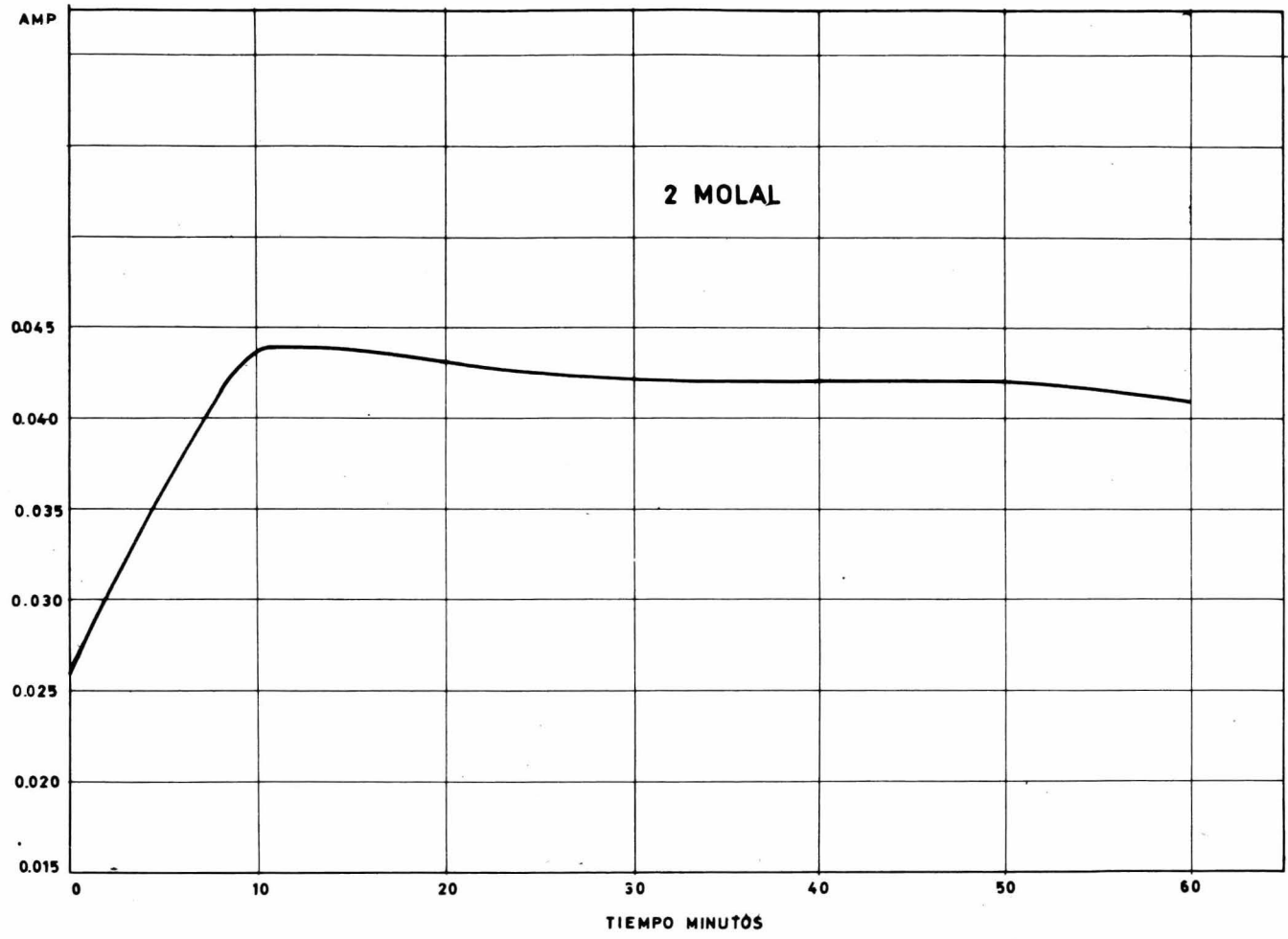


Tabla No 8

Características de funcionamiento de la pila con 60 ml. de solución 2 n de $ZnCl_2$ durante el burbujeo del Cl_2

Tiempo	Temperatura del sustrato	Amperaje Amp.	Voltaje Volt.	Watts
0'	26.0°C	0.026	1.8	0.0468
10'	26.5	0.044	2.2	0.0968
20'	27.0	0.043	2.2	0.0946
30'	27.0	0.042	2.15	0.08910
40'	27.5	0.042	2.15	0.08910
50'	27.5	0.042	2.15	0.08910
60'	27.5	0.041	2.15	0.08815



VOLT

2.4

2.2

1.8

1.6

1

2 MOLAL

0

10

20

30

40

50

60

TIEMPO MINUTOS

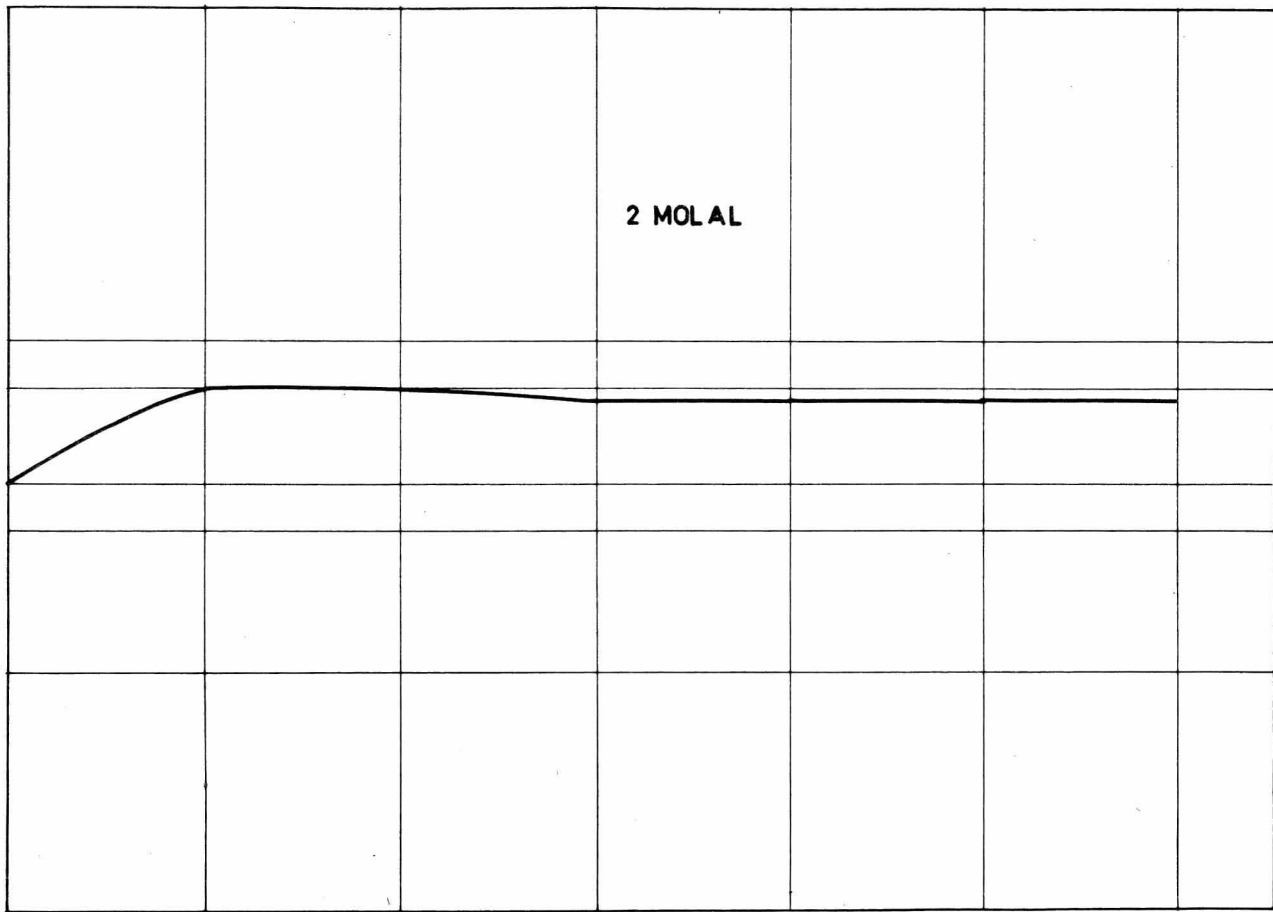
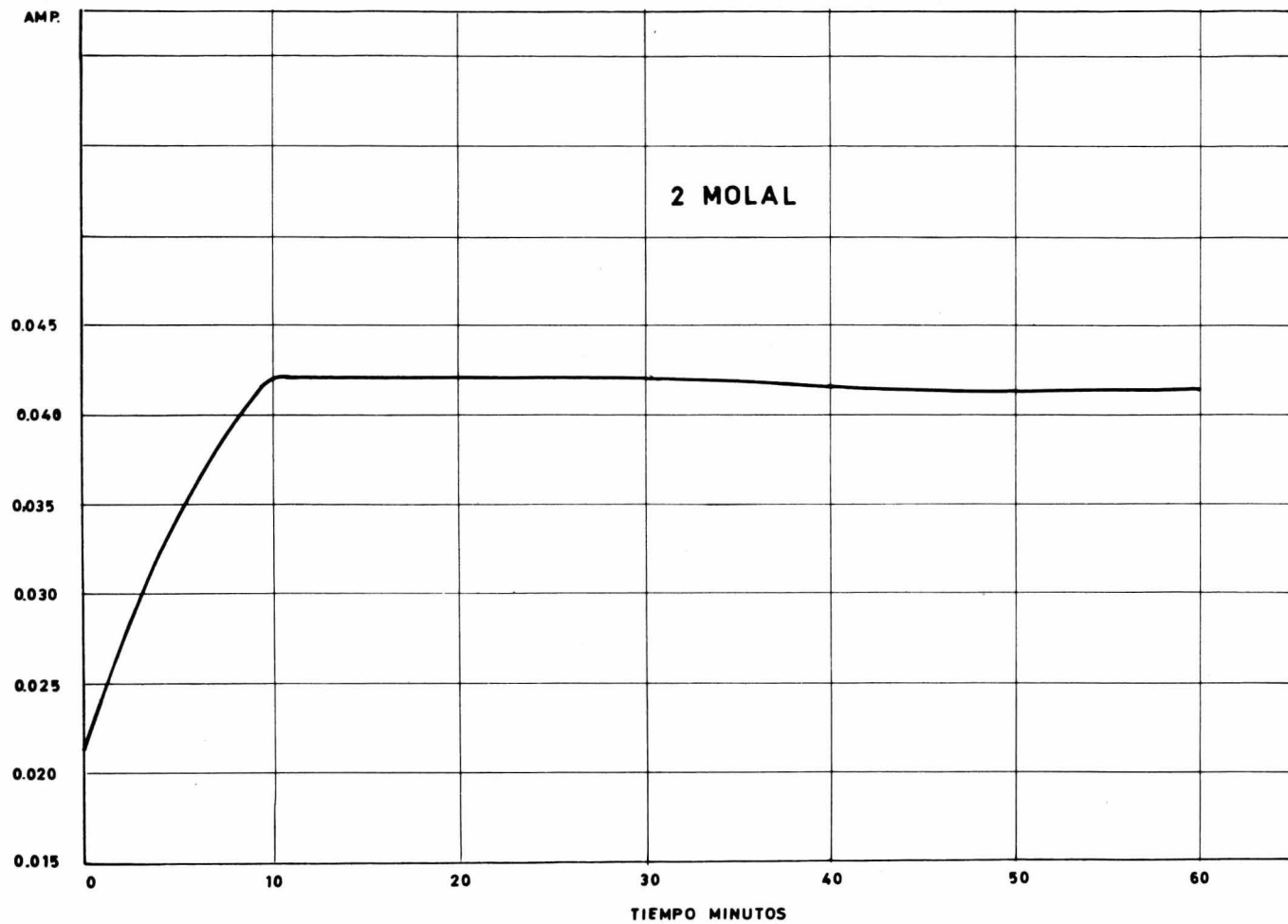


Tabla No 9

Características de funcionamiento de la pila con 60 ml de solución 2 m de $ZnCl_2$ durante el burbujeo del Cl_2

Tiempo	Temperatura del sustrato	Amperaje Amp.	Voltaje Volt.	Watts
0'	18.5°C	0.022	1.75	0.03850
10'	20.0	0.042	2.2	0.0924
20'	20.0	0.042	2.2	0.0924
30'	20.5	0.042	2.2	0.0924
40'	20.5	0.0415	2.2	0.09130
50'	20.5	0.0415	2.2	0.09130
60'	21.0	0.0415	2.2	0.09130



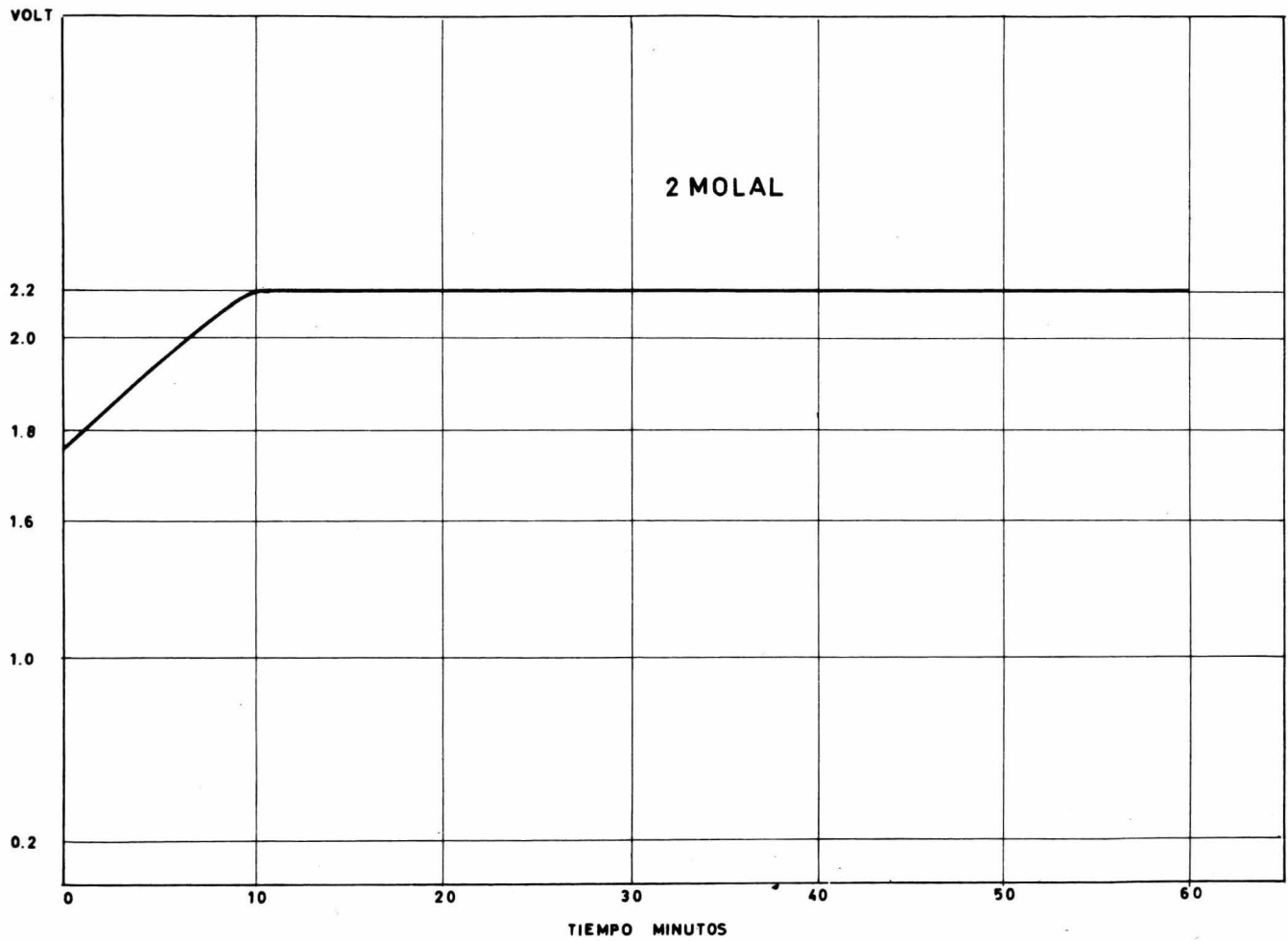
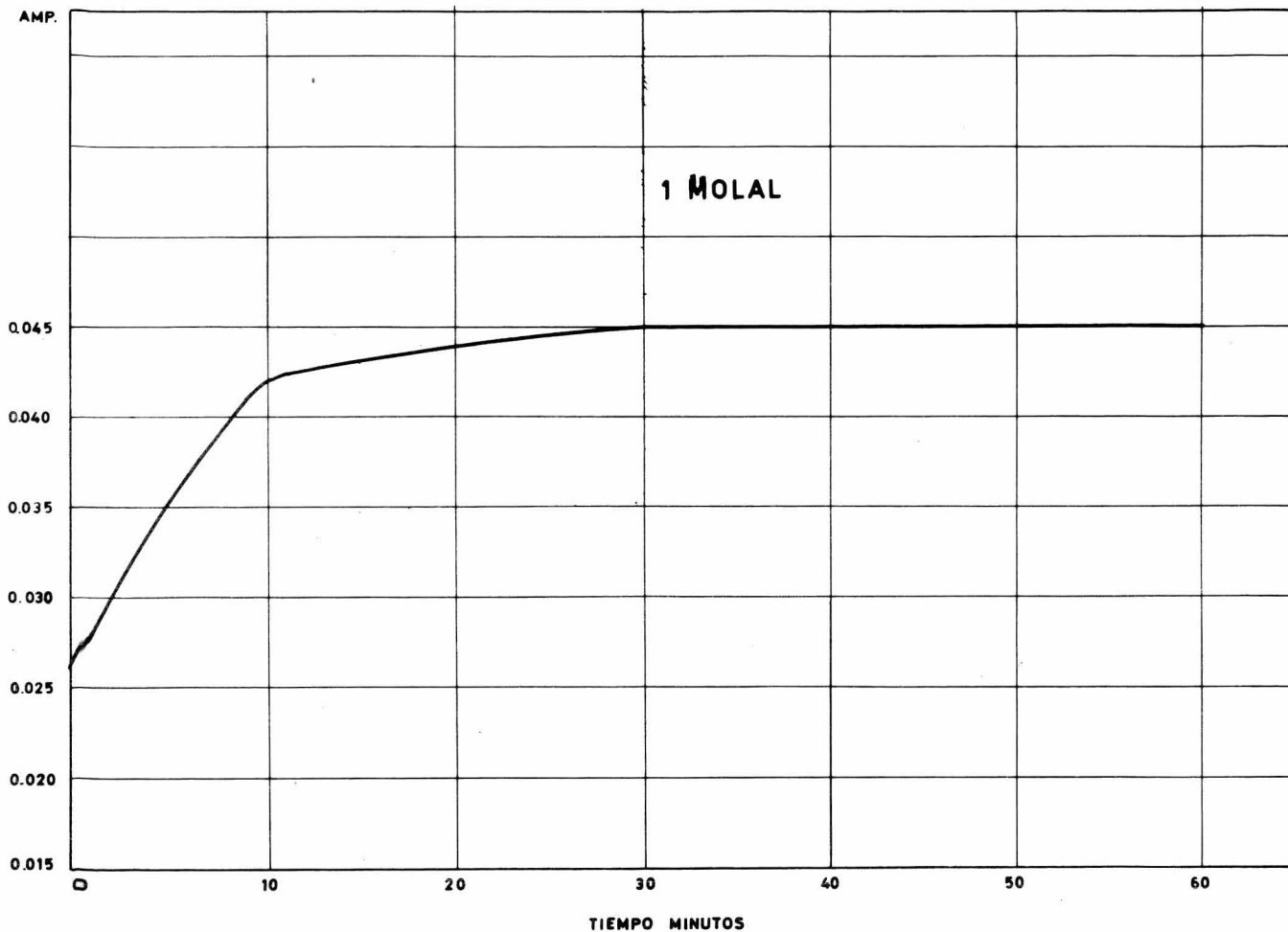


Tabla No. 10

Características de funcionamiento de la pila con 60 ml de solución 1 M de $ZnCl_2$ durante el burbujes del Cl_2

Tiempo	Temperatura del sustrato	Amperaje Amp.	Voltaje Volt.	Watts
0'	21.5°C	0.026	1.65	0.04290
10'	23.0	0.042	2.2	0.0924
20'	22.5	0.043	2.2	0.0946
30'	23.0	0.045	2.2	0.0990
40'	24.0	0.045	2.2	0.0990
50'	24.0	0.045	2.2	0.0990
60'	24.5	0.045	2.2	0.0990



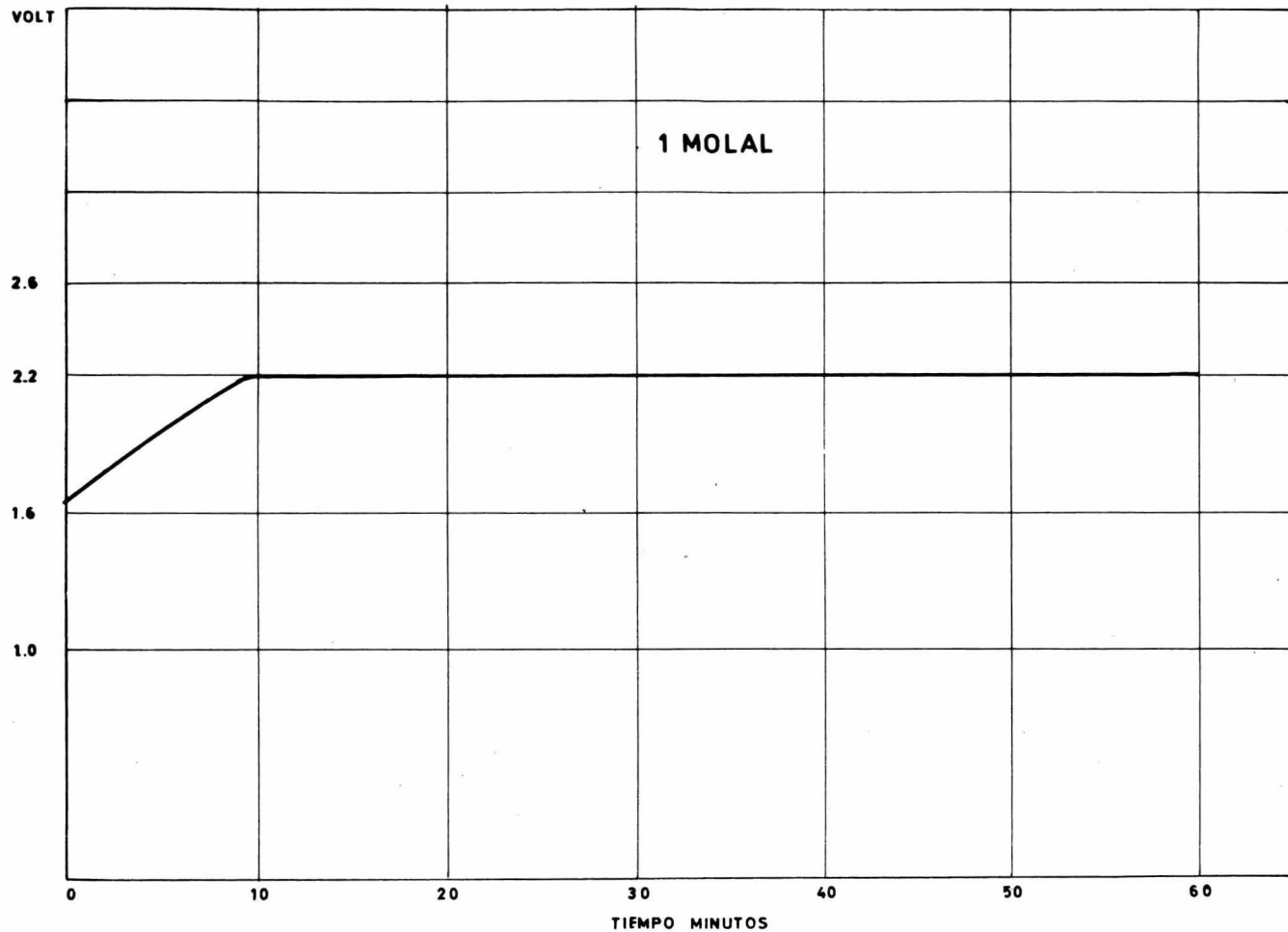
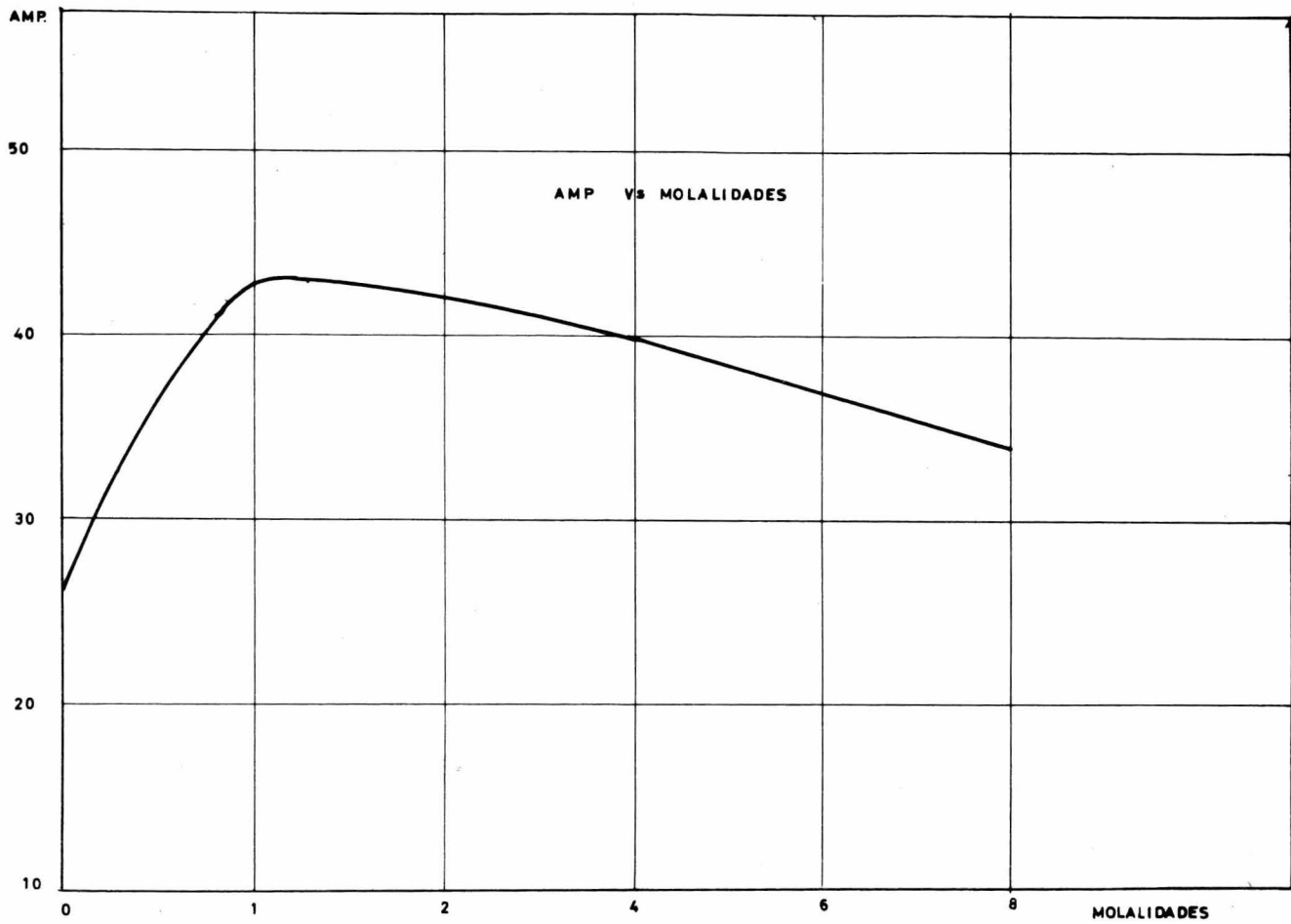
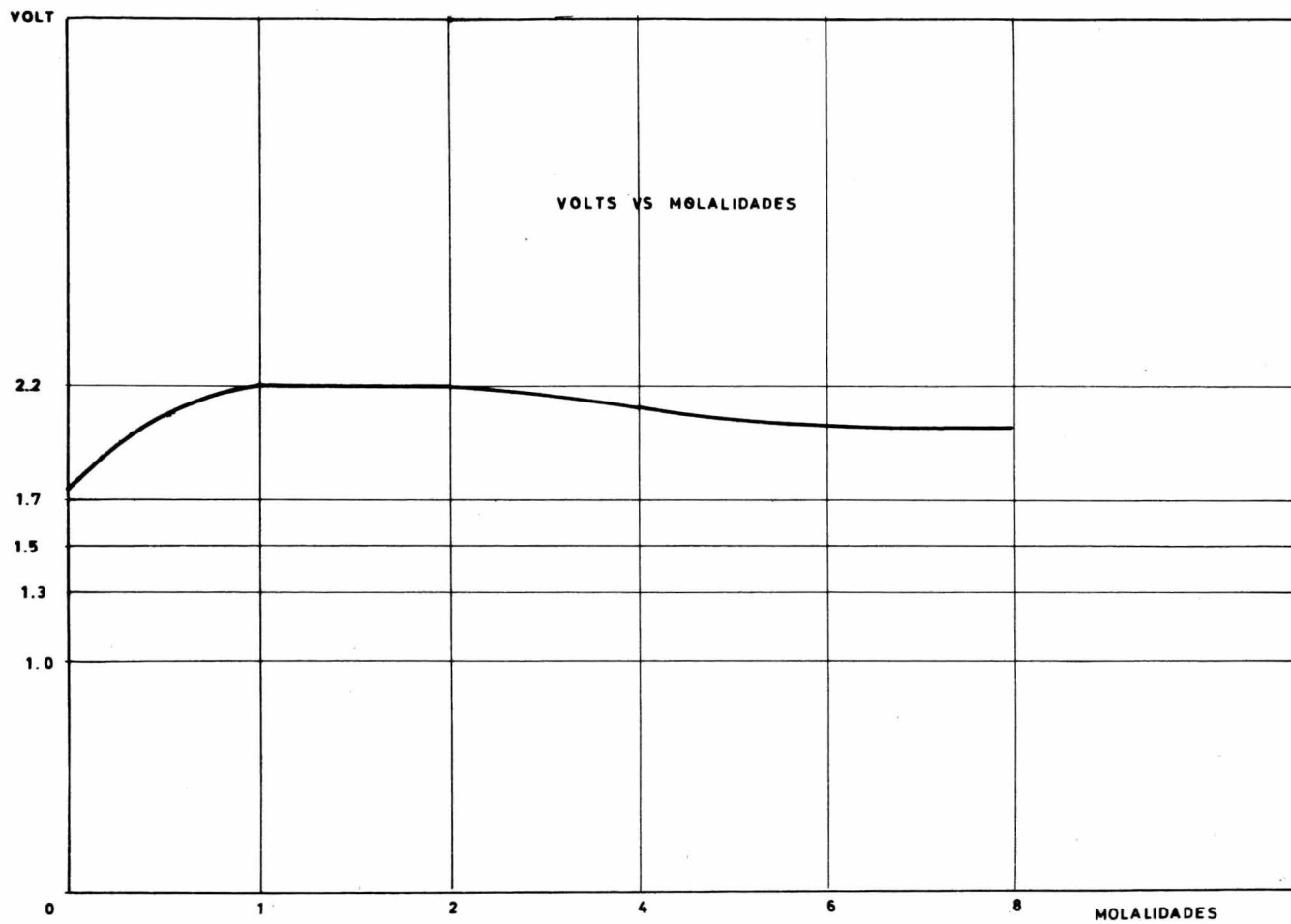


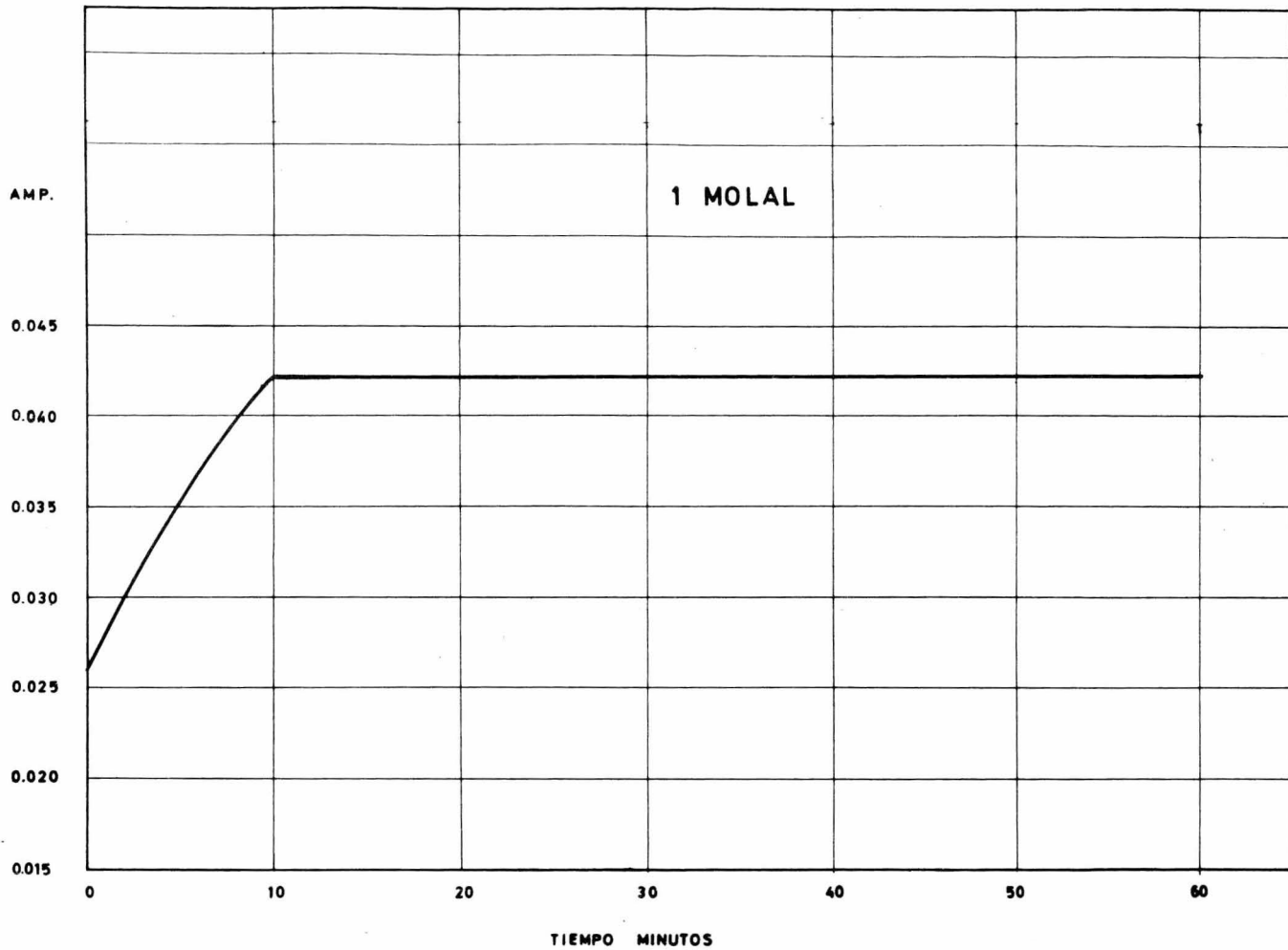
Tabla No 11

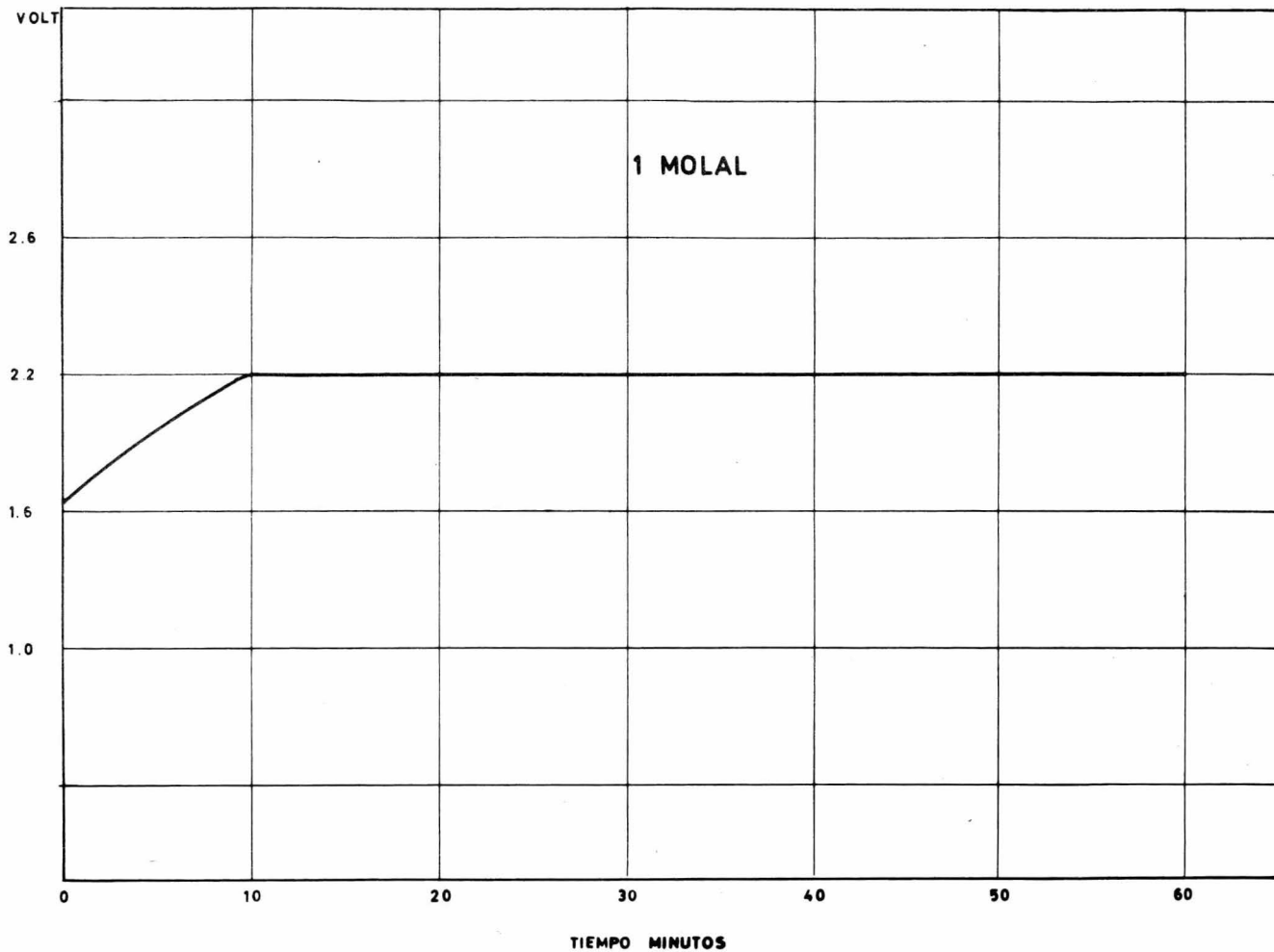
Características de funcionamiento de la pila con 60 ml de solución 1 m de $ZnCl_2$ durante el burbujeo del Cl_2

Tiempo	Temperatura del sustrato	Amperaje Amp.	Voltaje Volt.	Watts
0'	23.0°C	0.026	1.65	0.04290
10'	23.0	0.0425	2.2	0.09350
20'	23.0	0.0425	2.2	0.09350
30'	23.0	0.0425	2.2	0.09350
40'	23.0	0.0425	2.2	0.09350
50'	23.0	0.0425	2.2	0.09350
60'	32.5	0.0425	2.2	0.09350







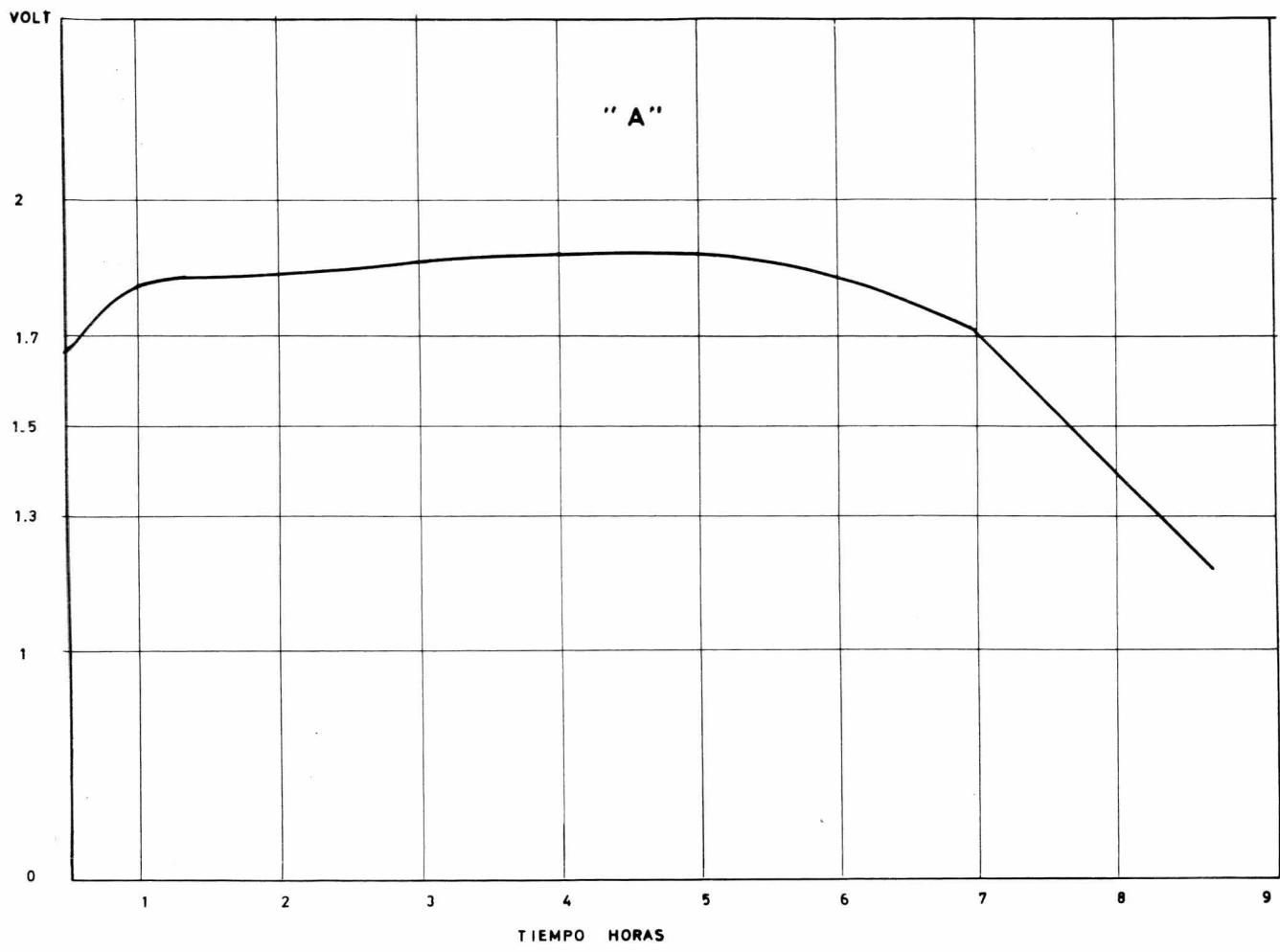


En la segunda serie de experimentos hechos a temperatura ambiente, se adicionó el cloro por media hora utilizando un tanque de cloro gaseoso. Los resultados fueron mejores que cuando se producía el cloro por oxidación del HCl con el MnO_2 y se vió que a mayores concentraciones de ZnCl_2 se obtenían menores voltajes y amperajes. Por lo tanto los mejores resultados en este caso fueron con la solución de ZnCl_2 1 molar.

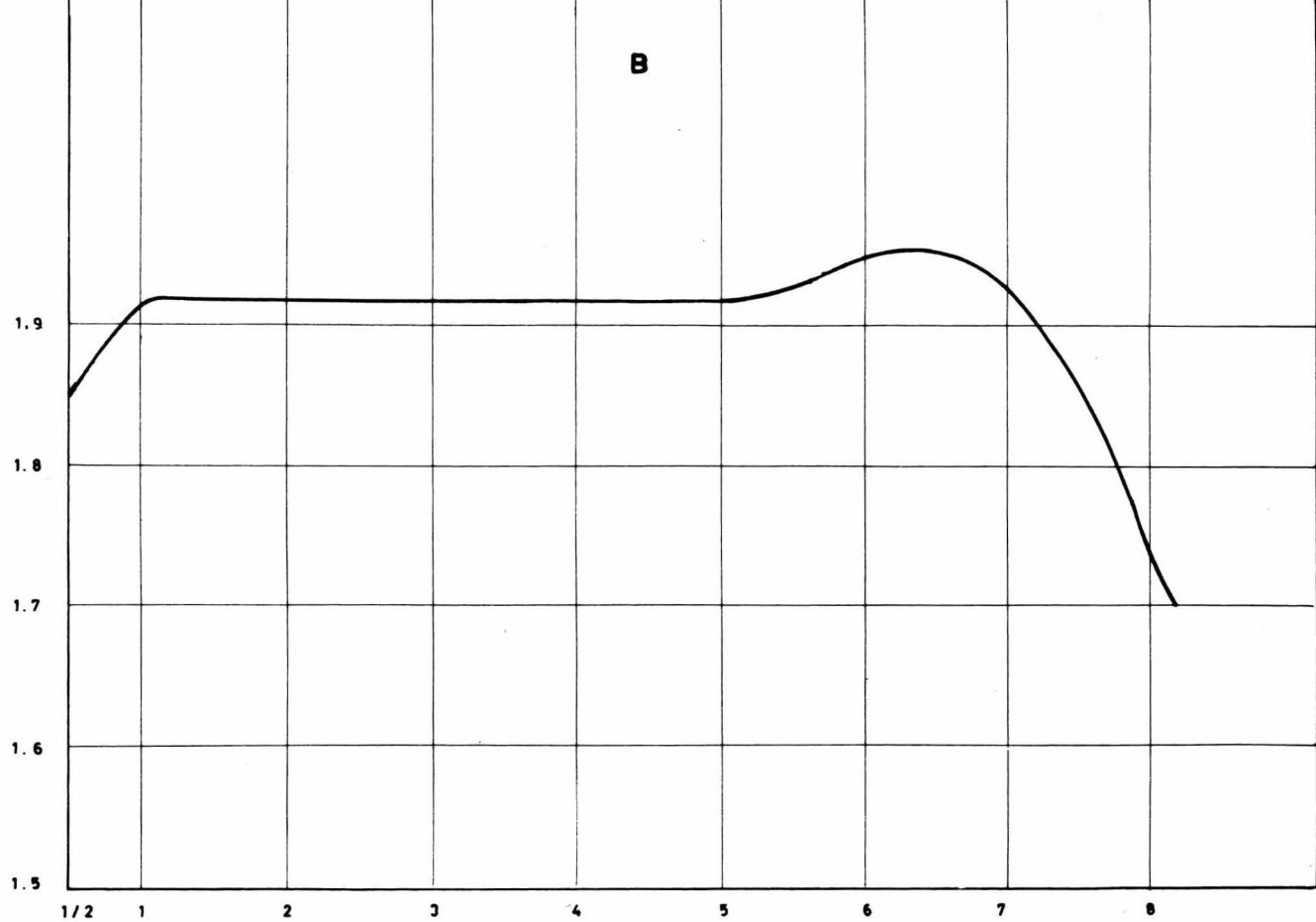
f).-Comportamiento de la pila a partir de que se suspende la adición del cloro.

Se estudió el comportamiento de la pila midiendo el voltaje de operación durante el tiempo que duró la misma, después de que se suspendió la adición del Cl_2 obtenido en el laboratorio y una temperatura de enfriamiento de formación del clatrato.

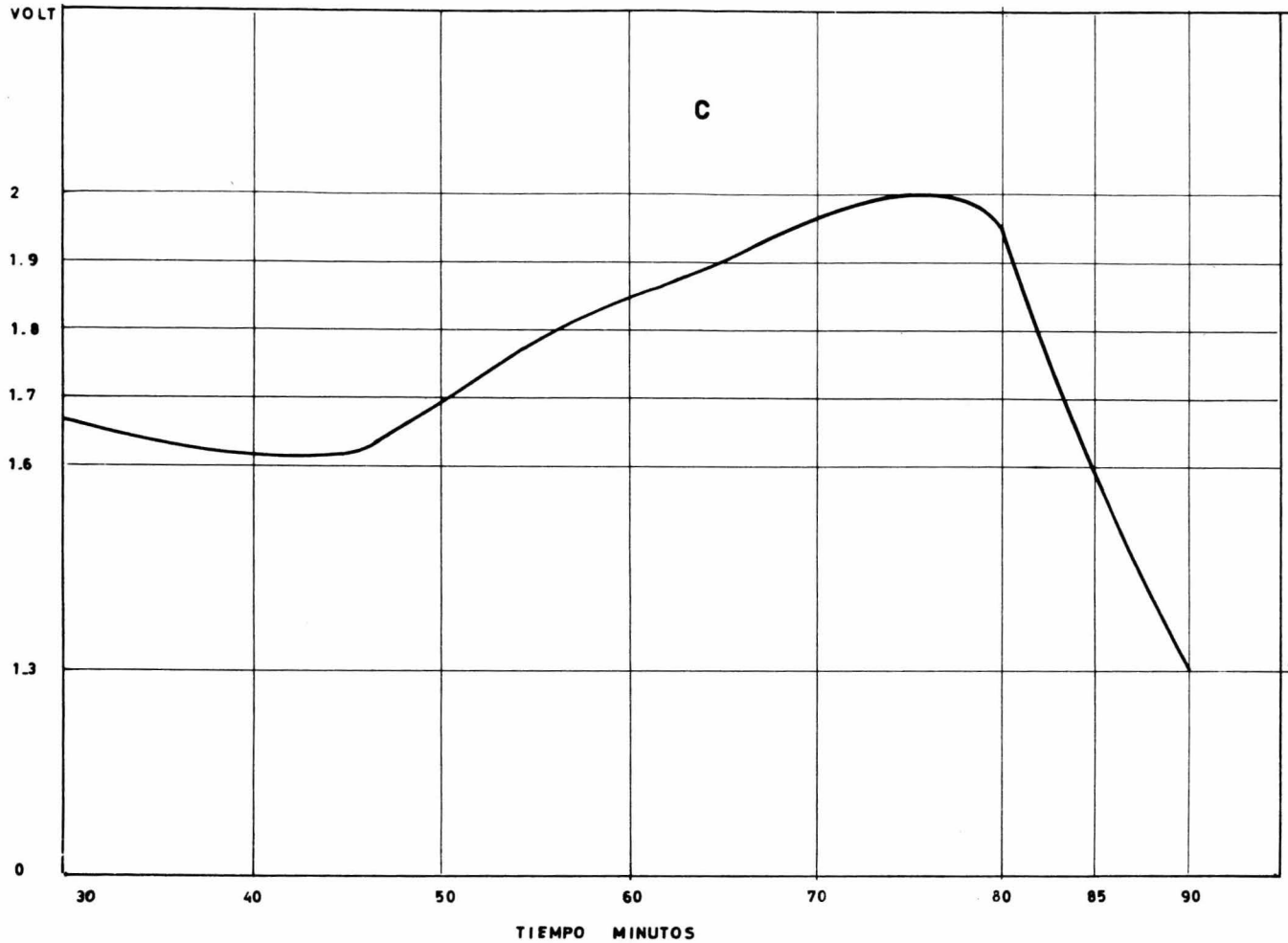
Las siguientes gráficas representan el comportamiento de la pila después de que se deja de agregar el cloro.

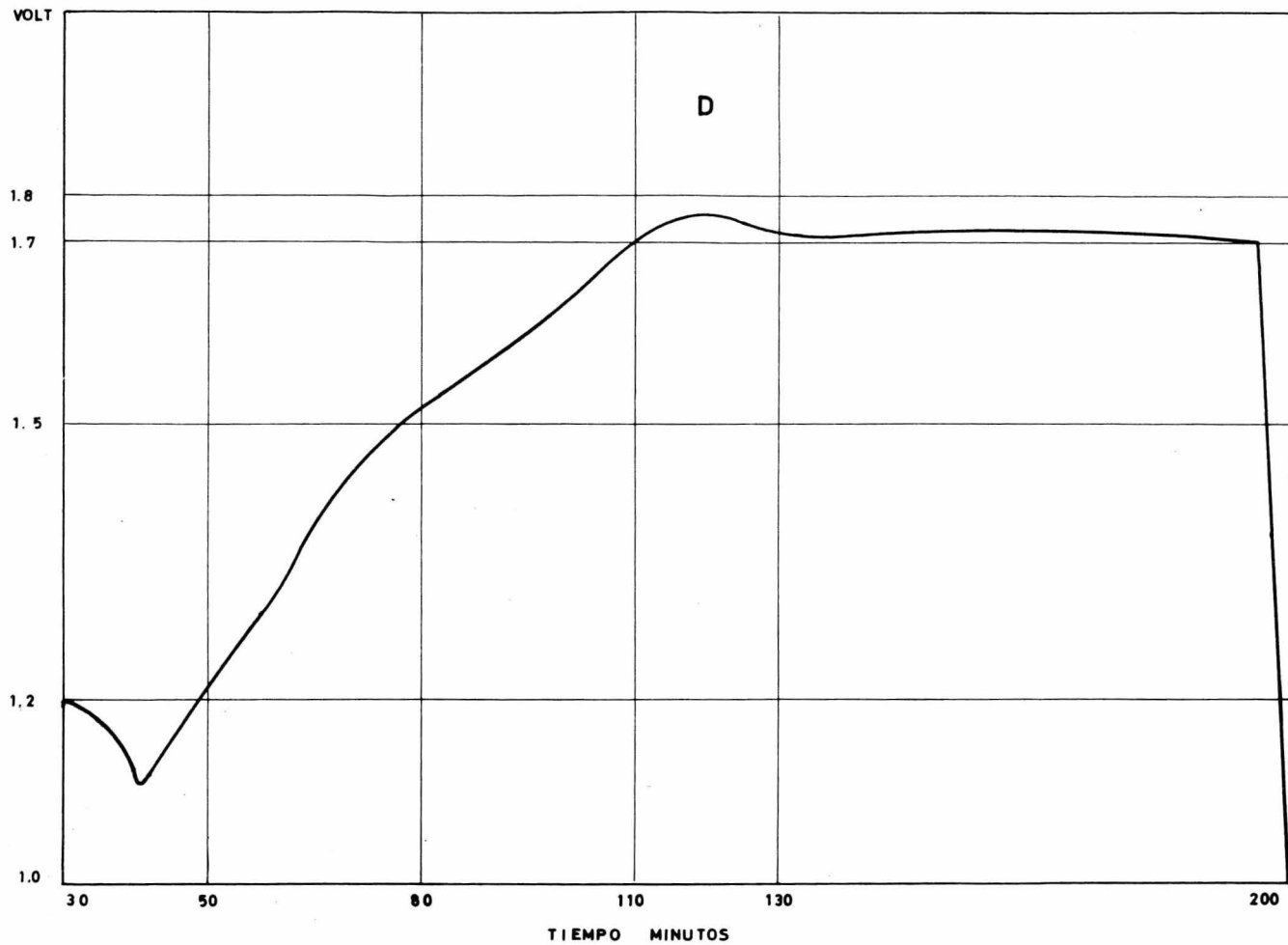


VOLT



TIEMPO HORAS





(45)

La duración del voltaje y del amperaje fue diferente. -
En la experimentación que corresponde a la gráfica "A" fue de
9 hrs. en la "B" fue de 8.20', en la "C" fue de 80', en la "D"
de 160'. Se empleo la solución de $ZnCl_2$ 4 molar.

3.-CONCLUSIONES.

- 1.-De las experiencias hechas durante el curso de este trabajo no se puede decir con certeza que se haya formado el clatrato respectivo, no obstante que se obtuvieron algunos cristales durante el proceso. Sin embargo se siguió trabajando con estas soluciones en las que se burbujeaba el cloro obtenido directamente en el laboratorio o de un tanque comercial.
- 2.-En la primera serie de experiencias se utilizó cloro producido directamente en el laboratorio, consiguiéndose los mejores resultados, con la solución 4 molar de $ZnCl_2$, debido a que en ella se logró la mayor cantidad de cloro disuelto.
- 3.-En una segunda serie de experiencias se utilizó cloro de un tanque comercial y se observó que para el caso la mejor solución es la solución de $ZnCl_2$ 1 molar, por haber generado en la pila, los mayores voltajes y amperajes.
- 4.-Muy probablemente como consecuencia de no haber obtenido el clatrato correspondiente, no se obtuvieron energías elevadas.

4.-BIBLIOGRAFIA.

- 1.-Cotton, F. A. y Wilkinson, G.
Química Inorgánica Avanzada.
pags. 240-43
Limusa Wiley S. A.
México, 1969
- 2.-Douglas, B. E. and Mac Daniel, D. H.
Concepts and Models of Inorganic Chemistry
pags 93-94
Blaisdell Pub. Co.
London, 1965
- 3.-William, A. M., Barnes, M. H., (General Foods Corporation,
White Plains, N. Y. a corporation of Delaware.) Handling -
and transporting gases. U.S. 3,217503 (Cl.62-48) Nov 16-
1965. appl. Nov. 20, 1959 and Sept 4, pp 5 1963.
- 4.-Barnes, M. H. and William, A. M. (General Foods Corpora -
tion, White Plains, N. Y. a corporation of Delaware.) -
Carbonated ice, Process, and Product. U.S. 2,975603 (Cl.-
62-1) Apr. 7, 1958 .
- 5.-Barnes, M. H. and William, A. M. (General Foods Corpora -
tion, White Plains, N. Y. a corporation of Delaware.) --
Gasified Product. U.S. 3,086370 (Cl.62-1) oct. 2, 1959.
- 6.-Philip, C. S. (Udylite Corp) High-energy battery.Ger. Offen
2,128198 (Cl. H 01m, C 01by) 30 Dec 1971 U.S. Appl. --
50,05426 june 1970, 45pp.

- 7.-Howard, P. L. The Chlorine-Zinc Primary Cell. *Journal - of Electrochem. Soc.* 99 206c - 7c 1952.
- 8.-Heise, G. W. Schumacher, E. A. and Cahoon N. C. Chlorine Depolarized Cell. *J. and Trans Electrochemistry Soc.* -- 94 99 1948.
- 9.-Vives, Escuder, J.
Instalaciones Frigoríficas; Fundamentos técnicos de la - refrigeración mecánica.
3a. Ed.
Editorial Reverté
México, 1956.