

41126

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

89

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON**

**“EL USO DE BATERÍAS RECARGABLES EN VEHICULOS
DE TRACCIÓN ELECTICOS”**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :
J E A N PAUL PIMENTEL DELGADO

ASESOR:
ING. JESÚS NÚÑEZ VALADEZ

MEXICO 2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

**TESIS
CON
FALLA DE
ORIGEN**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

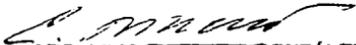
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN**
DIRECCIÓN

**JEAN PAUL PIMENTEL DELGADO
PRESENTE.**

En contestación a la solicitud de fecha 25 de junio del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. JESÚS NÚÑEZ VALADEZ pueda dirigir el trabajo de tesis denominado "EL USO DE BATERÍAS RECARGABLES EN VEHÍCULOS DE TRACCIÓN ELÉCTRICOS", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 4 de julio de 2002
LA DIRECTORA


ARQ. ELIA TURCOTT GONZÁLEZ

- C p Secretaría Académica.
C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
C p Asesor de Tesis.

LTG/AIR/la.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

D



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN
SECRETARÍA ACADÉMICA

Ing. RAÚL BARRÓN VERA
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 25 de octubre del año en curso, por la que se comunica que el alumno JEAN PAUL PIMENTEL DELGADO, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "EL USO DE BATERÍAS RECARGABLES EN VEHÍCULOS DE TRACCIÓN ELÉCTRICOS", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 28 de octubre del 2002
EL SECRETARIO

Lic. ALBERTO IBARRA ROJAS



C p Asesor de Tesis.
C p interesado...

AIR/vr

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

C

No. de Cuenta : 9209330-6



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

NOMBRE DE LA TESIS

**" EL USO DE BATERÍAS
RECARGABLES EN VEHÍCULOS DE
TRACCIÓN ELÉCTRICOS "**

**SECRETARÍA GENERAL
COORDINACIÓN DE LA
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
UNIDAD DE RECEPCIÓN Y
EXPEDICIÓN DE DOCUMENTOS
DEPTO. DE EXÁMENES PROFS.**

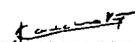
C I R C U L A R

Por la presente comunico a ustedes que el día 28 de NOVIEMBRE del 2002 a las 9:00 horas, tendrá lugar en la ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN, el examen profesional de PARENTAL DELGADO JEAN PAUL de la carrera de ING. MEC. ELÉCTRICA, con el siguiente jurado:

PRESIDENTE ING. JESÚS NÚÑEZ VALADEZ 

VOCAL ING. FRANCISCO APOLOMÓ ARISTA PATIÑO 

SECRETARIO ING. NOÉ GONZÁLEZ ROSAS 

SUPLENTE ING. ADRIÁN PAREDES ROMERO 

SUPLENTE ING. ABEL VERDE CRUZ 

**ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**

San Juan de Aragón, Edo. De Méx. a 8 DE NOVIEMBRE DEL 2002.
JEFE DEL DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES


LIC. MA. TERESA LUNA SÁNCHEZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A MIS PADRES:

GRACIAS POR EL APOYO QUE ME HAN BRINDADO
A LO LARGO DE MI VIDA Y MIS ESTUDIOS,
LOGRANDO ASI UNA DE MIS PRINCIPALES METAS
QUE ES TITULARME.

A ELLOS LES DEDICO PRINCIPALMENTE ESTA
PARTE TAN IMPORTANTE DE MI.

ESPERO HABER CORRESPONDIDO A LOS
ESFUERZOS Y TODOS LOS CONSEJOS QUE
SIRVIERON PARA SER MEJOR CADA DÍA Y ASI
LLEGAR A LA CULMINACIÓN DE LA CARRERA.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

E

A MIS HERMANOS:

SANDY

QUE LE SIRVA DE EJEMPLO A SEGUIR Y SUPERAR
RETOS FIJADOS A LO LARGO DE SU VIDA
PROFESIONAL Y PERSONAL.

GRACIAS HERMANA

ALAN JORGE

SIENDO MI HERMANO EL MENOR LE AGRADEZCO
SU INOCENCIA Y FELICIDAD QUE VINO A ENCENDER
UNA NUEVA LUZ EN NUESTRA FAMILIA.

ESPERO LE SIRVA DE BASE PARA SU VIDA FUTURA

GRACIAS YIYO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

f

A MI HIJA:

KARLA ALEJANDRA

A ESE SER TAN MARAVILLOSO QUE VINO A
FORMAR LO MÁS IMPORTANTE EN MI VIDA Y ME
DIO LA OPORTUNIDAD DE SER PADRE.

GRACIAS ALE

A MI ASESOR:

ING. JESÚS NÚÑEZ VALADEZ

POR BRINDARME SU AMISTAD Y SOBRE TODO SER
MI GUÍA A LO LARGO DE LA CARRERA.

GRACIAS INGE

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A MIS AMIGOS:

LOS INGENIEROS

POR QUE ASÍ LOS CONSIDERO MIS VERDADEROS
AMIGOS, LES AGRADEZCO TODO EL APOYO Y
CONSEJOS EN EL TRANSCURSO DE MI CARRERA.

A TODOS ELLOS ... GRACIAS INGES

ING. NOÉ GONZÁLEZ ROSAS
ING. DAVID MOISÉS TERÁN PÉREZ
ING. ADRIAN PAREDES ROMERO
ING. JORGE RODRÍGUEZ LUNA
ING. JUAN A. VILLANUEVA ORTEGA
ING. RODOLFO ZARAGOZA BUCHAÍN
ING. FRANCISCO A. ARISTA PATIÑO
ING. NORMA SOTO ARREDONDO
ING. SERGIO RAMÍREZ RAMÍREZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A MI AMIGO DE GENERACIÓN:

OSCAR RAÚL VILLAMIL RAMÍREZ

TE AGRADEZCO LA AMISTAD INCONDICIONAL QUE
ME BRINDASTE PARA ASI PODER ABRIRME
CAMINO POR SÍ SOLO EN LA CARRERA Y POR
ENSEÑARME A VALORAR LAS RELACIONES
PÚBLICAS QUE CADA PERSONA DEBE TENER, ASI
COMO LOS FRUTOS QUE OBTENEMOS DE ELLAS.

GRACIAS VILLAMIL

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2

INTRODUCCIÓN.

En un conductor, como un alambre de cobre, los electrones libres son cargas que se pueden poner en movimiento con relativa facilidad aplicando una diferencia de potencial. Si entre los extremos de un alambre de cobre se aplica una diferencia de potencial, el voltaje aplicado hace que los electrones se desplacen. Esta corriente es un agrupamiento de electrones desde el punto de la carga negativa hasta la carga positiva.

La dirección del agrupamiento de electrones es el trayecto que va desde el lado negativo de la batería y que regresa de nuevo al lado positivo pasando por el alambre. La dirección del flujo de los electrones es de un punto de potencial negativo hacia un punto de potencial positivo. La dirección del movimiento de las cargas positivas, opuesta al flujo de los electrones, se considera como el flujo convencional de la corriente eléctrica. En electricidad básica, los circuitos se analizan generalmente con base en la corriente convencional porque se consideran potenciales positivos y no negativos. Por tanto, la dirección de la corriente convencional es la del movimiento de las cargas positivas. Cualquier circuito puede analizarse por el flujo real de los electrones o por el flujo convencional en la dirección opuesta. (Abraham-Becker, 1990).

Los siguientes conceptos permitirán comprender las teorías expuestas en el Marco Teórico del presente trabajo de tesis:

1.- Batería Química.- Una celda química voltaica es una combinación de materiales que se utilizan para transformar energía química en energía eléctrica. Se forma una batería al conectar dos o más celdas. Mediante una reacción química se producen cargas opuestas en metales diferentes, que sirven como terminales positiva y negativa. Los metales están en contacto con un electrolito. (Frank, 1988).

2.- Generador.- El generador es una máquina que hace uso de la Inducción Electromagnética para producir un voltaje por medio de bobinas de alambre que giran en un campo magnético estacionario o de un campo magnético giratorio que pasa por un devanado estacionario. En la actualidad, más del 95% de la energía eléctrica del mundo es producida por generadores. (Harnwell, 1987).

3.- Energía Térmica.- La producción de la mayor parte de la energía eléctrica se obtiene de energía térmica. La combustión de carbón, petróleo o gas natural proporciona grandes cantidades de calor. Una vez que se dispone de energía térmica, el siguiente paso es convertirla en energía mecánica.

Se calienta agua para producir vapor, el cual se usa para mover las turbinas que impulsan los generadores eléctricos. La conversión *directa* de energía térmica en energía eléctrica aumentaría la eficiencia y reduciría la contaminación térmica de los recursos hidrológicos y de la atmósfera. (Laws, 1978).

4.- *Conversión MagnetoHidroDinámica (MHD)*.- En un convertidor MHD, se ionizan gases a temperaturas muy altas, aproximadamente a 3 000°F ó 1650°C. Los gases calientes pasan por un Campo Magnético intenso produciéndose una corriente, luego los gases de escape regresan a la fuente de calor para completar el ciclo. Los Convertidores de MHD carecen de partes mecánicas móviles. (Lindsay and Margenau, 1987).

5.- *Emisión Termoiónica*.- El Convertidor de Energía Termoiónica es un aparato que consiste de dos electrodos en vacío. EL electrodo emisor se calienta y produce electrones libres. El electrodo colector se mantiene a una temperatura mucho más baja y recibe los electrones liberados por el emisor. (Page and Adams, 1980).

6.- *Celdas Solares*.- Las celdas solares convierten energía luminosa directamente en energía eléctrica. Consisten de un material semiconductor como el silicio, y se usan mucho más en las naves espaciales y satélites artificiales para recargar las baterías. También se utilizan en la calefacción de casas-habitación. (Ryder, 1992).

7.- *Efecto Piezoeléctrico*.- Algunos cristales, como el cuarzo y las sales de Rochelle, generan un voltaje cuando se les hace vibrar mecánicamente. Esto se conoce con el nombre de *efecto piezoeléctrico*. Un ejemplo, es el cartucho de cristal de un fonógrafo o tocadiscos, que contiene un cristal de Sal de Rochelle al cual está fijada una aguja. Al moverse la aguja en los surcos del disco, oscila de lado a lado. Este movimiento mecánico se aplica al cristal y se genera así un voltaje. (Smythe, 1995).

8.- *Efecto Fotoeléctrico*.- Algunos materiales como el zinc, potasio y el óxido de cesio, emiten electrones al incidir la luz sobre sus superficies. Este fenómeno se conoce como *efecto fotoeléctrico*. Algunas aplicaciones comunes de la fotoelectricidad son los tubos de cámaras de televisión y las celdas fotoeléctricas. (Stratton, 1991).

9.- *Termopares*.- Si se sueldan dos alambres de materiales diferentes, como el hierro y el cobre, y se calienta la juntura o unión, la diferencia en la actividad electrónica de los dos metales produce una Fuerza Electromotriz (FEM) entre ambas partes de la unión. Un termopar puede usarse para medir la cantidad de corriente, porque la corriente calienta a la unión. (Taylor, 1985).

OBJETIVO GENERAL.

Explicar la Teoría de Operación de la Baterías utilizadas en la Fuentes No Interrumpibles Aplicadas en Vehículos de Tracción Eléctricos.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- 1.- Establecer los Fundamentos de la Baterías.
- 2.- Establecer las características de las Baterías Recargables.
- 3.- Establecer las características, propiedades y aplicaciones de las Fuentes No Interrumpibles (UPS).
- 4.- Establecer las Aplicaciones y uso de las Baterías Recargables en Vehículos de Tracción Eléctricos.

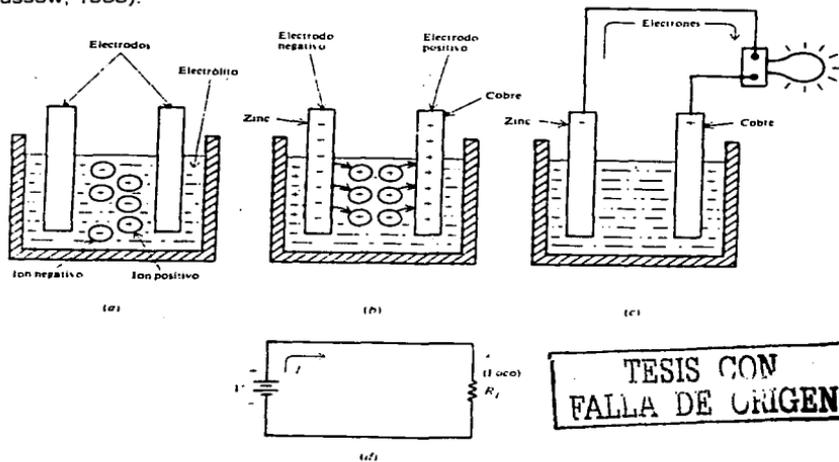
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO I.

FUNDAMENTOS DE BATERÍAS.

1.1.- Introducción.

Una pila química voltaica es una combinación de materiales que se usan para convertir energía química en energía eléctrica. La pila química consiste de dos electrodos de distinta especie de metal o de compuesto metálico y un electrolito, que es una solución capaz de conducir una corriente eléctrica. Se forma una batería cuando se conectan dos o más celdas, véase la Figura I.1. (Gussow, 1983).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura I.1.- Principal Actividad Química de una Celda Voltaica o Galvánica.

Un excelente ejemplo de un par de materiales para electrodo es el zinc y el cobre. El zinc contiene átomos de abundancia cargados negativamente, mientras que el cobre tiene abundancia de átomos cargados positivamente. La acción química se inicia cuando se sumergen en un electrolito las placas de estos metales. El electrodo de zinc acumula una carga negativa mucho mayor porque gradualmente se disuelven en el electrolito.

Los átomos que salen del electrodo del zinc están cargados positivamente y son atraídos por los iones cargados negativamente (-) del electrolito, mientras que el cobre cede electrones quedándose con exceso de carga positiva. Si se conecta alguna carga (como un foco), a las terminales en los electrodos, las fuerzas de atracción y repulsión harán que los electrones libres en el electrodo negativo de zinc, los alambres de conexión y el filamento del foco se muevan hacia el electrodo de cobre cargado positivamente. La diferencia de potencial que se produce permite que la pila funcione como una fuente de voltaje aplicado. El electrolito de una batería puede ser un líquido o una pasta. Si el electrolito es un líquido, con frecuencia se denomina a la celda *húmeda*. Si el electrolito está en forma de pasta se hace referencia a la pila o celda *seca*.

1.2 - Celdas en Serie y en Paralelo.

Cuando las celdas se conectan en serie (Figura 1.2), el voltaje total de la batería de celdas es igual a la suma de los voltajes de cada celda individual. Cuando las celdas se colocan en serie, la terminal positiva de una celda se conecta a la terminal negativa de otra. La corriente que pasa por esta batería de celdas en serie es la misma que para una celda, porque la misma corriente circula por todas las celdas en serie. (Edminister, 1995).

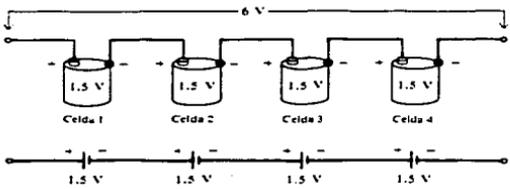


Figura 1.2.- Celdas en Serie.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para obtener una corriente mayor, la batería tiene las celdas en paralelo (Figura 1.3). Cuando las celdas se colocan en paralelo, todas las terminales positivas se conectan entre sí y todas las terminales negativas tienen un punto común. Cualquier punto del lado positivo puede servir como terminal positiva de la batería y cualquier punto del lado negativo puede usarse como terminal negativa.

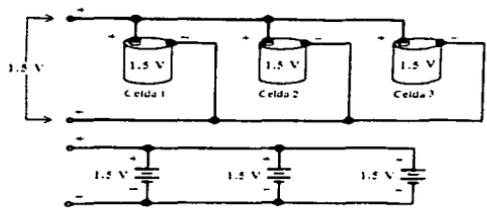


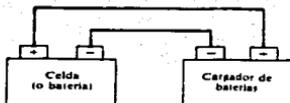
Figura 1.3.- Pilas en Paralelo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La salida total de voltaje de una batería de tres celdas en paralelo es la misma que para una sola celda (Figura 1.3), pero la corriente disponible es tres veces mayor que para una celda. La conexión en paralelo tiene el mismo efecto que aumentar el tamaño de los electrodos y la cantidad de electrolito en una sola celda, lo cual aumenta la capacidad corriente. Las celdas idénticas conectadas en paralelo proporcionan partes iguales de corriente a la carga. Por ejemplo, tres celdas idénticas en paralelo suministran una corriente en la carga de 270 mA, de los cuales cada una contribuye con 90 mA.

1.3 - Celdas Primarias y Celdas Secundarias.

Las *celdas primarias* son las que no pueden recargarse o alcanzar buenas condiciones después que el voltaje de salida baja demasiado. Las celdas secas que se usan en las lámparas, los compuestos o elementos químicos que proporcionan la energía eléctrica regresen a su condición original. La recarga se efectúa al hacer circular corriente directa por la pila en la dirección opuesta a la de la corriente que proporciona la celda a un circuito. Una batería se recarga conectándola a un cargador de igual polaridad (Figura 1.4). Algunos cargadores de baterías tienen un voltímetro y un amperímetro que indican el voltaje y la corriente de carga.



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

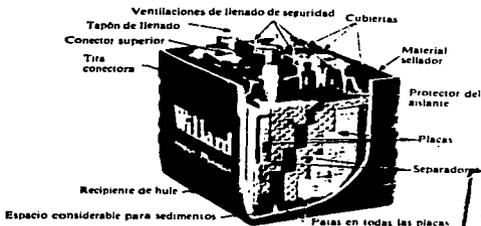
Figura 1.4.- Recarga de una Celda Secundaria con un Cargador de Baterías.

El ejemplo más común de celda secundaria es una batería de automóvil o acumulador. Las celdas y baterías secundarias son especialmente útiles para alimentar aparatos portátiles o móviles cuando se dispone de un generador para mantenerlas cargadas. Se usan celdas secundarias más pequeñas y selladas para alimentar aparatos portátiles como rasuradoras, calculadoras electrónicas, radios y receptores de televisión. Éstas se recargan fácilmente de la línea doméstica mediante sencillos cargadores de bajo costo que a menudo están incorporados en el mismo aparato.

1.4.- Tipos de Baterías.

1.4.1.- Batería de Plomo y Ácido.

La batería de plomo y ácido consiste en cierto número de celdas de plomo y ácido. Cada celda tiene dos grupos de placas de plomo; un grupo es la terminal positiva y el otro la negativa. Todas las placas positivas están conectadas por medio de una tira conectora (Figura 1.5). Las placas negativas están *alternadas o entrelazadas*, de manera que haya una placa positiva seguida de una negativa. Entre las placas hay láminas de material aislante llamadas separadores, que hacen de madera porosa, madera perforada o fibra de vidrio. Los separadores evitan que las placas positiva y negativa se toquen y produzcan un cortocircuito, lo que destruirá la celda.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Figura I.5.- Vista Seccionada de una Batería de Plomo y Ácido.

La placa positiva se trata químicamente para que se forme peróxido de plomo (una combinación de plomo y oxígeno) y el electrodo negativo consiste de plomo poroso esponjoso. Los dos grupos de placas con los separadores se colocan en un recipiente con una solución diluida de ácido sulfúrico y agua. El nombre *batería de plomo y ácido* hace referencia a las placas de plomo y al ácido sulfúrico que son los principales componentes de la batería.

El voltaje de este tipo es ligeramente superior a los 2 volts. Las baterías que se emplean en los automóviles modernos contienen seis celdas conectadas en serie de manera que el voltaje de salida de la batería es ligeramente mayor que 12 volts. Los automóviles más viejos, hechos en la primera mitad de la década de 1950, usaban baterías en las que se conectaban en serie tres celdas para dar un voltaje de salida ligeramente mayor que 6 volts.

El acumulador puede entregar corriente por un tiempo mucho mayor que la batería o pila ordinaria. Cuando el acumulador se descarga y resulta incapaz de proporcionar la corriente que requiere el circuito, la batería puede ser separada del circuito y recargarse haciendo pasar por ella corriente en la dirección opuesta. Una vez que la batería se ha recargado, se la puede volver a conectar en el circuito para que proporcione corriente.

En los automóviles, la batería se conecta a un aparato llamado *alternador*. Mientras el motor del auto funciona a una velocidad razonable, el alternador carga la batería y al mismo tiempo proporciona la corriente necesaria para que opere el automóvil. Sin embargo, cuando el auto funciona a baja velocidad o cuando se detiene, el alternador no gira con suficiente rapidez para proporcionar la electricidad requerida por el automóvil. Entonces la batería proporciona la energía, lo que hace que se descargue lentamente.

Cuando la batería se descarga, algo del ácido del electrolítico se combina con el material activo de las placas (Figura 1.6a). La reacción química cambia el material de ambas placas a sulfato de plomo. Cuando la batería es cargada por el alternador, ocurre la reacción inversa y el ácido que fue absorbido por las placas regresa al electrolito (Figura 1.6b). En consecuencia, el material activo de las placas regresa a su condición original (cargada) de peróxido de plomo y plomo esponjoso y el electrolito se restaura a su concentración original.

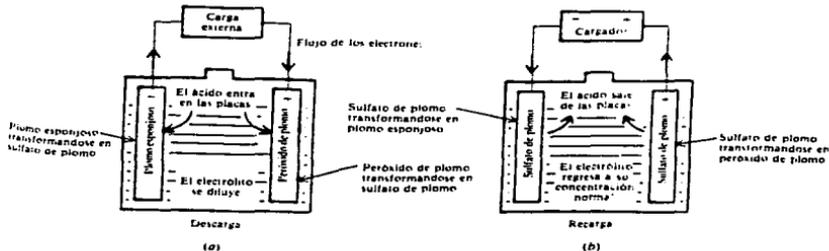


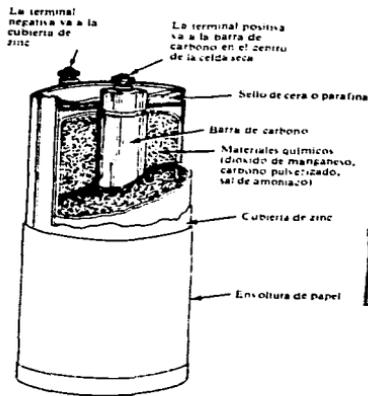
Figura 1.6.- Actividad Química en una Celda de Plomo y Ácido.

Siempre que se carga una batería, la reacción química produce hidrógeno gaseoso en las superficies de una placa y oxígeno en la otra. Estos gases suben como "burbujitas" a la superficie y escapan por el agujero de la ventilación del tapón de la celda. De esta manera pierde agua la celda al salir de ella los gases. El agua que escapa debe ser sustituida para conservar el nivel adecuado del electrolito. Siempre debe agregarse a la celda agua destilada, de lo contrario, cualquier impureza en el agua se combinará químicamente con el ácido sulfúrico en las placas y formará un compuesto estable que no tomará parte en la acción de carga o descarga de la batería.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.4.2.- Celda de Carbono y Zinc.

Es el tipo de celda comercial más antiguo y de más uso. El carbono en forma de barra se coloca en el centro de la terminal positiva. La cubierta de la celda se hace de zinc; que es el electrodo negativo (Figura 1.7). Entre el electrodo de carbono y la cubierta de zinc se encuentra el electrolito, una mezcla química pastosa. La celda está sellada para evitar que el líquido de la pasta se evapore. EL voltaje de una batería de este tipo es de aproximadamente 1.5 volts.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 1.7.- Construcción de la Celda de Carbono y Zinc.

1.4.3 - Celda Alcalina.

La celda secundaria alcalina se llama así porque tiene un electrolito alcalino de hidróxido de potasio. Un tipo de batería que tiene el nombre de *batería alcalina* tiene el electrodo negativo de zinc y el positivo de dióxido de manganeso. Genera 1.5 volts. La primaria alcalina es similar en construcción a la del tipo recargable y tiene el mismo voltaje de operación (Figura 1.8). Esta celda tienen una vida mayor que la de una de zinc y carbono del mismo tamaño.



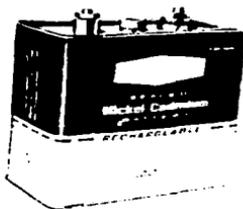
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 1.8.- Batería Alcalina de Manganeso.

1.4.4 - Celda de Níquel-Cadmio.

En la celda seca secundaria de níquel-cadmio, el electrolito es hidróxido de potasio, el electrodo negativo es de hidróxido de níquel y el electrodo positivo es de óxido de cadmio. Su voltaje de operación es de 1.25 volts. Estas pilas se fabrican en distintos tamaños, incluyendo la forma de un botón plano. La batería de níquel-cadmio es la única batería seca que es un verdadero acumulador con una reacción química reversible, lo cual permite recargarla muchas veces (Figura 1.9).

Es de gran resistencia y ofrece un servicio confiable bajo condiciones extremas de choque, vibración y temperatura. Por consiguiente, es ideal para ser usada en equipos de radio-comunicación portátiles.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura I.9.- Batería de Níquel-Cadmio.

I.4.5.- Celda de Edison.

Una celda secundaria más ligera y más resistente que la celda de plomo y ácido es la Celda de Edison o celda alcalina de níquel y hierro. Funciona a un voltaje sin carga de 1.4 volts. Cuando el voltaje disminuye a 1.0 volts, la celda debe recargarse. Totalmente cargada, tiene una placa positiva de níquel y una placa negativa de hierro. Al igual que la celda de plomo y ácido, la Celda de Edison también produce hidrógeno y oxígeno gaseosos. En consecuencia, el electrolito requiere ser recargado con agua destilada.

I.4.6.- Celda de Mercurio.

Hay dos tipos diferentes de celdas de mercurio. Uno es una celda plana con forma de botón, mientras que el otro es una celda cilíndrica que se parece a una batería normal de lámpara. La ventaja de la celda del tipo de botón es que varias de ellas pueden apilarse para formar una batería. Una batería común consta de tres celdas planas (Figura I.10). Una celda de este tipo produce 1.35 volts.

Las celdas y baterías de mercurio tienen una buena vida de almacenaje y son muy resistentes. Como producen un voltaje de salida constante bajo diferentes condiciones de carga aplicada, se usan en muchos productos distintos, incluyendo los relojes electrónicos, auxiliares auditivos, instrumentos de medición y prueba y sistemas de alarma.



Figura I.10.- Batería de Mercurio Representativa.

I.5.- Características de las Baterías.

I.5.1.- Resistencia Interna.

Una batería es un generador de voltaje de corriente continua (c-c): Todos los generadores tienen una resistencia interna. En una celda química, la resistencia del electrolito entre los electrodos es responsable de la mayor parte de la resistencia interna de la celda (Figura I.11). Como cualquier corriente en la batería debe pasar por la resistencia interna R_i debe estar en serie con el voltaje

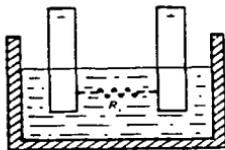
generado V_B (Figura I.12a). Sin corriente, la caída de voltaje en R_i es cero, de manera que el voltaje completo generado V_B se aplica a las terminales de salida

(Figura I.12a). Este es el voltaje a circuito abierto, voltaje sin carga o voltaje en vacío. Si se conecta una resistencia de carga R_L a la batería, R_L debe estar en

serie con R_i (Figura I.12b). Cuando la corriente I circula en el circuito, la caída de voltaje interna, $I R_i$, disminuye el voltaje V_L entre las terminales de la batería,

de que $V_L = V_B - I R_i$.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura I.11.- Resistencia Interna en una Celda.

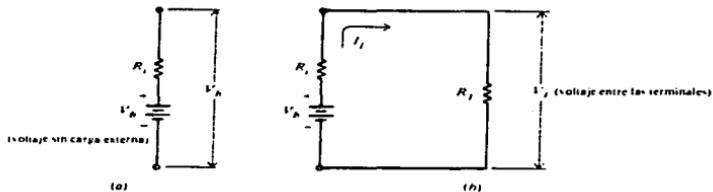


Figura I.12.- Caída $I R_i$ Interna.
L i

1.5.2 - Densidad Relativa

La densidad relativa de cualquier líquido es el cociente que compara su peso con el peso de un volumen igual de agua. El ácido sulfúrico tiene una gravedad específica de 1.835 porque pesa 1.835 veces lo que el agua por unidad de volumen.

La densidad relativa de la solución electrolítica de una celda de plomo y ácido varía de 1.210 a 1.300 para las baterías nuevas y totalmente cargadas. Mientras mayor sea la densidad relativa, menor es la resistencia interna de la celda y mayor será la posible corriente de carga.

Al descargarse la celda, el agua que se forma diluye el ácido y la densidad relativa gradualmente disminuye hasta aproximadamente 1.150, valor en el cual se considera que la celda está totalmente descargada. La densidad relativa se mide con un *densímetro* (*hidrómetro*) del tipo de la jeringa, que tiene un bulbo de hule compresible en la parte superior, un barril de vidrio y una manguera de hule en el fondo o pie del barril.

Al tomar lecturas con el densímetro, es usual omitir el punto decimal. Por ejemplo, una gravedad específica de 1.270 se lee simplemente como "mil doscientos setenta"; es decir, 1 270. Una lectura del densímetro de 1 210 a 1 300 indica una carga completa; alrededor de 1 250 es carga media y de 1 150 a 1 200 es descarga completa.

1.5.3 - Capacidad

La capacidad de una batería se especifica en Ampère-horas (Ah). La capacidad de un acumulador determina cuánto tiempo operará a una velocidad de descarga dada. Por ejemplo, una batería de 90 Ah debe descargarse después de 9 horas de una descarga promedio de 10 Ampères.

Cuando está totalmente cargada, la celda de una batería de plomo y ácido de un automóvil tiene un voltaje inicial de aproximadamente 2.1 volts sin carga, pero se descarga con rapidez. La batería está "muerta" tras unas 24 horas de descarga bajo una condición con carga externa. Sin embargo, en uso normal, este tipo de batería se recarga constantemente con el alternador del automóvil.

1.5.4.- Vida en Almacenaje.

La vida en almacenaje de una batería es el período durante el cual se puede almacenar la batería sin que pierda más que aproximadamente un 10% de su capacidad original. La capacidad de una batería es la habilidad que tiene de proporcionar cierta cantidad de corriente al circuito en el que se use. La disminución en la capacidad de una batería que se ha almacenado se debe principalmente a que se seque el electrolito (baterías húmedas) y a reacciones químicas que cambian los materiales en el interior de la celda. Como el calor estimula ambas reacciones, la vida en almacenaje de una batería puede alargarse conservándola en un lugar frío y seco.

1.5.5.- Comparación de los Diferentes Tipos de Celdas en el Mercado.

La Tabla 1.1 compara los distintos tipos de baterías o pilas que hasta ahora se han analizado.

Nombre	Voltaje	Húmeda o seca	Tipo (primaria o secundaria)	Ejemplos y características
Celda de plomo y ácido	2.2	Húmeda	Secundaria	R, muy pequeña y una alta corriente nominal; baterías de 6 y 12 V.
Celda de carbono y zinc	1.5	Seca	Primaria	Celdas en tamaños AA, A, B, C y D; baterías para linterna; precio mínimo; corta vida en almacenaje; pequeña capacidad de corriente
Celda alcalina de manganeso	1.5	Seca	De ambos tipos	Dióxido de manganeso y zinc en hidróxido; corrientes superiores a los 300 mA.
Celda de níquel-cadmio	1.25	Seca	Secundaria	Electrolito de hidróxido; voltaje constante; reacción química reversible, se usan en linternas y herramientas portátiles recargables
Celda de Edison	1.4	Húmeda	Secundaria	Níquel y hierro en hidróxido; aplicaciones industriales

Tabla 1.1.- Tipos de Celdas en el Mercado.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CAPÍTULO II.

CARACTERÍSTICAS DE LAS BATERÍAS RECARGABLES.

II.1.- Energía Química y Fuerza Electromotriz (FEM).

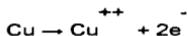
Cuando una pila eléctrica o una batería de acumuladores forma parte de un circuito cerrado, se produce una corriente. Puede hacerse que esta corriente realice trabajo mecánico o desarrolle calor, procediendo ambas energías de la energía química presente inicialmente en el interior de las baterías. En el circuito eléctrico se produce una Fuerza Electromotriz (FEM) de origen químico por transformación de energía química en eléctrica.

La energía química es consecuencia de las fuerzas existentes entre los átomos que forman las moléculas. A causa de estas fuerzas, las moléculas producidas en una reacción química pueden tener una energía potencial menor que los productos iniciales de la reacción. En una reacción de esta naturaleza, una parte de la energía se libera en forma calorífica y otra como trabajo útil. Inversamente, esta reacción sólo puede transcurrir en sentido opuesto si se suministra energía procedente de algún manantial exterior. En las reacciones que tienen lugar en las pilas eléctricas se han de considerar no sólo las fuerzas entre los distintos átomos sino también entre los átomos y sus electrones orbitales.

Estas reacciones se denominan de oxidación y reducción. En una reacción de oxidación de un átomo o un grupo de átomos pierde uno o más electrones. Las reacciones en que hay ganancia de electrones son reacciones de reducción.

II.2. - Potenciales de Electrodo.

Un ejemplo del proceso de pérdida de un electrón, u oxidación, tiene lugar cuando se introduce una lámina de cobre en agua pura; inmediatamente pasan a la disolución iones de cobre, (Sears, 1980). La ecuación química que representa el proceso puede escribirse como sigue:



Desde un punto de vista muy esquemático, se puede imaginar que las fuerzas atractivas de las moléculas de agua exceden a las fuerzas de cohesión que mantienen los iones de cobre en su red cristalina. En ausencia de otros fenómenos, tendría lugar un flujo continuo de iones a la disolución; pero puesto que cada ión positivo que entra en la misma deja libres en la lámina dos electrones, ésta adquiere inmediatamente un potencial negativo respecto a la disolución.

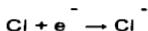
En consecuencia, los iones de la disolución son atraídos por la lámina de cobre, y cierta fracción de ellos es capturada por la lámina neutralizada. Cuanto mayor es la carga negativa de la lámina, tanto mayor es la tendencia de los iones positivos a volver a ella, y tanto menor es el número de iones que escapan a la neutralización.

En estado de equilibrio, las cantidades iones que abandonan la lámina y vuelven a ella por unidad de tiempo son iguales y el potencial de la lámina es suficiente para producir una reacción inversa, igual a la reacción primitiva. La presencia de más iones de cobre en la disolución aumenta la velocidad de la reacción inversa y el potencial para el nuevo equilibrio del cobre respecto a la disolución depende de la concentración de iones de cobre a su alrededor.

Puesto que la velocidad de ambas reacciones es influida en distinto grado por la temperatura del sistema, el potencial de electrodo varía con la temperatura. El proceso de pérdida de electrones se verifica más fácilmente para los elementos que contienen pocos electrones en su capa externa de valencia, como ocurre particularmente para los metales y el hidrógeno.

La ganancia de electrones tiene lugar para un grupo grande de elementos cuya cubierta electrónica externa posee uno o más lugares vacíos dentro de los cuales pueden acomodarse electrones libres. Cuando se cubren estos huecos, la capa se asemeja a la del gas noble más próximo en la Tabla Periódica y se origina una configuración estable. Los átomos tienen ahora un exceso de electrones negativos y son así iones negativos. Constituye un ejemplo típico el átomo de cloro que puede captar un solo electrón negativo.

La presencia del electrón proporciona al cloro una sola carga negativa y el ión cloro resultante tiene una capa exterior completa que es análoga al de su gas noble inmediato, el argón. El proceso no está restringido a átomos aislados, sino que puede tener lugar para grupos de átomos. En el ión sulfato un solo átomo de azufre está unido químicamente a cuatro átomos de oxígeno, y el grupo tiene dos cargas electrónicas negativas. En el caso de un electrodo de cloro gaseoso, se forman iones negativos por la reacción:



en la cual se reduce el cloro. Como resultado de la reducción, el electrodo se carga positivamente y su potencial es positivo respecto a la disolución. Tanto para la reducción como para la oxidación se observa el mismo efecto de la temperatura y concentración iónica sobre el potencial de electrodo. Si el electrodo es gaseoso adquiere importancia otro factor más, que es la presión del gas.

11.3 - Pilas Eléctricas.

Cuando se introduce un solo electrodo en una disolución, forma evidentemente un solo origen de Fuerza Electromotriz (FEM). Esta FEM puede medirse siempre que se disponga de algún medio para establecer contacto con la disolución a través de un electrodo que tenga el mismo potencial que ella. En la práctica esto no es posible. La medida absoluta del potencial de un solo electrodo implica métodos especiales de precisión dudosa. Sin embargo, no se plantea ninguna dificultad práctica, porque lo que se mide ordinariamente son diferencias de potencial entre pares de electrodos.

La introducción de un segundo electrodo completa una pila eléctrica. La FEM de la pila está determinada en parte por la diferencia entre las fuerzas electromotrices que proceden de los electrodos. Estas fuerzas electromotrices dependen de la naturaleza de los electrodos, de las concentraciones iónicas en el espacio que los rodea, de la temperatura y, en casos especiales, de la presión. En ciertas pilas hay un origen adicional de FEM.

Lo mismo que se produce una diferencia de potencial entre un electrodo y una disolución, se presentan también diferencias de potencial en el contacto de una disolución con otra. Este efecto es particularmente acusado cuando una disolución concentrada está en contacto con una diluida, y los iones positivos y negativos son de tal naturaleza que se difunden con una diferencia de velocidades considerable.

Puesto que la FEM de una pila sin tal contacto líquido es la diferencia de las fuerzas electromotrices de los electrodos, se puede formar un tipo particular de pila con una FEM neta manteniendo idénticos todos los factores que afectan a los dos potenciales de electrodo, menos uno. Una de las pilas más interesantes de este tipo es aquella en la cual ambos electrodos son del mismo material y sólo varían las concentraciones de los iones alrededor de los electrodos.

Estas pilas son importantes en el estudio de la corrosión. El lector de este trabajo puede imaginar fácilmente un gran número de pilas distintas que varían sólo o a la vez, en la naturaleza de los electrodos, las concentraciones alrededor de éstos, las temperaturas de los mismos y otros factores que afectan a los potenciales de electrodos individuales.

11.4 - Electrodo de Hidrógeno.

Es un tipo muy importante de pilas, uno de los electrodos se compone de gas hidrógeno a la presión de una atmósfera. La solución tiene una concentración molar de iones hidrógeno igual a la unidad. Se permite que burbujee hidrógeno sobre un electrodo de platino cubierto con platino metálico finamente dividido. De este modo puede obtenerse un contacto efectivo entre el hidrógeno gaseoso y un circuito exterior. El efecto adicional del platino finamente dividido hace que el hidrógeno esté en equilibrio con sus iones manteniéndolo absorbido en cuya forma presenta una gran superficie.

Si se combina este electrodo a 25°C con una serie de otros electrodos en contacto con soluciones de sus iones de concentración molar igual a la unidad, puede obtenerse una escala relativa de potenciales de electrodo, utilizando el hidrógeno como potencial de referencia. Esta escala está dada en la Tabla 11.1, y a partir de ella, es fácil obtener la diferencia de potencial entre dos electrodos cualesquiera en contacto, a 25°C, con disoluciones de sus iones de concentración molar igual a la unidad, determinando la diferencia entre sus respectivas diferencias de potencial con relación al hidrógeno.

Electrodo	Ion	Potencial (volts)
Li	Li ⁺	-2,99
K	K ⁺	-2,92
Ca	Ca ⁺⁺	-2,87
Na	Na ⁺	-2,71
Mg	Mg ⁺⁺	-2,1
Mn	Mn ⁺⁺	-1,05
Zn	Zn ⁺⁺	-0,76
Cr	Cr ⁺⁺	-0,71
Sn	Sn ⁺⁺	-0,13
Pb	Pb ⁺⁺	-0,12
H ₂	H ⁺	0,00
Cu	Cu ⁺⁺	+0,34
Cd	Cd ⁺⁺	+0,522
Ag	Ag ⁺	+0,80
Cl ₂	Cl ⁻	+1,36
F ₂	F ⁻	+2,85

* Para otros potenciales, consulte LATIMER-ILDEFRAND: *Reference Book of Inorganic Chemistry*, 12. edicion de mismo autorizado por estos autores en español al adaptado aquí.

Tabla II.1.- Potenciales de Electrodo.

II.5 - Cálculo de Fuerzas Electromotrices.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Aplicando métodos termodinámicos es posible obtener una ecuación para la diferencia de potencial de una pila eléctrica en condiciones de equilibrio. En el estudio que se va a efectuar se dará una forma simplificada que sólo es aplicable a pilas sin contactos líquidos internos y en las cuales los electrodos son metales puros *a* y *b* sumergidos en disoluciones muy diluidas que sólo contienen los iones respectivos. Sea V_{ab} la diferencia de potencial entre los bornes o terminales

de la pila en condiciones de equilibrio y circuito abierto. Se tiene:

$$V_{ab} = V_a^{\circ} - V_b^{\circ} + [(RT)/(F)] \ln \left[\frac{(C_a^{\alpha})}{(C_b^{\beta})} \right]$$

donde: V_a° y V_b° son los potenciales de electrodo molales de los metales *a* y *b*

respecto al hidrógeno que aparece en la Tabla II.1.

R es la constante de los gases perfectos (8.314 Joules/Grado-mol).

F es el Faraday (96 500 Coulombs).

T es la temperatura en ($^{\circ}K$).

C_a y C_b , las concentraciones molales de los iones de los metales a y b .

α y β son las fracciones de los números de iones que entran o salen de la disolución a los respectivos metales a y b cuando una carga electrónica pasa a través de la pila. Se han elegido los signos de modo que cuando V_{ab} es positivo, el borne o terminal a tiene un potencial superior al borne o terminal de b .

II.6.- Concentración de Iones Hidrógeno.

El electrodo de hidrógeno puede utilizarse para medir la concentración de iones hidrógeno. EN su forma de aplicación más sencilla se construye una pila que tiene dos electrodos de hidrógeno. Uno de ellos se introduce en una disolución 1 normal (para el hidrógeno 1 normal = 1 molar) de iones hidrógeno y el otro en la disolución de concentración desconocida. Con el objeto de suprimir uno de los electrodos de hidrógeno y simplificar el dispositivo el electrodo de potencial conocido.

Uno de los electrodos de referencia más corrientemente utilizado contiene mercurio y cloruro mercurioso saturado (calomelanos) en contacto con disolución 1 normal (1 molar) de cloruro potásico. Se le denomina *electrodo normal de calomelanos* y, a $25^{\circ}C$, tiene un potencial positivo respecto al electrodo normal de hidrógeno de 0.2801 Volts. Puesto que el electrodo de hidrógeno no es aplicable a determinaciones de tipo rutinario, se han ideado varios electrodos para medir concentraciones de iones hidrógeno.

El más corriente es el *electrodo vidrio*. Consiste en una membrana de vidrio muy delgada que separa una disolución cuya concentración de iones hidrógeno es conocida, de otra de concentración desconocida. El fundamento de su funcionamiento no se sabe con exactitud. Los instrumentos comerciales se gradúan frecuentemente en *unidades de pH*. El pH de una solución diluida es igual al logaritmo decimal de su concentración de iones hidrógeno, cambiado de signo. Como ejemplo de cálculo del pH, se puede tomar el de la sangre humana normal. La concentración de iones hidrógeno es 4×10^{-8} normal y el pH será por consiguiente 7.4.

II.7.- Pila de Daniell.

Uno de los generadores prácticos de energía eléctrica más sencillos es la pila de Daniell. Contiene un electrodo de zinc sumergido en una disolución de

iones (Zn^{++}), y un electrodo de cobre sumergido en una disolución de iones de

Cobre (Cu^{++}). Hay presentes también iones negativos, pero no es necesario considerarlos de momento. En algunos casos ambas disoluciones están separadas por un vaso poroso y en otros por densidad. El último tipo, llamado *pila de densidad*, está representado en la Figura II.1. El voltaje máximo se obtiene preparando la pila con una concentración mínima de iones zinc en la capa superior y una disolución saturada de iones cúpricos en la inferior.



Figura II.1.- Pila de Daniell.

La saturación de la disolución de sal cúprica se mantiene por un exceso de cristales sólidos de sulfato cúprico colocados en el fondo. Cuando pasa corriente, el zinc se disuelve y el cobre se deposita sobre el electrodo de cobre. La concentración de los iones zinc en la parte superior de la pila aumenta y, por consiguiente, la FEM de la pila disminuye y gradualmente con el tiempo.

Se obtendrá alguna indicación respecto al comportamiento de los iones en la disolución considerando el funcionamiento eléctrico y químico de la Pila de Daniell recientemente preparada. En estado de equilibrio en circuito abierto las diferencias de potencial de los electrodos respecto al líquido están determinadas por la temperatura y concentración de los iones que los rodean. Aunque las dificultades experimentales impidan la determinación exacta de estos potenciales, se supondrá para el razonamiento siguiente que ambos son negativos

Puesto que el zinc es mucho más negativo respecto a la disolución que el cobre, este último se encuentra a un potencial superior al del zinc, tal como se representa en la Figura II.2.

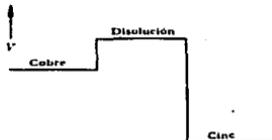


Figura II.2.- Potenciales de los Electrodos de Cobre y de Zinc de una Pila de Daniell respecto a la Disolución.

Al introducir el electrodo de zinc, algunos iones zinc pasan a la disolución y se acumula una pequeña carga positiva alrededor del electrodo de zinc. El mismo efecto ocurre también, en menor escala, alrededor del electrodo de cobre. Cuando se ha alcanzado el equilibrio, la diferencia de potencial dentro de la disolución, producida por la introducción de los electrodos, es neutralizada por un ligero transporte de iones. Después que el transporte ha terminado, la disolución se encuentra a un potencial uniforme. Puesto que el fondo de la pila está saturado con sulfato cúprico, la concentración total de sales disueltas es mayor en el electrodo de cobre que en el de zinc. Esta diferencia de concentración obliga a los iones a difundirse desde la región de concentración elevada a la región de baja concentración.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El desplazamiento tanto de iones positivos como de iones negativos mantiene así la neutralidad eléctrica y las condiciones equipotenciales en el electrolito. En este proceso de transporte, los iones de cobre se difunden hacia arriba y pronto se producen pequeñas superficies de depósito de cobre sobre el zinc; se forman así minúsculas pilas cortocircuitadas y el zinc se disuelve rápidamente.

La pila puede cortocircuitarse estableciendo una conexión de muy pequeña resistencia entre los electrodos. Los electrones fluyen entonces en el circuito exterior desde el zinc al cobre hasta que el cobre y el zinc están al mismo potencial. Las concentraciones de iones alrededor de sus respectivos electrodos se reajustan ahora por sí mismas.

Los iones cobre se mueven hacia el cobre puesto que es ahora más negativo respecto a la disolución. Iones zinc pasan a la disolución procedentes del electrodo de zinc, puesto que es ahora menos negativo. Como resultado del cambio de concentración, se establece en la disolución un gradiente de potencial, que obliga a los iones a moverse dentro de la misma desplazándose los positivos hacia el cobre y los negativos hacia el zinc. Este estado de cosas se representa en la Figura II.3.



Figura II.3.- Potenciales del Cobre, del Zinc y de la Disolución en una Pila de Daniell Cortocircuitada.

La fracción de corriente transportada por los diferentes iones depende de su carga y de la facilidad de su desplazamiento. Los iones sulfato, negativos, del electrolito inicial se mueven de una parte bajo la influencia del campo y de otra por difusión desde la región de concentración elevada a la de la concentración baja. Como se disuelven iones de zinc en el electrodo de zinc y se desplazan hacia arriba iones sulfato, la concentración de sulfato de zinc aumenta gradualmente en la parte superior de la pila.

Los iones cobre positivos que dadas las condiciones de circuito abierto se difunden hacia arriba se encuentran ahora bajo la influencia del campo. Si la corriente es suficientemente intensa, la tendencia a difundirse hacia arriba es totalmente vencida y los iones cobre no pueden desplazarse hacia el electrodo de des y se depositan.

Por esta razón, resulta ventajoso mantener cerrado en todo instante el circuito exterior de la Pila de Daniell. Dado que la Pila de Daniell tiene una elevada resistencia interior, la corriente en corto circuito es pequeña. La resistencia interior procede evidentemente en parte de las fuerzas que se oponen al movimiento de los iones a través del electrolito. Para disminuir la resistencia interna se añaden frecuentemente iones extraños.

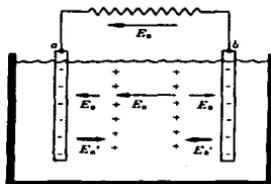
La Pila de Daniell trabaja mejor cuando funciona continuamente en un circuito cerrado de resistencia moderadamente elevada. Las condiciones de trabajo en la pila son entonces representadas en la Figura II.4.



Figura II.4.- Potenciales del Cobre, del Zinc y de la Disolución de una Pila de Daniell Conectada a una Resistencia Moderadamente Elevada.

La corriente en el circuito es igual a la FEM dividida por la resistencia total (interna y externa) del circuito. La lámina de cobre se encuentra a un potencial superior a la del zinc en una cantidad igual a la caída de voltaje en el circuito exterior. EL resto de FEM se distribuye a través de la disolución y el campo resultante es menor que en la pila cortocircuitada.

La Figura II.5 muestra esquemáticamente la situación dentro de la pila. Para facilitar la representación, la distancia entre los iones y los electrodos se ha aumentado. En la práctica será muy pequeña esa distancia. E representa la parte electrostática del campo, indicada por las flechas finas.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura II.5.- Campo Electrostático y "Campo Equivalente" en una Pila sin Conexiones Líquidas.

E' representa el *campo equivalente* que realiza trabajo sobre la carga cuando pasa a través del origen de FEM. Partiendo de a y calculando la integral curvilínea del campo total $E + E'$ a lo largo del circuito a través del electroito, y

volviendo a a a través de la resistencia exterior, se encuentra que la FEM total procede de la sola contribución de E' a la integral curvilínea. Así:

$$\epsilon = \int E' \cos \theta \, ds = \int_a^b E' \, ds - \int_b^a E \, ds$$

Los efectos de los dos orígenes de FEM puestos son los mismos que si las cargas se encontrasen bajo la acción de los campos equivalentes en los electrodos a y b . En el electrodo a se realiza trabajo positivo sobre las cargas por E' y en el electrodo b se efectúa trabajo negativo por E' .

II.8 - Reversibilidad

El principio de reversibilidad de las pilas eléctricas es de gran importancia en Termodinámica puesto que en una pila eléctrica la energía química puede convertirse reversiblemente /es decir, cuasi estáticamente) en energía eléctrica.

Para que la transformación sea reversible, ha de mantenerse el equilibrio, lo que se consigue intercalando en el circuito exterior algún manantial opuesto de FEM que sólo difiera infinitamente poco del de la pila. Si la FEM opuesta se aumenta de modo que sólo supere en una cantidad infinitamente pequeña a la de la pila, puede ser reconvertida la energía en ésta, apareciendo de nuevo en forma de energía química.

Aunque una pila pueda funcionar reversiblemente mediante cambios infinitesimales, se presentan muchos casos prácticos en los cuales el paso de una cantidad finita de carga eléctrica produce, mediante reacciones secundarias, cambios permanentes en las sustancias de la pila que no es posible corregir por el funcionamiento inverso de la misma. En tales casos, la pila es reversible termodinámicamente, pero no lo es en el sentido práctico, ya que no puede ser recargada.

11.9. - Polarización.

Durante el funcionamiento de una pila se produce una serie de fenómenos por los cuales se modifican temporalmente las condiciones químicas en la proximidad de los electrodos. El caso más sencillo de polarización se presenta cuando la concentración iónica alrededor de un electrodo se altera por el paso de la corriente.

Así, si la corriente en una Pila Daniell se aumentase rápidamente hasta un valor instantáneo elevado, la concentración de iones cobre en la proximidad inmediata de la lámina de cobre descendería inmediatamente a un valor muy bajo y, de modo análogo, la concentración en la proximidad del electrodo de zinc se elevaría de súbito.

El resultado sería una caída temporal de la FEM de la pila. Ésta se recupera rápidamente por difusión de los iones, pero de momento la pila se polariza. Hay muchos casos en los cuales la polarización limita seriamente el funcionamiento de una pila.

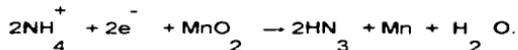
Uno de los más frecuentes se produce cuando se descargan iones hidrógeno formando hidrógeno gaseoso. Si se reemplaza en la Pila de Daniell el sulfato de cobre por ácido sulfúrico, en lugar de descargarse el electrodo de cobre iones cobre, se descargan iones hidrógeno formándose burbujas de hidrógeno gaseoso.

Aunque probablemente no se trata de la acción total, uno de los efectos del gas hidrógeno es aumentar la resistencia entre el electrodo y la disolución, elevando la resistencia interna de la pila. En algunos tipos de pilas, se añade al electrolito, en la proximidad del electrodo positivo, una sustancia denominada despolarizante, que reacciona con el hidrógeno evitando la formación de gas libre.

11.10.- Pila Seca

Aunque no es reversible en el sentido práctico, la pila seca sigue siendo el manantial pequeño de energía eléctrica más cómodo. El polo positivo es una barra de carbón y el negativo es zinc metálico. El líquido se reemplaza por una pasta que contiene cloruro de zinc y cloruro amónico. Como despolarizador se añade bióxido de manganeso.

Aunque muchas baterías de pilas secas de alto potencial se construyen en forma de capas, las pilas aisladas son ordinariamente cilíndricas, teniendo el zinc la forma de vaso cerrado con el electrodo de carbón en el centro. La pasta ocupa el espacio intermedio y la parte superior se cierra con una capa de pez o cera. Cuando la pila produce corriente, el zinc metálico se transforma en iones zinc bivalentes en el polo negativo. En el polo positivo, se cree que los iones amonio reaccionan con el bióxido de manganeso según la ecuación:



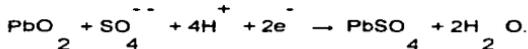
En circuito abierto, la FEM de una pila seca recién preparada está comprendida entre 1.5 y 1.6 Volts, dependiendo del estado de los electrodos. Cuando circula corriente, el voltaje entre los bornes o terminales desciende, puesto que la despolarización es lenta. Si se deja "descansar" la pila durante un corto tiempo, la reacción de despolarización se completa y el voltaje entre las terminales o bornes aumenta hasta un valor muy próximo al inicial. Después de un uso muy prolongado la resistencia interna aumenta hasta que la pila se inutiliza. Se cree que este efecto es debido a un agotamiento del bióxido de manganeso.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

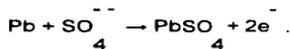
II.11. - El Acumulador de Plomo.

Una batería de acumuladores de plomo, cargada, se compone de una serie de láminas positivas de bióxido de plomo y de una serie de láminas negativas de plomo metálico. Las sustancias se depositan sobre un enrejado de plomo metálico y son altamente porosas, de modo que el electrolito puede ponerse en contacto con las placas sobre una gran superficie. La separación se mantiene utilizando madera tratada especialmente o fibra de vidrio.

El electrolito es ácido sulfúrico de densidad 1.31 a 25°C. La FEM es 2.1 Volts por acumulador. Cuando el acumulador funciona, tienen lugar reacciones en las placas. En la lámina positiva, el plomo se reduce pasando de tetravalente a bivalente, en virtud de la reacción:



Puesto que el sulfato de plomo es poco soluble, se adhiere a la placa cuando se forma. En la lámina negativa, los iones sulfato son neutralizados por la reacción:



El sulfato se adhiere de nuevo a la placa. Cuando la batería se ha descargado, ambas láminas se han convertido casi completamente en sulfato de plomo. La pérdida de iones sulfato del electrolito hace que la densidad descienda, de modo que en el estado de descarga llega a 1.16. En estas condiciones, en circuito abierto, la FEM es aproximadamente 1.75 Volts por acumulador.

A bajas temperaturas la FEM de la batería de acumuladores de plomo en circuito abierto desciende algo, como sucede con otras reacciones electroquímicas. Sin embargo, el efecto más importante es la disminución de la movilidad de los iones a bajas temperaturas, lo cual se traduce en un aumento de la resistencia interna.

Así, la diferencia de potencial entre los bornes desciende de un modo anormal cuando pasa la corriente. Como resultado de los efectos combinados de las bajas temperaturas, la capacidad de arranque de una batería de acumuladores de automóvil es a 0°C sólo, aproximadamente, un 40% de su valor a 80°C.

II. 12 - Pilas Patrones.

Se ha ideado cierto número de pilas que son extraordinariamente estables, manteniendo una FEM fija durante largos intervalos de tiempo. La más corriente de éstas es, probablemente, la Pila Weston. Contiene un electrodo de mercurio en contacto con una pasta de sulfato mercurioso, y un electrodo de amalgama de cadmio en contacto con una disolución saturada de sulfato de cadmio como se indica en la Figura II.6.



Figura II.6. - Pila Patrón Weston.

La construcción es tal que el paso de pequeñas cantidades de carga en cualquier sentido tiene un efecto despreciable sobre el estado de la pila. La FEM de la Pila Weston es afectada por la temperatura, no sólo por la variación de las FEM de los electrodos con la temperatura, sino a causa de que la concentración de la disolución saturada de sulfato de cadmio varía ligeramente con aquélla. No obstante, la variación es pequeña, y la Pila Weston se ha adoptado casi universalmente para calibrar un potenciómetro.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II.13.- Electrólisis.

Introduciendo en el circuito de una pila eléctrica un manantial exterior cuya fuerza contraelectromotriz supere infinitamente poco a la FEM original, es posible invertir la acción de la pila y transformar energía eléctrica en energía química.

Este proceso se denomina *electrólisis*. En la electrolisis, el electrodo en el cual se liberan los iones positivos o se neutralizan los negativos se denomina ánodo. El otro electrodo se denomina cátodo. Con objeto de dar una imagen completa del procedimiento electrolítico, es necesario, en primer lugar, considerar ciertos fenómenos que tienen lugar en una célula electrolítica.

II.13.1.- Tensión de Descomposición.

Es evidente que en todas las reacciones electrolíticas es necesaria una FEM exterior mínima para mantener el sistema en equilibrio. Esta FEM ha de ser superada en una cantidad infinitamente pequeña para que pueda producirse una corriente. Se la denomina tensión de descomposición y depende, como de ordinario, de la concentración del electrolito en la proximidad de los electrodos, de las sustancias que forman éstos y del tipo de reacción electrolítica que tiene lugar.

Aunque el potencial que se mide realmente es la diferencia de los dos potenciales individuales que existen entre cada electrodo y la disolución, son estos potenciales individuales los importantes.

Muchos potenciales de descomposición se miden de la forma siguiente: se sumergen electrodos de platino en un electrolito y se aplica una FEM exterior variable. EL uso de un material inerte, como el platino, permite estudiar la reacción sin la complicación de reacciones extrañas entre los productos en descomposición y los electrodos.

Bajo la influencia del campo aplicado, fluyen iones positivos en el electrolito hacia el electrodo negativo y iones negativos hacia el electrodo positivo. Esta separación de iones hace que la célula se polarice hasta neutralizar el campo de los electrodos. Cada electrodo tiene entonces cierto potencial respecto al electrolito. Si se aumenta la diferencia de potencial exterior; se alcanza un valor para el cual la atracción en un electrodo para uno de los grupos de iones vence su tendencia a la disolución, y se depositan moléculas neutras sobre el electrodo.

Si se sigue aumentando la diferencia de potencial aplicada se repite el mismo proceso con otro grupo de iones en el otro electrodo. Finalmente, se alcanza el potencial de descomposición y se observa una pequeña corriente. Se ha formado ahora una pila eléctrica en la cual los productos de la descomposición electrolítica cubren los electrodos y forman una pila en equilibrio con sus iones que están todavía en disolución.

Aunque se emplean electrodos de platino, el caso es idéntico que para cualquier otro electrodo que no sea atacado en el proceso. La adición de varios iones de diferentes tipos a la disolución no altera sustancialmente este estado de cosas. La célula formada es la pareja de iones positivos y negativos que tienen entre sí la tensión de descomposición más baja. El potencial para un par de iones dados depende, como de ordinario, de su concentración y de la temperatura.

En otras ocasiones otras sustancias que se encuentran en disolución pueden reaccionar con los productos recientemente formados en la reacción electrolítica. Los propios electrodos toman parte en esta reacción. Así si el ión cloro se descompone en un electrodo de plata se forma cloruro de plata.

La reacción de electrodo más importante es la que tiene lugar en el plateado electrolítico ordinario. En este caso, ambos electrodos son de la misma sustancia y con la misma rapidez que los iones desaparecen del electrolítico, por precipitación en el cátodo, se forman de nuevo por solución del metal en el ánodo.

II 13.2 - Sobretensión

Una vez que se ha establecido en la célula la FEM exterior justamente necesaria para mantenerla en equilibrio puede ser todavía considerablemente menor que la necesaria para realizar la electrólisis a una velocidad satisfactoria. El voltaje adicional necesario se denomina sobretensión. Aunque la sobretensión no está interpretada de forma satisfactoria en todos los casos, procede en parte de la pequeña velocidad de reacciones en los electrodos. Lo que se incluye frecuentemente bajo el término sobretensión son los efectos de polarización que tienen lugar cuando los iones se agotan localmente en los electrodos y no se renuevan con la suficiente rapidez por difusión desde la masa principal de líquido.

Este efecto queda reducido en la electrólisis práctica agitando rápidamente la disolución o por rotación de los electrodos. Se origina una consecuencia importante de la sobretensión cuando el potencial del cátodo es suficientemente grande para exceder al potencial de descomposición del hidrógeno.

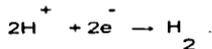
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Si en una disolución ácida no hubiese efectos de sobretensión se desprendería normalmente hidrógeno con un resultado perjudicial sobre el depósito electrolítico de metales. De ordinario no llega a alcanzarse la sobretensión necesaria para una producción apreciable de hidrógeno y el fenómeno no se produce.

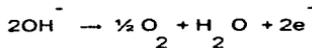
II 14.- Electrólisis del Agua.

Cuando se introducen en un electrolito electrodos de platino, las reacciones electrolíticas que se producen dependen de los iones presentes en la disolución, del potencial que existe entre el platino y la disolución y de las tensiones de descomposición de los iones.

Si un electrodo de platino pudiera hacerse lo suficientemente negativo respecto a la disolución, se disolverían iones platino. Sin embargo, en condiciones ordinarias si el electrolito es agua pura, adquieren prelación otras dos reacciones de tensión de descomposición muy inferior. Una de éstas es la transformación, en el cátodo, de los iones hidrógeno en gas hidrógeno según la reacción:



La otra reacción se produce en el ánodo:



Mediante estas dos reacciones, el agua se descompone produciéndose dos moles de hidrógeno por cada mol de oxígeno. Puesto que la resistencia de esta célula electrolítica es extraordinariamente elevada, es costumbre añadir al agua una pequeña cantidad de ácido.

Si se añade ácido clorhídrico, el proceso se convierte en la electrolisis de una disolución de ácido clorhídrico. Es adecuado, por tanto, considerar qué modificación se ha introducido por la presencia de iones cloro y iones adicionales de hidrógeno. La reacción en el cátodo es evidentemente la misma que antes, puesto que sólo intervienen los iones hidrógeno.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tanto los iones hidróxido (OH^-) como los iones cloro están presentes en el ánodo. Si la concentración de iones cloro es pequeña comparada con la de iones hidróxido, su tensión de descomposición es suficientemente superior a la del hidróxido para que sólo se libere oxígeno. Sin embargo, aunque ocurre esto durante un corto tiempo al comienzo de la reacción, el desplazamiento gradual de iones cloro hacia el ánodo produce un aumento de la concentración de iones cloro en este punto y pronto comienza a aparecer el cloro. Por esta razón en la electrolisis del agua se añade de ordinario ácido sulfúrico, en lugar de clorhídrico, puesto que los iones sulfato se descomponen con mucho menor facilidad.

II.15 - Energía Libre Química

Es frecuentemente de gran importancia en química determinar si ocurrirá o no una reacción cuando ciertas sustancias reaccionantes se ponen en contacto. Existe un método muy adecuado para determinar la tendencia a reaccionar basado en la medida de la cantidad de energía eléctrica que queda libre cuando la reacción tiene lugar en una pila eléctrica en condiciones de equilibrio reversible.

En lenguaje termodinámico esta energía se denomina *variación de energía libre* que acompaña a la reacción. Por este método resulta posible determinar si un sistema formado por una disolución 1 molar de sulfato cúprico, cobre metálico y una disolución 1 molar de sulfato de zinc, reaccionará transformando el zinc en sulfato de zinc y el sulfato de cobre en cobre.

Esto puede investigarse construyendo una gran Pila de Daniell que contenga disoluciones 1 molar de zinc y cobre. La pila debe ser de tamaño tal que el paso en un electrodo de un mol de iones a la disolución y la correspondiente salida de la disolución de una cantidad correspondiente en el otro, no afecte, sustancialmente, a las concentraciones. Se puede permitir entonces que un mol de iones efectúe este paso, en condiciones reversibles y determinar la cantidad de trabajo eléctrico efectuado.

Esto indicará la energía libre por mol que queda disponible en la reacción. Si se permite que el zinc se disuelva y el cobre se precipite como cobre metálico, se desprende una cantidad de energía libre. El valor de esta energía libre será una medida de la tendencia de la reacción a efectuarse.

Un problema adicional es determinar las concentraciones de sulfato de cobre y sulfato de zinc para los cuales la reacción está en equilibrio. Estas concentraciones pueden encontrarse preparando una pila cuyo voltaje sea nulo y determinando la concentración del sulfato de cobre y del sulfato de zinc.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hay que advertir que aunque una reacción presente una gran tendencia a verificarse y sea posible obtener una gran cantidad de energía libre, puede transcurrir con una velocidad infinitesimal.

II.16 - Fuerzas Electromotrices Térmicas.

La transformación de energía eléctrica en calor, en una resistencia, es un proceso irreversible; es decir, no hay medio de recuperar el calor y convertirlo de nuevo en energía eléctrica. Existen, sin embargo, elementos de circuito en los cuales se produce calor a expensas de la energía eléctrica cuando la corriente circula en un sentido, mientras que se produce energía eléctrica a expensas de calor cuando la corriente circula en sentido opuesto. En otras palabras, si no se produjera más que este fenómeno, sería posible enfriar el circuito haciendo circular una corriente por él. Un circuito o porción de circuito en el cual el calor se convierte en energía eléctrica, o viceversa, se denomina origen de *Fuerza Electromotriz Térmica*.

II.17 - Fuerza Electromotriz Thomson.

Una explicación completa de la teoría de las fuerzas electromotrices térmicas sobrepasa los fines de este trabajo de tesis. Todo lo que puede intentarse es hacer que resulte razonable la existencia de tales efectos. Supóngase que una varilla conductora es sostenida por aisladores y que un extremo de la misma se calienta como lo indica la Figura II.7(a) de modo que se establezca un gradiente de temperaturas a lo largo de la barra. Si se imagina a los electrones libres de la varilla como análogos a un gas, puede esperarse que la mayor temperatura de un extremo ocasionará un aumento de presión y una difusión de gas electrónico desde el extremo calentado.

La acumulación de carga negativa en el extremo más frío crearía un campo eléctrico dentro de la varilla en el sentido representado por el vector E , y la

difusión cesaría cuando la fuerza sobre los electrones, debida a este campo, tuviera un valor suficiente para compensar su tendencia a difundirse a causa de la diferencia de temperatura.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

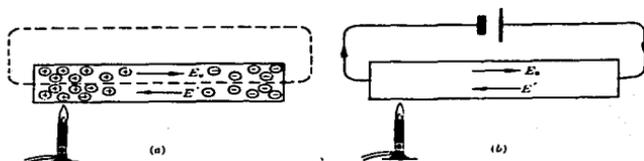


Figura 11.7.- Efecto Thomson.

Es un hecho experimental que se crea un campo eléctrico en una varilla conductora cuando existe una diferencia de temperatura entre sus extremos, pero la naturaleza insatisfactoria de la teoría esquematizada anteriormente se evidencia al descubrir que en algunos conductores el campo eléctrico está dirigido desde el extremo caliente al frío, mientras que en otros tiene sentido opuesto.

Cuando se ha alcanzado en la varilla el estado estacionario de los electrones de su interior están en equilibrio. El campo electrostático ejerce una fuerza sobre los electrones en un sentido, y se puede considerar que la diferencia de temperatura origina un campo equivalente que los impele en sentido opuesto. Se recordará que la FEM de un circuito puede definirse como la "integral del campo resultante alrededor del circuito".

Puesto que la integral curvilínea del campo electrostático a lo largo de una trayectoria cerrada es nula, la integral curvilínea del campo resultante a lo largo de una trayectoria cerrada tal como la de la línea de trazos de la Figura 11.7(a) se reduce a la integral del campo equivalente a lo largo de la varilla, puesto que este campo equivalente sólo existe dentro de la varilla y es nulo fuera.

Se representará por E' el campo equivalente. El valor de E' en cualquier punto de la varilla depende del gradiente de temperatura dT/dl (T es la temperatura Kelvin) en el punto, y puede escribirse:

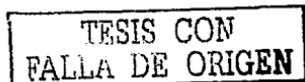
$$E' = [(\sigma) (dT / dl)]$$

El coeficiente σ , que se conoce como Coeficiente de Thomson por haber sido Sir William Thomson (más tarde Lord Kelvin) quien primero investigó este tipo de FEM, es característico del material que forma el conductor, y es función de la temperatura. La FEM ϵ de varilla es entonces:

$$\epsilon = \int E \, dl$$

$$\epsilon = \int [(\sigma) (dT/dl)] (dl)$$

$$\epsilon = \int_{T_1}^{T_2} \sigma \, dT$$



donde T_1 y T_2 son las temperaturas en los extremos de la varilla. La FEM se

se denomina Fuerza Electromotriz Thomson.

Puede demostrarse de existencia de una FEM Thomson enviando una corriente a través de la varilla la Figura 11.7. Cuando la corriente y la FEM tienen sentidos opuestos, la energía eléctrica se convierte en calor a razón de ϵi por segundo. Cuando la corriente tiene el mismo sentido que la FEM, el calor se convierte en energía eléctrica. La cantidad de calor, Ri^2 , desarrollada por unidad de tiempo aumenta, por lo tanto, ligeramente en el primer caso, y disminuye también ligeramente en el segundo. Las Fuerzas Electromotrices Thomson no son nunca grandes, sino del orden de algunos milivoltios.

Evidentemente, una sola FEM Thomson no puede ser utilizada nunca para impulsar una corriente en un circuito cerrado. Si se calienta un anillo metálico en un punto de su periferia y se enfría en otro, se producen Fuerzas Electromotrices iguales y opuestas en las dos trayectorias desde el punto calentado al punto enfriado. Si se utilizan diferentes metales en las dos trayectorias desde el punto caliente al punto frío, las Fuerzas Electromotrices Thompson no serán iguales en general, sino que, se desarrollan otras Fuerzas Electromotrices en las soldaduras de los distintos metales.

II.18.- Fuerza Electromotriz Peltier.

Cuando dos conductores distintos a la misma temperatura se ponen en contacto como indica la Figura II.8(a), habrá una difusión de electrones del uno al otro a menos que el gas eléctrico dentro de cada uno tenga a misma presión. La reagrupación de electrones continúa hasta que se establece en la soldadura un campo eléctrico de intensidad suficiente para que se alcance el equilibrio.

La soldadura de ambos metales se convierte entonces en un origen de FEM denominada Fuerza Electromotriz Peltier en Honor a Jean C. Peltier (1785-845). La FEM Peltier depende de ambos metales y de la temperatura de la soldadura entre ellos. Para dos metales A y B, a la temperatura T, se escribe la FEM Peltier en forma:

$$(\pi AB) T.$$

Las Fuerzas Electromotrices Peltier, al igual que las Fuerzas Electromotrices Thomson son de un orden de magnitud de algunos milivoltios. Su existencia puede demostrarse, por tanto, enviando una corriente a través de la soldadura como en la Figura II.8(b), bien en su mismo sentido o en el opuesto. Con los metales antimonio y bismuto, para los cuales la FEM Peltier es inusitadamente grande, no es difícil obtener enfriamiento, cuando la corriente y la FEM tienen el mismo sentido, superior al calentamiento Ri^2 , lo que produce en realidad un descenso efectivo de temperatura en la soldadura.

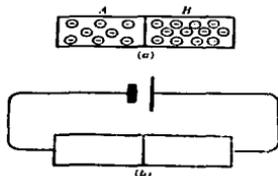


Figura II.8.- Efecto Peltier.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II.19.- Fuerza Electromotriz Seebeck.

Se considera a continuación, un circuito cerrado formado por dos metales diferentes A y B como se indica en la Figura II.9. Las dos soldaduras se encuentran a las temperaturas T_1 y T_2 .

Hay necesariamente un gradiente de temperatura en ambos metales, de modo que se creará una FEM Thomson en cada uno. Por tanto, dado que las soldaduras están a temperaturas distintas, las fuerzas electromotrices Peltier en las soldaduras son distintas. La FEM neta en el circuito es entonces la suma algebraica de las dos Fuerzas Electromotrices Thomson y de las dos Fuerzas Electromotrices Peltier.

La FEM neta no es, en general, nula y, por consiguiente, existirá una corriente en el circuito mientras ambas soldaduras estén en temperaturas distintas. Este fenómeno fue observado por primera vez en 1826 por Thomas J. Seebeck (1770-1831), y la FEM neta se denomina Fuerza Electromotriz Seebeck. Si las fuerzas electromotrices individuales tienen los sentidos representados en la Figura II.9, y se considera como positivo el sentido de las agujas del reloj, la FEM Seebeck es:

$$\epsilon_{AB} = (\pi_{AB})_{T_1} - (\pi_{AB})_{T_2} + \int_{T_2}^{T_1} (\sigma_A - \sigma_B) dT \quad \text{Ec. II.1.}$$

En el circuito de la figura II.9, se denomina *Par Termoelectrico*.

La FEM de un par termoelectrico nunca es muy grande, aun con grandes diferencias de temperatura entre, las soldaduras y el efecto no constituye un procedimiento práctico para obtener directamente energía eléctrica a partir de calor. Sin embargo, los pares termoelectricos tienen un gran valor práctico, como medio para medir temperaturas.

La FEM del par depende de la temperatura de la soldadura. Si se mide, por consiguiente, la FEM manteniendo la soldadura a una temperatura conocida, puede determinarla temperatura de la otra. El intervalo de temperatura en el cual encuentran aplicación partes termoelectricos extiende desde la temperatura más baja obtenible a la del punto de fusión de los metales que forman el par.

Para dos temperaturas de soldaduras dadas, la FEM de un circuito compuesto por los metales A y B es igual a la diferencia entre la FEM de un circuito formado por los metales B y C (Figura II.10). Esto es:

$$\varepsilon_{AB} = \varepsilon_{AC} - \varepsilon_{BC} \quad \text{Ec. II.2.}$$

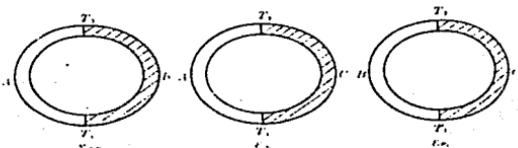


Figura II.10.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por consiguiente si se elige cierto metal de referencia C, pueden tabularse las Fuerzas Electromotrices de los otros respecto a este metal, denominándose por sustracción la FEM de cualquier otro par. De ordinario se toma el plomo como metal de referencia.

Se puede intercalar en un circuito termoelectrónico como el de la Figura II.11(a), un metal intermedio D, sin modificar la FEM, siempre que los extremos de D se encuentren a igual temperatura. Esto es, la FEM de tal circuito es la misma que la de otro formado solamente por los metales A y B con sus soldaduras a las temperaturas T_1 y T_2 .

El circuito del par termoelectrónico ordinario, representado en la Figura II.11(b), utiliza este hecho. Los metales A y B pudieran ser el níquel y el hierro, conectados por hilos de cobre a un galvanómetro G. Una soldadura se encuentra a la temperatura T_2 a medir, y la otra a la temperatura T_1 , que puede mantenerse

fija fundiendo hielo en un Vaso Dewar.

La FEM es la que de un par níquel-hierro con sus soldaduras a las temperaturas T_2 y T_1 .

La FEM de un par termoelectrónico suele medirse como indica la Figura II.11(b), intercalando un galvanómetro o un voltímetro en un puesto adecuado. Tal instrumento sólo indica naturalmente, la diferencia de potencial entre sus propios bornes, que es menor que la FEM del par en el valor de la caída ir en el circuito. Por consiguiente, debe utilizarse un instrumento de resistencia elevada o, lo que es preferible, un potenciómetro.

II.20 -Variación de la FEM con la Temperatura.

Si se conoce como varían con la temperatura los coeficientes Thomson y las fuerzas electromotrices Peltier, puede calcularse mediante la Ecuación II.1. La FEM neta de un par termoelectrónico. En la práctica se mide ordinariamente la FEM en un intervalo de temperaturas de las soldaduras y se expresa mediante una ecuación empírica.

Las temperaturas de las soldaduras se toman por comodidad en la escala centígrada y se representa por t . Si una de las soldaduras de un par termoelectrónico formado por los metales A y B se encuentra a la temperatura t , y la otra a t_0 , la

FEM desarrollada por el par puede expresarse muy aproximadamente por la ecuación de segundo grado.

$$\varepsilon_{AB} = a_{AB} (t - t_0) + \frac{1}{2} b_{AB} (t^2 - t_0^2) \quad \text{Ec. II.3.}$$

en la que los coeficientes a_{AB} y b_{AB} son característicos de los metales A y B.

La Tabla II.2, relaciona los valores de a y b , respecto al plomo, para cierto número de metales y aleaciones. de la Ecuación II.2, se deduce:

$$a_{AB} = a_{A\text{-plomo}} - a_{B\text{-plomo}}$$

$$b_{AB} = b_{A\text{-plomo}} - b_{B\text{-plomo}}$$

La Figura II.12 representa una gráfica de ϵ en la función de t , para a y b positivos, manteniendo t constante; resulta evidentemente una parábola.

Sin razón que lo justifique, a la derivada, $d\epsilon/dt$, de la FEM respecto a la temperatura se llama potencia termoelectrónica del par. La temperatura t para la cual $d\epsilon/dt = 0$, se denomina *temperatura neutra*. Según Ecuación II.3 si t es constante,

$$\frac{d\epsilon}{dt} = a + b t$$

y como:

$$d\epsilon/dt = 0 \quad \text{para } t = t_n$$

$$t_n = -(a/b)$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SUSTANCIA	a	b
Antimonio	+35,9	+0,145
Hismato	-74,4	+0,0932
Constantán (99 % Cu, 40 % Ni)	-38,1	+0,0888
Cobre	+ 2,71	+ 0,0073
Hierro	+ 16,7	+ 0,0027
Níquel	- 19,1	- 3,02
Platino	- 3,03	- 3,25

Nota: Estas cifras deben utilizarse con reservas. Pequeñas cantidades de impurezas, o variaciones en el tratamiento térmico, tienen un efecto muy pronunciado sobre los coeficientes termoelectrónicos, y los valores dados solo deben tomarse como típicos.

Tabla II.2.- Coeficiente Termoelectrónica.



Figura II.12.- FEM es Función de la Temperatura t de la Soldadura Caliente Cuando se Mantiene la Soldadura Fria de la Temperatura t_0 .

La FEM es nula a las temperaturas.

$$t = t_0 \text{ y } t = (2a / b) - t_0$$

que son las raíces de la Ecuación II.3. cuando $\epsilon_{AB} = 0$. La segunda de estas

temperaturas se denomina *temperatura de inversión* t_i .

Para la mayor parte de los metales o aleaciones corrientemente utilizadas en los circuitos de los pares termoelectricos, el intervalo de funcionamiento está alejado del punto neutro, y la relación entre la FEM y la temperatura de la soldadura caliente resulta aproximadamente lineal si se mantiene constante la temperatura de la soldadura fría.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO III

FUENTES NO INTERRUPTIBLES.

III.1.- Características Operativas de los Sistemas de Fuentes No Interrumpibles (UPS).

Los Sistemas de Fuentes No Interrumpibles (UPS), han sido diseñados para garantizar el suministro de potencia a equipos conectados a ellos aun cuando falle el suministro de alimentación de potencia. La Figura III.1 muestra el Diagrama General de una Fuente No Interrumpible (UPS) y dos modos alternativos de conexión.

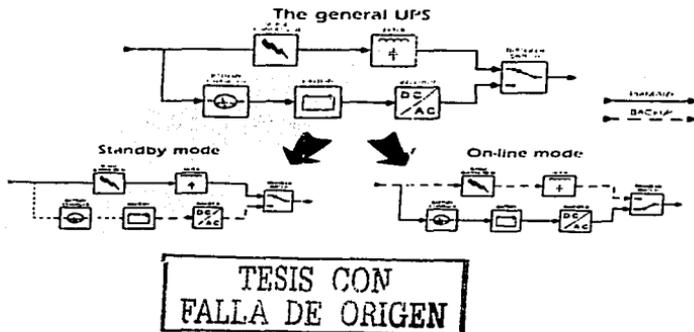


Figura III.1.- Diagrama de Conexión General de una Fuente No Interrumpible y Conexiones en Derivación.

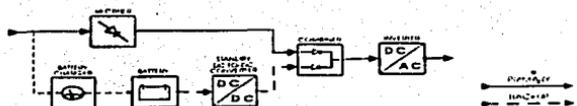
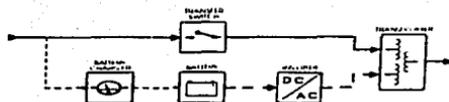
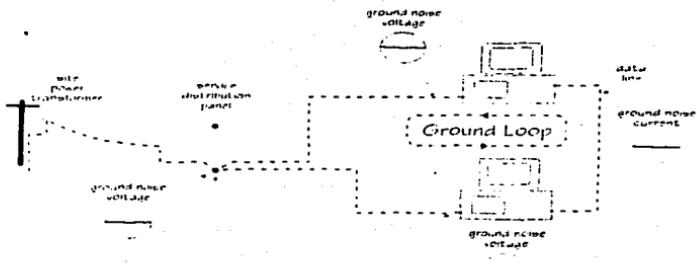


Figura III.2.- Conexión de la Topología Híbrida "Standby On-Line".



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura III.3.- Conexión de la Topología "Standby-Ferro".



**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**

Figura III.4.- Sistema de Interconexión Ideal de una Fuente No Interruible (UPS).

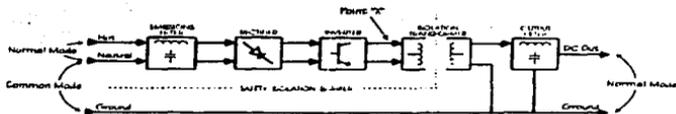


Figura III.5.- Diagrama de Bloque(s) de una Fuente de Poder con Modo de "Switch".



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Figura III.6.- Diagrama Típico de la Construcción y Alambrado de un Sistema de Poder.



Best Power's 1000 watt power products line from 200VA to 2000VA will protect a full set of servers or servers in an open stack, keeping them online during system, telecommunication, systems, and mainframe outages. In addition, PCs and workstations. With modular external Best Power and other distributors of up to 1000VA.

In addition, every Best Power UPS (except 1000 and 200VA) provides a complete power protection solution by including all the extra charge Best Power CheckUPS II Suite's a power management software including automatic battery. CheckUPS II offers users and network administrators a 24-hour time ready control their network a power environment. CheckUPS II Software Suite Version 3.0 supports operating systems: Microsoft Windows 3.1, Windows 3.0, Windows NT, OS/2, Novell/Windows 3.0, IBM iSeries, and many versions of UNIX. Online help is either Windows Help format, Adobe Acrobat or ASCII text file format.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Figura III.7.- Tipos y Características de los Sistemas de Fuentes No Interrumpibles (UPS).

	<p>UNITY/I Three-Phase 10kVA/kW - 220kVA/kW Uninterruptible Power Systems</p> <p><i>Superior three phase power protection at lowest life-cycle costs.</i></p>	<p>Applications</p> <ul style="list-style-type: none"> • Large mainframe-oriented data centers • Computer rooms, other installations, main computers, centralized or clustered servers • Medical analysis equipment such as MRI and CAT scanners • Mission critical communications equipment • Telecommunications systems
	<p>FERRUPS 500VA to 1kVA Uninterruptible Power Systems</p> <p><i>Unmatched reliability in configurable power protection for computers and telecommunications equipment</i></p>	<p>Applications</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mainframe computers • Application and database servers • Clustered file servers • Interworking equipment • PBX and communications systems • Process control equipment • Survival electronics in poor power conditions
	<p>Rackmount FERRUPS 800VA to 7kVA Uninterruptible Power Systems</p> <p><i>Unmatched reliability in configurable power protection for computers and telecommunications equipment</i></p>	<p>Applications</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mainframe computers • Application and database servers • Clustered file servers • Interworking equipment • PBX and communications systems • Process control equipment • Survival electronics in poor power conditions
	<p>UNITY/I Single-Phase 3kVA/kW - 8kVA/kW Uninterruptible Power Systems</p> <p><i>World ready, flexible protection for mainframe and client server computing</i></p>	<p>Applications</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mainframe computers • Application and database servers • Standalone PCs servers • Interworking equipment • Laboratory communications • Special voltage requirements

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Figura III.7.- Tipos y Características de los Sistemas de Fuentes No Interrumpibles (UPS). (Continuación).



Fortress 520VA - 3kVA
Uninterruptible Power Systems
No break power protection for network computing

- Applications**
- Corporate servers
 - Departmental servers
 - UNIX servers/workstations
 - Hubs/routers/gateways/bridges
 - CAD/CAM/CAE workstations
 - Network workstations
 - Small business servers
 - PCs



Rackmount Fortress 720VA - 1420VA
Uninterruptible Power Systems
No break power protection for network computing

- Applications**
- Corporate servers
 - Departmental servers
 - UNIX servers/workstations
 - Hubs/routers/gateways/bridges
 - CAD/CAM/CAE workstations
 - Network workstations
 - Small business servers
 - PCs



Patriot Pro 400VA - 1000VA
Uninterruptible Power Systems
Advanced power protection for workstations

- Applications**
- PCs
 - Workstations
 - Small servers



Patriot 280VA - 850VA
Uninterruptible Power Systems
Affordable power protection for PCs

- Applications**
- PCs
 - Workstations
 - Computer peripherals
 - Point-of-Sale equipment



Spikefree
Surge Suppressors
Advanced surge protection for sensitive electronic equipment

- Applications**
- Remote computer peripherals
 - PCs and workstations not requiring power backup or voltage regulation
 - Home office equipment
 - Telephones and fax machines
 - Copiers and laser printers

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Figura III.7.- Tipos y Características de los Sistemas de Fuentes No Interrumpibles (UPS). (Continuación).

60 Hz Specifications for UNITY/I Three-Phase 10kVA/kW to 220kVA/kW (50/60 Hz available upon request)

Model	UT100	UT110	UT120	UT150	UT160	UT180	UT200	UT210	UT220	UT230	UT240
Capacity (kVA)	10	11	12	15	16	18	20	21	22	23	24
Capacity (kW)	10	11	12	15	16	18	20	21	22	23	24
Input Voltage (V)	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240
Output Voltage (V)	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240	208-240
Efficiency (%)	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Power Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
THD (%)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Weight (kg)	15	18	22	30	35	45	55	60	65	70	75
Dimensions (mm)	100x100x100	110x110x110	120x120x120	150x150x150	160x160x160	180x180x180	200x200x200	210x210x210	220x220x220	230x230x230	240x240x240
MTBF (hours)	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Warranty (years)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Compliance	CE, FCC, UL	CE, FCC, UL	CE, FCC, UL	CE, FCC, UL	CE, FCC, UL	CE, FCC, UL	CE, FCC, UL	CE, FCC, UL	CE, FCC, UL	CE, FCC, UL	CE, FCC, UL
Notes	<p>1. All models are designed for indoor use.</p> <p>2. Input and output voltages are adjustable.</p> <p>3. Efficiency is based on full load operation.</p> <p>4. Power factor is adjustable.</p> <p>5. THD is based on full load operation.</p> <p>6. Weight and dimensions are approximate.</p> <p>7. MTBF is based on standard operating conditions.</p> <p>8. Warranty is limited to manufacturing defects.</p> <p>9. Compliance is based on current regulations.</p>										

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

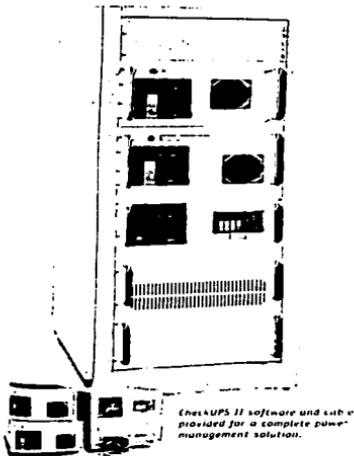
Figura III.9.- Especificaciones Técnicas de la Unidad UNITY/I Trifásico.

60Hz Specifications for FERRUPS 500VA to 18KVA

GENERAL	ENVIRONMENTAL	INPUT	OUTPUT	CONTROL	PROTECTION	EFFICIENCY	SAFETY	TESTING
<p>1.1 Model No. and Description</p> <p>1.2 Input Voltage</p> <p>1.3 Output Voltage</p> <p>1.4 Output Power</p> <p>1.5 Output Current</p> <p>1.6 Output Frequency</p> <p>1.7 Output Regulation</p> <p>1.8 Output Impedance</p> <p>1.9 Output Distortion</p> <p>1.10 Output Noise</p> <p>1.11 Output Ripple</p> <p>1.12 Output Surge Capacity</p> <p>1.13 Output Short Circuit Current</p> <p>1.14 Output Protection</p> <p>1.15 Output Efficiency</p> <p>1.16 Output Temperature</p> <p>1.17 Output Humidity</p> <p>1.18 Output Vibration</p> <p>1.19 Output Shock</p> <p>1.20 Output EMC</p>	<p>2.1 Operating Temperature</p> <p>2.2 Storage Temperature</p> <p>2.3 Humidity</p> <p>2.4 Altitude</p> <p>2.5 Vibration</p> <p>2.6 Shock</p> <p>2.7 EMC</p>	<p>3.1 Input Voltage Range</p> <p>3.2 Input Current</p> <p>3.3 Input Power</p> <p>3.4 Input Frequency</p> <p>3.5 Input Regulation</p> <p>3.6 Input Impedance</p> <p>3.7 Input Distortion</p> <p>3.8 Input Noise</p> <p>3.9 Input Ripple</p> <p>3.10 Input Surge Capacity</p> <p>3.11 Input Short Circuit Current</p> <p>3.12 Input Protection</p> <p>3.13 Input Efficiency</p> <p>3.14 Input Temperature</p> <p>3.15 Input Humidity</p> <p>3.16 Input Vibration</p> <p>3.17 Input Shock</p> <p>3.18 Input EMC</p>	<p>4.1 Output Voltage Regulation</p> <p>4.2 Output Current Regulation</p> <p>4.3 Output Power Regulation</p> <p>4.4 Output Frequency Regulation</p> <p>4.5 Output Impedance Regulation</p> <p>4.6 Output Distortion Regulation</p> <p>4.7 Output Noise Regulation</p> <p>4.8 Output Ripple Regulation</p> <p>4.9 Output Surge Capacity Regulation</p> <p>4.10 Output Short Circuit Current Regulation</p> <p>4.11 Output Protection Regulation</p> <p>4.12 Output Efficiency Regulation</p> <p>4.13 Output Temperature Regulation</p> <p>4.14 Output Humidity Regulation</p> <p>4.15 Output Vibration Regulation</p> <p>4.16 Output Shock Regulation</p> <p>4.17 Output EMC Regulation</p>	<p>5.1 Control Mode</p> <p>5.2 Control Signal</p> <p>5.3 Control Voltage</p> <p>5.4 Control Current</p> <p>5.5 Control Power</p> <p>5.6 Control Frequency</p> <p>5.7 Control Impedance</p> <p>5.8 Control Distortion</p> <p>5.9 Control Noise</p> <p>5.10 Control Ripple</p> <p>5.11 Control Surge Capacity</p> <p>5.12 Control Short Circuit Current</p> <p>5.13 Control Protection</p> <p>5.14 Control Efficiency</p> <p>5.15 Control Temperature</p> <p>5.16 Control Humidity</p> <p>5.17 Control Vibration</p> <p>5.18 Control Shock</p> <p>5.19 Control EMC</p>	<p>6.1 Protection Mode</p> <p>6.2 Protection Signal</p> <p>6.3 Protection Voltage</p> <p>6.4 Protection Current</p> <p>6.5 Protection Power</p> <p>6.6 Protection Frequency</p> <p>6.7 Protection Impedance</p> <p>6.8 Protection Distortion</p> <p>6.9 Protection Noise</p> <p>6.10 Protection Ripple</p> <p>6.11 Protection Surge Capacity</p> <p>6.12 Protection Short Circuit Current</p> <p>6.13 Protection Protection</p> <p>6.14 Protection Efficiency</p> <p>6.15 Protection Temperature</p> <p>6.16 Protection Humidity</p> <p>6.17 Protection Vibration</p> <p>6.18 Protection Shock</p> <p>6.19 Protection EMC</p>	<p>7.1 Efficiency Mode</p> <p>7.2 Efficiency Signal</p> <p>7.3 Efficiency Voltage</p> <p>7.4 Efficiency Current</p> <p>7.5 Efficiency Power</p> <p>7.6 Efficiency Frequency</p> <p>7.7 Efficiency Impedance</p> <p>7.8 Efficiency Distortion</p> <p>7.9 Efficiency Noise</p> <p>7.10 Efficiency Ripple</p> <p>7.11 Efficiency Surge Capacity</p> <p>7.12 Efficiency Short Circuit Current</p> <p>7.13 Efficiency Protection</p> <p>7.14 Efficiency Efficiency</p> <p>7.15 Efficiency Temperature</p> <p>7.16 Efficiency Humidity</p> <p>7.17 Efficiency Vibration</p> <p>7.18 Efficiency Shock</p> <p>7.19 Efficiency EMC</p>	<p>8.1 Safety Mode</p> <p>8.2 Safety Signal</p> <p>8.3 Safety Voltage</p> <p>8.4 Safety Current</p> <p>8.5 Safety Power</p> <p>8.6 Safety Frequency</p> <p>8.7 Safety Impedance</p> <p>8.8 Safety Distortion</p> <p>8.9 Safety Noise</p> <p>8.10 Safety Ripple</p> <p>8.11 Safety Surge Capacity</p> <p>8.12 Safety Short Circuit Current</p> <p>8.13 Safety Protection</p> <p>8.14 Safety Efficiency</p> <p>8.15 Safety Temperature</p> <p>8.16 Safety Humidity</p> <p>8.17 Safety Vibration</p> <p>8.18 Safety Shock</p> <p>8.19 Safety EMC</p>	<p>9.1 Testing Mode</p> <p>9.2 Testing Signal</p> <p>9.3 Testing Voltage</p> <p>9.4 Testing Current</p> <p>9.5 Testing Power</p> <p>9.6 Testing Frequency</p> <p>9.7 Testing Impedance</p> <p>9.8 Testing Distortion</p> <p>9.9 Testing Noise</p> <p>9.10 Testing Ripple</p> <p>9.11 Testing Surge Capacity</p> <p>9.12 Testing Short Circuit Current</p> <p>9.13 Testing Protection</p> <p>9.14 Testing Efficiency</p> <p>9.15 Testing Temperature</p> <p>9.16 Testing Humidity</p> <p>9.17 Testing Vibration</p> <p>9.18 Testing Shock</p> <p>9.19 Testing EMC</p>

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura III.11.- Especificaciones Técnicas de la Unidad FERRUPS de 500 VA a 18 kVA.



Benefits and Features

Patented FerrUPS™ technology provides the benefits of transformer electronics, but in a lighter weight design, in the cabinet design. The unit is compact, full featured, easy to install, and built to a rugged standard. Features include:

• Provides 10 minutes of backup time in power out situation as a battery backup. Battery life is up to 1 hour at 50% load with standard 15 minute backup time at 100% load.

• Features a 100% efficient power factor and a power factor correction circuit.

• Features a 100% efficient power factor and a power factor correction circuit.

• Features a 100% efficient power factor and a power factor correction circuit.

• Features a 100% efficient power factor and a power factor correction circuit.

• Features a 100% efficient power factor and a power factor correction circuit.

• Features a 100% efficient power factor and a power factor correction circuit.

• Features a 100% efficient power factor and a power factor correction circuit.

• Features a 100% efficient power factor and a power factor correction circuit.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

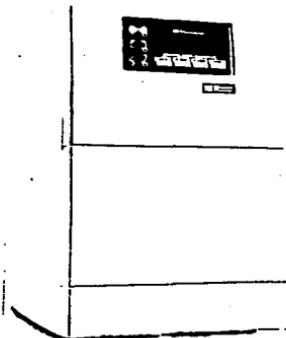
Figura III.12.- Fuente No Interrumpible "Rackmount" FERRUPS de 850 VA a 7 kVA.

p0Hz Specifications for Rackmount FERRUPS 850VA to 7kVA

Model	Power Rating	Power Factor	Input Voltage	Output Voltage	Efficiency	THD	Response Time	MTBF	Dimensions	Weight
FERRUPS 850VA	850VA	0.95	100-240V	230V	92%	5%	10ms	100,000	100mm x 100mm x 100mm	5kg
FERRUPS 1500VA	1500VA	0.95	100-240V	230V	92%	5%	10ms	100,000	150mm x 150mm x 150mm	10kg
FERRUPS 2000VA	2000VA	0.95	100-240V	230V	92%	5%	10ms	100,000	200mm x 200mm x 200mm	15kg
FERRUPS 3000VA	3000VA	0.95	100-240V	230V	92%	5%	10ms	100,000	300mm x 300mm x 300mm	25kg
FERRUPS 4000VA	4000VA	0.95	100-240V	230V	92%	5%	10ms	100,000	400mm x 400mm x 400mm	35kg
FERRUPS 5000VA	5000VA	0.95	100-240V	230V	92%	5%	10ms	100,000	500mm x 500mm x 500mm	45kg
FERRUPS 6000VA	6000VA	0.95	100-240V	230V	92%	5%	10ms	100,000	600mm x 600mm x 600mm	55kg
FERRUPS 7000VA	7000VA	0.95	100-240V	230V	92%	5%	10ms	100,000	700mm x 700mm x 700mm	65kg

TESIS CON
 FALLA DE URGEN

Figura III.13.- Especificaciones Técnicas de la Unidad "Rackmount" FERRUPS de 850 VA a 7 kVA.



Benefits and features

Protects against spikes, surges, sump, noise and lightning

Fast recovery time - no interruptible charging switch to supply power during moderate interruption of load

Smooth sine wave output is ideal for sensitive and mission-critical equipment that requires pure, continuous power

UL 1446 listing - only one in its class - provides independent mechanical protection from lightning and surges

Best Power Cycles, 99.9% B Power

EMC compliance facilities - FCC, VCCI and CE standards - easy for power distribution and compatible with most computer and peripheral systems

Full range of output voltages and frequencies

Height of 100 inches, 100 lb. weight and 2000 VA without air conditioning

Optional THERMOCOUPLER for alarm when the battery temperature of the UPS

ULS and CE compliance with CE and IEC 1000 VAC

Two year limited warranty, up to 5 years with optional extended warranty. Double Life from limited warranty. 1 Year from 1997. Advantage for our top priority customers, and only up to 10,000 units. For more information contact equipment at Aalborg from Aalborg or contact UPS and Contact Center

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Figura III.16.- Fuente No Interrumpible FORTRESS de 1.7 kVA a 3 kVA.

120V Specifications for Fortress 1.7kVA to 3kVA

Model	LT 75 model	LT 75C model	LDX model	LD 807	LD 807P	LDX model	LDX2 model	
Capacity	1.7kVA							
Input Voltage	120V							
Output Voltage	120V							
Frequency	60Hz							
Efficiency	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	
Power Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	
THD	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	
Surge Capacity	2.5kVA							
Operating Temperature	0°C to 40°C							
Dimensions (W x H x D)	100 x 150 x 200							
Weight	5kg							
Warranty	3 years							
Compliance	UL 1558							
Features	Overload protection, Short circuit protection, Temperature protection, Auto restart, Remote monitoring	Overload protection, Short circuit protection, Temperature protection, Auto restart, Remote monitoring	Overload protection, Short circuit protection, Temperature protection, Auto restart, Remote monitoring	Overload protection, Short circuit protection, Temperature protection, Auto restart, Remote monitoring	Overload protection, Short circuit protection, Temperature protection, Auto restart, Remote monitoring	Overload protection, Short circuit protection, Temperature protection, Auto restart, Remote monitoring	Overload protection, Short circuit protection, Temperature protection, Auto restart, Remote monitoring	Overload protection, Short circuit protection, Temperature protection, Auto restart, Remote monitoring
Applications	Medical equipment, Laboratory equipment, Industrial equipment, Data centers, Telecommunications	Medical equipment, Laboratory equipment, Industrial equipment, Data centers, Telecommunications	Medical equipment, Laboratory equipment, Industrial equipment, Data centers, Telecommunications	Medical equipment, Laboratory equipment, Industrial equipment, Data centers, Telecommunications	Medical equipment, Laboratory equipment, Industrial equipment, Data centers, Telecommunications	Medical equipment, Laboratory equipment, Industrial equipment, Data centers, Telecommunications	Medical equipment, Laboratory equipment, Industrial equipment, Data centers, Telecommunications	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Figura III.17.- Especificaciones Técnicas de la Unidad FORTRESS de 1.7 kVA a 3 kVA.

120V Specifications for Fortress 520VA to 1420VA

Model	L1420U	L770U	L1120U	L1420U
Capacity (VA)	1420	770	1120	1420
Capacity (W)	1420	770	1120	1420
Weight	11.5	6.5	9.0	11.5
Dimensions (H x W x D)	17.5 x 17.5 x 17.5			
Input Voltage	120V	120V	120V	120V
Output Voltage	120V	120V	120V	120V
Frequency	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Efficiency	90%	90%	90%	90%
Power Factor	0.95	0.95	0.95	0.95
Operating Temperature	0 to 40°C	0 to 40°C	0 to 40°C	0 to 40°C
Storage Temperature	-20 to 60°C	-20 to 60°C	-20 to 60°C	-20 to 60°C
Humidity	5 to 95% RH			
Altitude	0 to 3000m	0 to 3000m	0 to 3000m	0 to 3000m
Input Current	10.2A	6.4A	9.3A	11.8A
Output Current	11.8A	6.4A	9.3A	11.8A
Input Power	1644W	882W	1344W	1764W
Output Power	1275W	693W	1008W	1275W
Efficiency (%)	77.5%	78.6%	75.0%	72.3%
Power Factor	0.95	0.95	0.95	0.95
THD (%)	12.0%	12.0%	12.0%	12.0%
Operating Voltage Range	108V to 132V	108V to 132V	108V to 132V	108V to 132V
Operating Frequency Range	57Hz to 63Hz	57Hz to 63Hz	57Hz to 63Hz	57Hz to 63Hz
Operating Temperature Range	0 to 40°C	0 to 40°C	0 to 40°C	0 to 40°C
Storage Temperature Range	-20 to 60°C	-20 to 60°C	-20 to 60°C	-20 to 60°C
Humidity Range	5 to 95% RH			
Altitude Range	0 to 3000m	0 to 3000m	0 to 3000m	0 to 3000m
Input Current (max)	10.2A	6.4A	9.3A	11.8A
Output Current (max)	11.8A	6.4A	9.3A	11.8A
Input Power (max)	1644W	882W	1344W	1764W
Output Power (max)	1275W	693W	1008W	1275W
Efficiency (min)	77.5%	78.6%	75.0%	72.3%
Power Factor (min)	0.95	0.95	0.95	0.95
THD (max)	12.0%	12.0%	12.0%	12.0%
Operating Voltage Range (min)	108V	108V	108V	108V
Operating Voltage Range (max)	132V	132V	132V	132V
Operating Frequency Range (min)	57Hz	57Hz	57Hz	57Hz
Operating Frequency Range (max)	63Hz	63Hz	63Hz	63Hz
Operating Temperature Range (min)	0°C	0°C	0°C	0°C
Operating Temperature Range (max)	40°C	40°C	40°C	40°C
Storage Temperature Range (min)	-20°C	-20°C	-20°C	-20°C
Storage Temperature Range (max)	60°C	60°C	60°C	60°C
Humidity Range (min)	5% RH	5% RH	5% RH	5% RH
Humidity Range (max)	95% RH	95% RH	95% RH	95% RH
Altitude Range (min)	0m	0m	0m	0m
Altitude Range (max)	3000m	3000m	3000m	3000m
Input Current (max) (A)	10.2	6.4	9.3	11.8
Output Current (max) (A)	11.8	6.4	9.3	11.8
Input Power (max) (W)	1644	882	1344	1764
Output Power (max) (W)	1275	693	1008	1275
Efficiency (min) (%)	77.5	78.6	75.0	72.3
Power Factor (min)	0.95	0.95	0.95	0.95
THD (max) (%)	12.0	12.0	12.0	12.0
Operating Voltage Range (min) (V)	108	108	108	108
Operating Voltage Range (max) (V)	132	132	132	132
Operating Frequency Range (min) (Hz)	57	57	57	57
Operating Frequency Range (max) (Hz)	63	63	63	63
Operating Temperature Range (min) (°C)	0	0	0	0
Operating Temperature Range (max) (°C)	40	40	40	40
Storage Temperature Range (min) (°C)	-20	-20	-20	-20
Storage Temperature Range (max) (°C)	60	60	60	60
Humidity Range (min) (%)	5	5	5	5
Humidity Range (max) (%)	95	95	95	95
Altitude Range (min) (m)	0	0	0	0
Altitude Range (max) (m)	3000	3000	3000	3000

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura III.19.- Especificaciones Técnicas de la Unidad FORTRESS de 520 VA a 1420 VA.



Benefits and Features

- 1. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 2. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 3. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 4. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 5. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 6. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 7. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 8. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 9. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 10. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 11. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 12. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 13. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 14. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 15. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 16. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 17. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 18. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 19. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.
- 20. The Fortress provides a secure, protected environment with built-in fire, flood, and theft protection.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Figura III.20.- Fuentes No Interrumpibles "Rackmount" FORTRESS de 720 VA a 1420 VA.

120V Specifications for Rackmount Fortress 720VA to 1420VA

	Origen	Unión	Unión
1. General			
1.1. Descripción			
1.2. Referencias			
1.3. Materiales			
1.4. Montaje			
1.5. Mantenimiento			
1.6. Seguridad			
1.7. Normas			
1.8. Otros			
2. Especificaciones técnicas			
2.1. Características generales			
2.2. Características eléctricas			
2.3. Características mecánicas			
2.4. Características ambientales			
2.5. Características de seguridad			
2.6. Características de rendimiento			
2.7. Características de compatibilidad			
2.8. Características de interfaz			
2.9. Características de gestión			
2.10. Características de diagnóstico			
2.11. Características de configuración			
2.12. Características de actualización			
2.13. Características de recuperación			
2.14. Características de migración			
2.15. Características de clonación			
2.16. Características de copia de seguridad			
2.17. Características de restauración			
2.18. Características de eliminación			
2.19. Características de anonimización			
2.20. Características de destrucción			
2.21. Características de reciclaje			
2.22. Características de sostenibilidad			
2.23. Características de eficiencia energética			
2.24. Características de reducción de emisiones			
2.25. Características de economía de agua			
2.26. Características de economía de materiales			
2.27. Características de economía de espacio			
2.28. Características de economía de tiempo			
2.29. Características de economía de costes			
2.30. Características de economía de recursos			
2.31. Características de economía de energía			
2.32. Características de economía de agua			
2.33. Características de economía de materiales			
2.34. Características de economía de espacio			
2.35. Características de economía de tiempo			
2.36. Características de economía de costes			
2.37. Características de economía de recursos			
2.38. Características de economía de energía			
2.39. Características de economía de agua			
2.40. Características de economía de materiales			
2.41. Características de economía de espacio			
2.42. Características de economía de tiempo			
2.43. Características de economía de costes			
2.44. Características de economía de recursos			
2.45. Características de economía de energía			
2.46. Características de economía de agua			
2.47. Características de economía de materiales			
2.48. Características de economía de espacio			
2.49. Características de economía de tiempo			
2.50. Características de economía de costes			
2.51. Características de economía de recursos			
2.52. Características de economía de energía			
2.53. Características de economía de agua			
2.54. Características de economía de materiales			
2.55. Características de economía de espacio			
2.56. Características de economía de tiempo			
2.57. Características de economía de costes			
2.58. Características de economía de recursos			
2.59. Características de economía de energía			
2.60. Características de economía de agua			
2.61. Características de economía de materiales			
2.62. Características de economía de espacio			
2.63. Características de economía de tiempo			
2.64. Características de economía de costes			
2.65. Características de economía de recursos			
2.66. Características de economía de energía			
2.67. Características de economía de agua			
2.68. Características de economía de materiales			
2.69. Características de economía de espacio			
2.70. Características de economía de tiempo			
2.71. Características de economía de costes			
2.72. Características de economía de recursos			
2.73. Características de economía de energía			
2.74. Características de economía de agua			
2.75. Características de economía de materiales			
2.76. Características de economía de espacio			
2.77. Características de economía de tiempo			
2.78. Características de economía de costes			
2.79. Características de economía de recursos			
2.80. Características de economía de energía			
2.81. Características de economía de agua			
2.82. Características de economía de materiales			
2.83. Características de economía de espacio			
2.84. Características de economía de tiempo			
2.85. Características de economía de costes			
2.86. Características de economía de recursos			
2.87. Características de economía de energía			
2.88. Características de economía de agua			
2.89. Características de economía de materiales			
2.90. Características de economía de espacio			
2.91. Características de economía de tiempo			
2.92. Características de economía de costes			
2.93. Características de economía de recursos			
2.94. Características de economía de energía			
2.95. Características de economía de agua			
2.96. Características de economía de materiales			
2.97. Características de economía de espacio			
2.98. Características de economía de tiempo			
2.99. Características de economía de costes			
2.100. Características de economía de recursos			

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura III.21.- Especificaciones Técnicas de la Unidad "Rackmount" FORTRESS de 720 VA a 1420 VA.



Benefits and Features

Provides a backup power source for critical loads during power outages.

Offers a clean, stable power source for sensitive equipment.

UL 1479 listing - fully complies with all applicable safety standards.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura III.24.- Fuente No Interrumpible PATRIOT de 280 VA a 850 VA.

CAPÍTULO IV.

APLICACIÓN Y USO DE BATERÍAS RECARGABLES EN VEHÍCULOS DE TRACCIÓN ELÉCTRICA.

IV.1 - Introducción.

Fundada en 1918, YUASA comenzó a desarrollar las baterías libres de mantenimiento al agregar ácido a su interior a partir de 1958. Hoy en día, las baterías de la serie NP son la culminación de 7 décadas de experiencia en la fabricación de baterías. Entre sus características más importantes destacan: alta capacidad en la generación de energía, excelente rendimiento, alta tecnología en su construcción y sellado; así como, una larga vida útil con un nivel alto de confiabilidad y rendimiento energético. La Figura IV.1 muestra la construcción de una Batería YUASA.

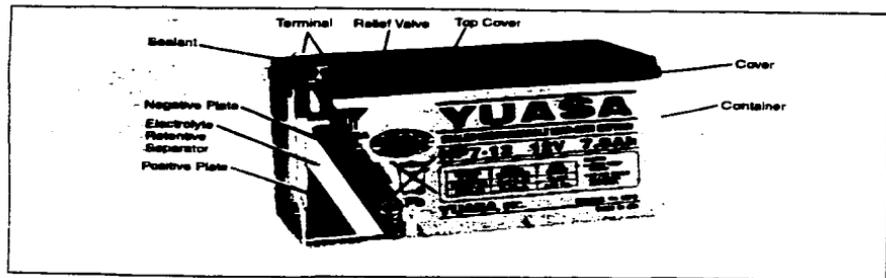


Figura IV.1.- Construcción de una Batería YUASA.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

NPH SERIES

Model	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
NPHQ-12FR	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0
NPHQ2-12FR	12	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2	9.2	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2

NP SERIES

Model	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
NP1-24FR	4	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	9.0	9.6	10.2	10.8	11.4	12.0	12.6	13.2	13.8	14.4
NP1-12FR	8	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	9.0	9.6	10.2	10.8	11.4
NP2-3-12FR	2.3	1.78	2.01	2.24	2.47	2.70	2.93	3.16	3.39	3.62	3.85	4.08	4.31	4.54	4.77	5.00	5.23	5.46	5.69
NP2-6-12FR	2.6	1.34	1.52	1.70	1.88	2.06	2.24	2.42	2.60	2.78	2.96	3.14	3.32	3.50	3.68	3.86	4.04	4.22	4.40
NP4-12FR	4.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
NP7-12FR	7.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP12-12FR	12.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP18-12FR	18.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP24-12FR	24.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP24-12FR	24.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12B	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12H	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12E	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12F	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12G	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12H	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12I	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12J	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12K	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12L	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12M	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12N	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12O	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12P	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12Q	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12R	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12S	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12T	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12U	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12V	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12W	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12X	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12Y	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
NP26-12Z	26.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0

NPX SERIES

Model	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
NPX-50FR	5	5.2	5.8	6.4	7.0	7.6	8.2	8.8	9.4	10.0	10.6	11.2	11.8	12.4	13.0	13.6	14.2	14.8	15.4
NPX-25FR	10	2.6	3.2	3.8	4.4	5.0	5.6	6.2	6.8	7.4	8.0	8.6	9.2	9.8	10.4	11.0	11.6	12.2	12.8
NPX-35FR	15	3.9	4.7	5.5	6.3	7.1	7.9	8.7	9.5	10.3	11.1	11.9	12.7	13.5	14.3	15.1	15.9	16.7	17.5
NPX-45FR	20	5.2	6.2	7.2	8.2	9.2	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2
NPX-60B	30	7.8	9.3	10.8	12.3	13.8	15.3	16.8	18.3	19.8	21.3	22.8	24.3	25.8	27.3	28.8	30.3	31.8	33.3
NPX-100B	60	15.6	18.6	21.6	24.6	27.6	30.6	33.6	36.6	39.6	42.6	45.6	48.6	51.6	54.6	57.6	60.6	63.6	66.6
NPX-150B	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	76.2	81.0	85.8	90.6	95.4	100.2	105.0
NPX-150E	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	76.2	81.0	85.8	90.6	95.4	100.2	105.0
NPX-150F	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	76.2	81.0	85.8	90.6	95.4	100.2	105.0
NPX-150G	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	76.2	81.0	85.8	90.6	95.4	100.2	105.0
NPX-150H	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	76.2	81.0	85.8	90.6	95.4	100.2	105.0
NPX-150I	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	76.2	81.0	85.8	90.6	95.4	100.2	105.0
NPX-150J	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	76.2	81.0	85.8	90.6	95.4	100.2	105.0
NPX-150K	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	76.2	81.0	85.8	90.6	95.4	100.2	105.0
NPX-150L	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	76.2	81.0	85.8	90.6	95.4	100.2	105.0
NPX-150M	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	76.2	81.0	85.8	90.6	95.4	100.2	105.0
NPX-150N	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	76.2	81.0	85.8	90.6	95.4	100.2	105.0
NPX-150O	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	76.2	81.0	85.8	90.6	95.4	100.2	105.0
NPX-150P	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	76.2	81.0	85.8	90.6	95.4	100.2	105.0
NPX-150Q	90	23.4	28.2	33.0	37.8	42.6	47.4	52.2	57.0	61.8	66.6	71.4	7						

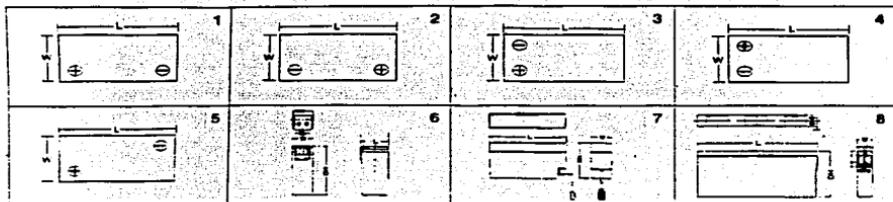


Figura IV.3.- Descripción del "Layout" de las Baterías.

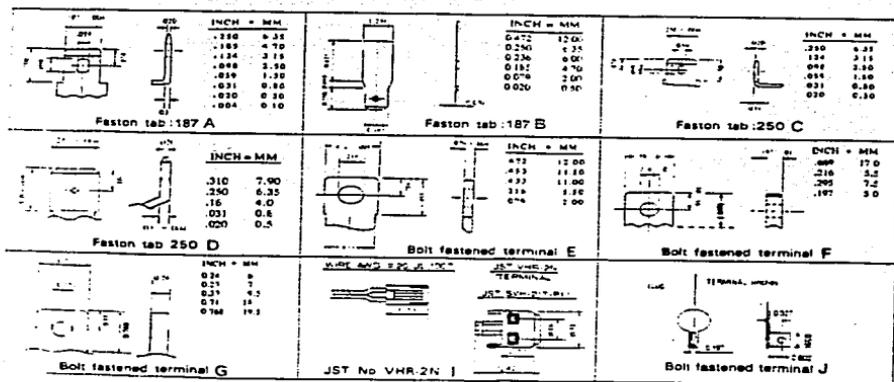
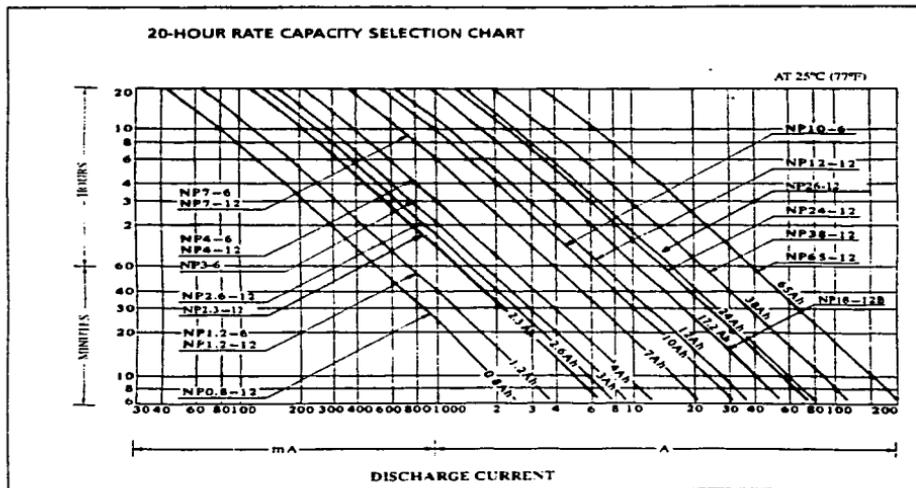


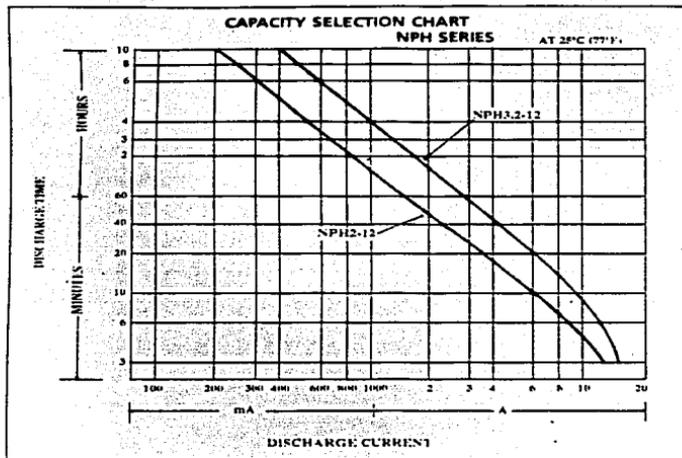
Figura IV.4.- Especificaciones de las Terminales de las Baterías YUASA.

Las Figuras 5 y 6 pueden ser usadas para determinar la capacidad de las baterías (expresada en Horas-Ampère de capacidad, para una aplicación específica. Para determinar la capacidad de la batería, se establece la corriente de descarga en un tiempo preestablecido.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

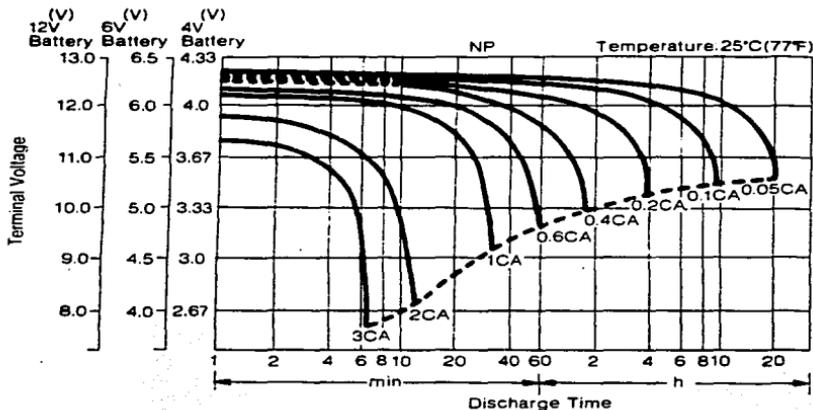
Figura IV.5.- Carta de Selección para un Tiempo de 20 Horas.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Figura IV.6.- Carta de Capacidad de Selección de Baterías.

Discharge Characteristic Curves: NP Batteries



Discharge Characteristic Curves: NP Batteries

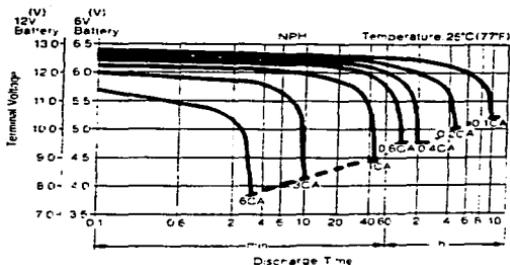


Figura IV.7.- Curvas Características de Descarga en las Baterías de la Serie NP.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

20 Hr Capacity	Discharge Current							
	0.05C	0.1C	0.2C	0.4C	0.6C	1C	2C	3C
0.8 A	0.04 A	0.08 A	0.16 A	0.32 A	0.48 A	0.8 A	1.6 A	2.4 A
1.2	0.06	0.12	0.24	0.48	0.72	1.2	2.4	3.6
2.0	0.10	0.20	0.40	0.80	1.20	2.0	4.0	6.0
2.3	0.12	0.23	0.46	0.92	1.38	2.3	4.6	6.9
2.6	0.13	0.26	0.52	1.04	1.56	2.6	5.2	7.8
3.0	0.15	0.30	0.60	1.20	1.80	3.0	6.0	9.0
4.0	0.20	0.40	0.80	1.60	2.40	4.0	8.0	12.0
7.0	0.35	0.70	1.40	2.80	4.20	7.0	14.0	21.0
10.0	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00	10.0	20.0	30.0
12.0	0.60	1.20	2.40	4.80	7.20	12.0	24.0	36.0
17.2	0.86	1.72	3.44	6.88	10.32	17.2	34.4	51.6
24.0	1.20	2.40	4.80	9.60	14.40	24.0	48.0	72.0
26.0	1.30	2.60	5.20	10.40	15.60	26.0	52.0	78.0
38.0	1.90	3.80	7.60	15.20	22.80	38.0	76.0	114.0
65.0	3.25	6.50	13.00	26.00	39.00	65.0	130.0	195.0

76

DISCHARGE CURRENT AT STIPULATED DISCHARGE RATES (NPH)

10 Hr Capacity	Discharge Current							
	0.01C	0.2C	0.4C	0.6C	0.8C	1C	2C	3C
2.0	0.20	0.40	0.80	1.20	1.40	2.00	4.00	6.00
3.2	0.32	0.64	1.28	1.90	2.54	3.20	6.40	9.60

NPX WATTS PER CELL TO 1.67 END VOLTAGE

	5 MIN	10 MIN	15 MIN	20 MIN
NPX-25	47	31	23	18
NPX-50	94	60	50	38
NPX-35	66	45	35	29
NPX-80	155	104	80	65
NPX-100	185	125	95	75
NPX-150	285	200	150	120

DISCHARGE CAPACITY AT VARIOUS DISCHARGE RATES

2C Hr Capacity	Discharge Capacity					
	20 Hr	10 Hr.	5 Hr	3 Hr	1 Hr.	
0.8 Ah	0.8 Ah	0.74 Ah	0.68 Ah	0.62 Ah	0.48 Ah	
1.2	1.2	1.1	1.0	0.9	0.7	
2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.2	
2.3	2.3	2.2	2.0	1.8	1.4	
2.6	2.6	2.4	2.2	2.0	1.6	
3.0	3.0	2.8	2.6	2.3	1.8	
4.0	4.0	3.7	3.4	3.1	2.4	
7.0	7.0	6.5	6.0	5.4	4.2	
10.0	10.0	9.3	8.5	7.7	6.0	
12.0	12.0	11.2	10.2	9.2	7.2	
17.2	17.2	16.0	14.6	13.2	10.3	
24.0	24.0	22.3	20.4	18.5	14.4	
26.0	26.0	24.2	22.1	20.0	15.6	
38.0	38.0	35.0	32.3	29.3	22.8	
65.0	65.0	60.5	55.2	50.1	39.0	

Tablas 1, 2, 2.5 y 3.- Características de Descarga de una Batería.

TFESIS CON
FALLA DE ORIGEN

76

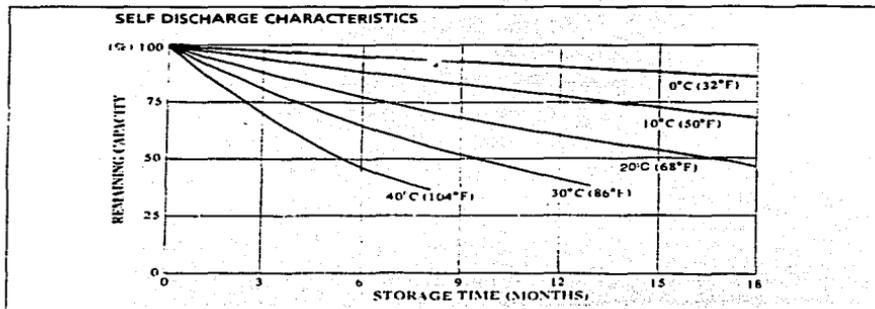


Figura IV.8.- Características de Descarga de una Batería.

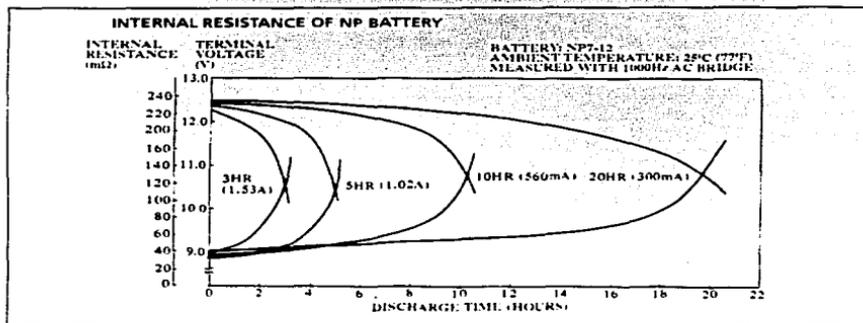


Figura IV.9.- Resistencia Interna de Baterías NP.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

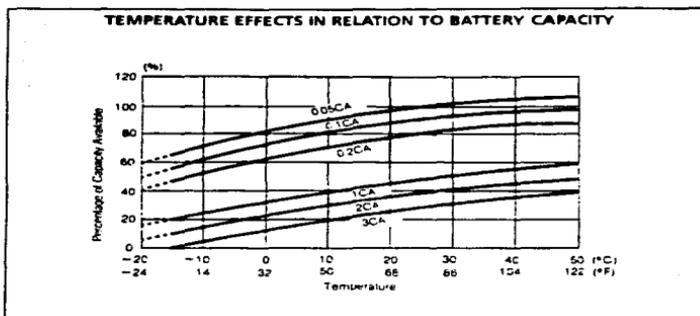


Figura IV.10.- Efectos de la Temperatura en Relación con la Capacidad de la Batería.

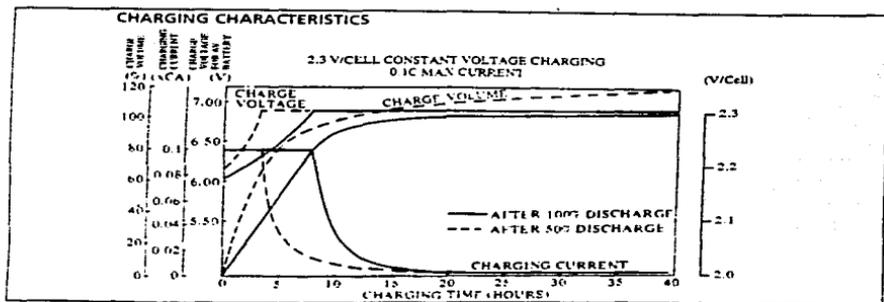


Figura IV.11.- Características de Carga de las Baterías.

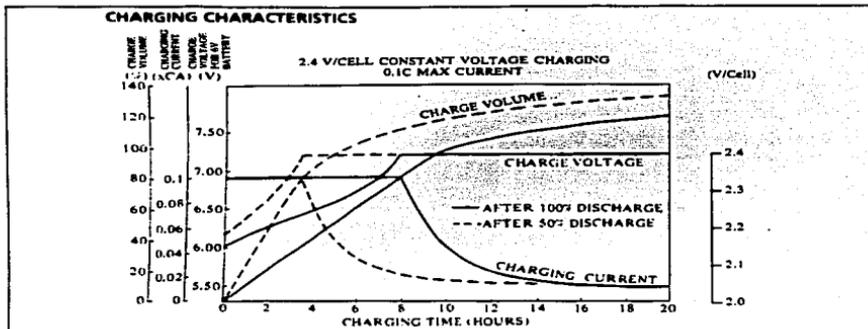


Figura IV.11.- Características de Carga de las Baterías. (Continuación).

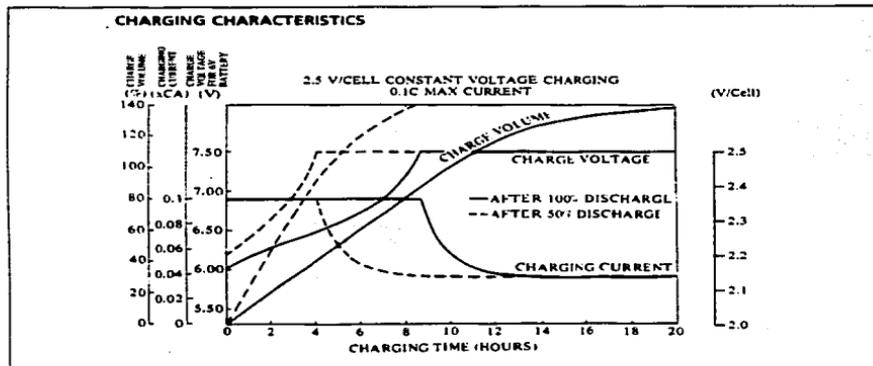


Figura IV.11.- Características de Carga de las Baterías. (Continuación).

TESIS CON
FALTA DE CREDITOS
FALTA DE CREDITOS

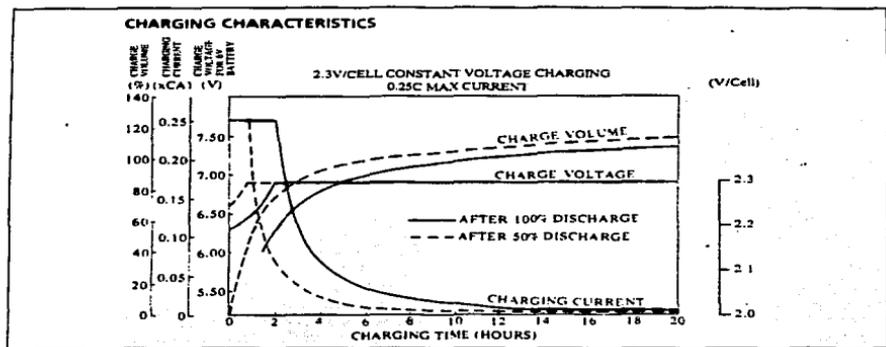


Figura IV.11.- Características de Carga de las Baterías. (Continuación).

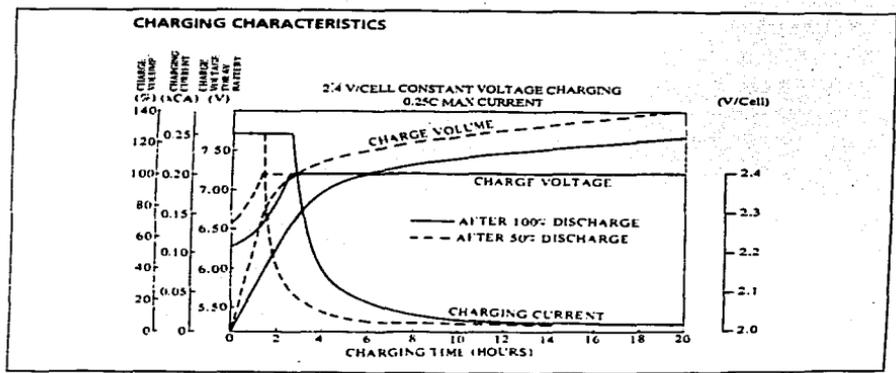


Figura IV.11.- Características de Carga de las Baterías. (Continuación).

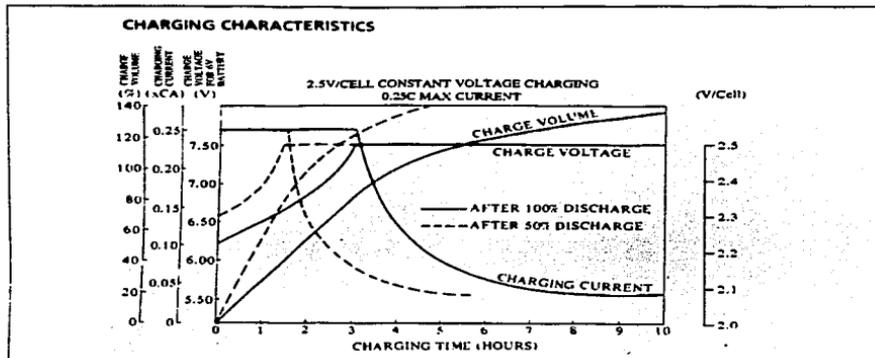


Figura IV.11.- Características de Carga de las Baterías. (Continuación).

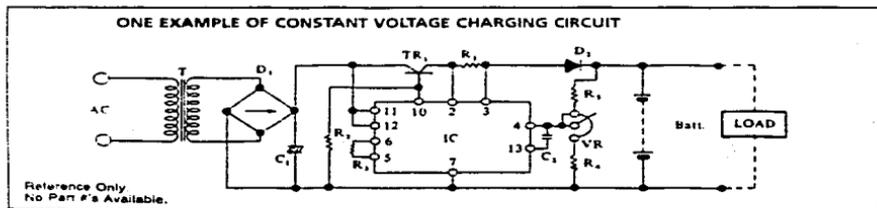


Figura IV.12.- Un Ejemplo del Circuito de Carga a Voltaje Constante.

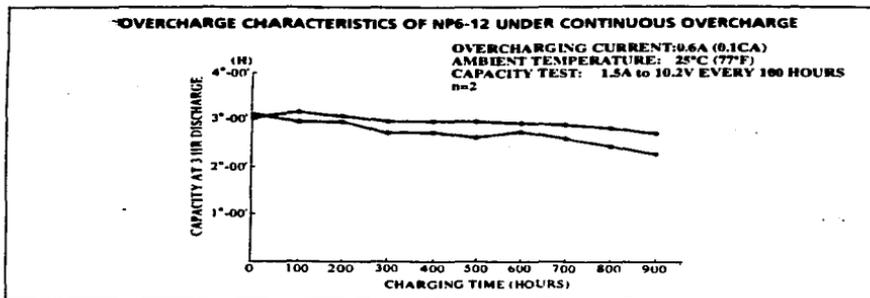


Figura IV. 13.- Características de Sobrecarga de una Batería NP6-12.

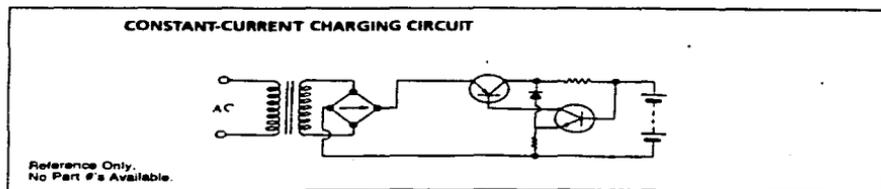


Figura IV. 14.- Circuito de Carga a Corriente Constante.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

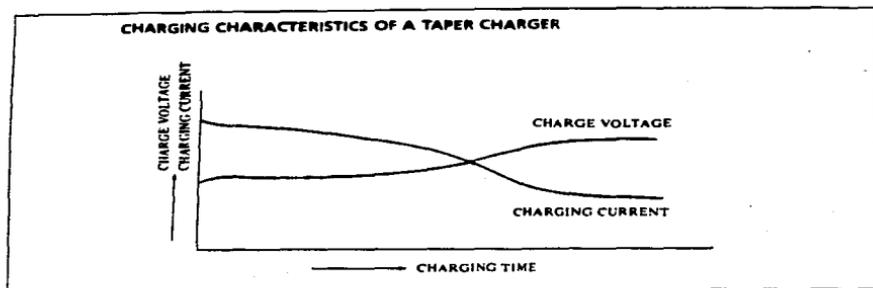


Figura IV.15.- Características del tiempo de Carga de una Batería.

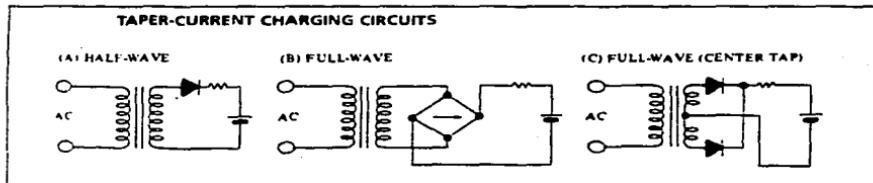


Figura IV.16.- Circuitos de Carga de Corriente.

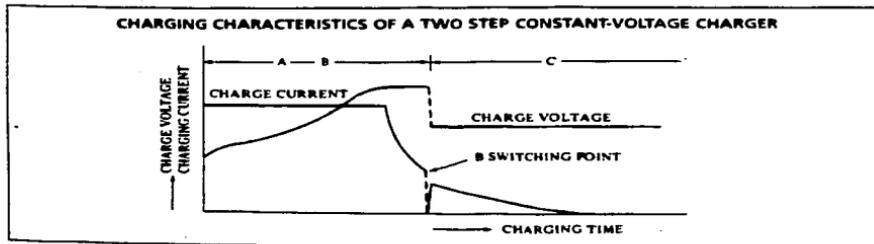


Figura IV.17.- Carga a dos pasos de un Voltaje Constante en una Batería.

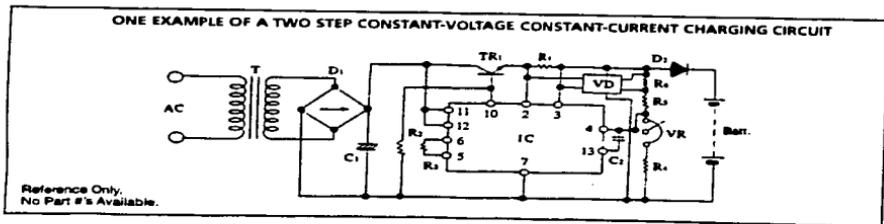


Figura IV.18.- Un Ejemplo de un Circuito de Carga a Voltaje y Corriente Constante en un Circuito de dos Pasos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

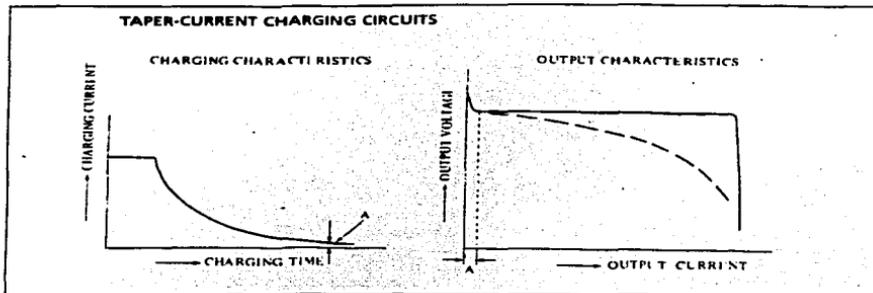


Figura IV.21.- Circuitos de Carga de Corriente.

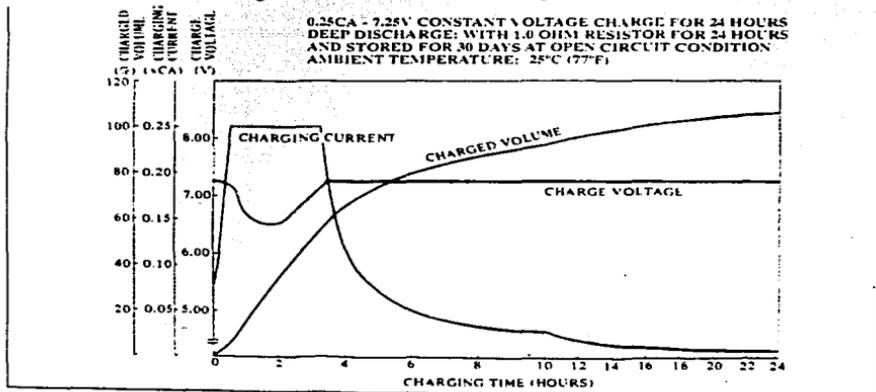


Figura IV.22.- Características Típicas de Carga después de la Descarga.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RELATIONSHIP BETWEEN CHARGING VOLTAGE AND TEMPERATURE

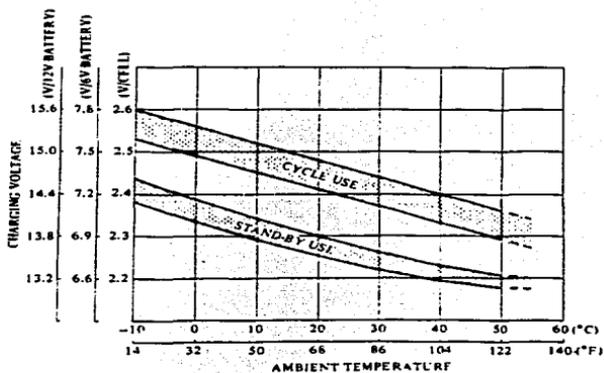


Figura IV.23.- Relación entre el Voltaje de Carga y la Temperatura.

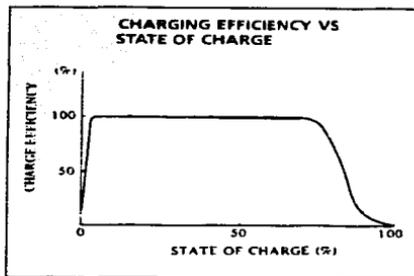


Figura IV.24.- Características de Eficiencia contra el Estado de Carga.

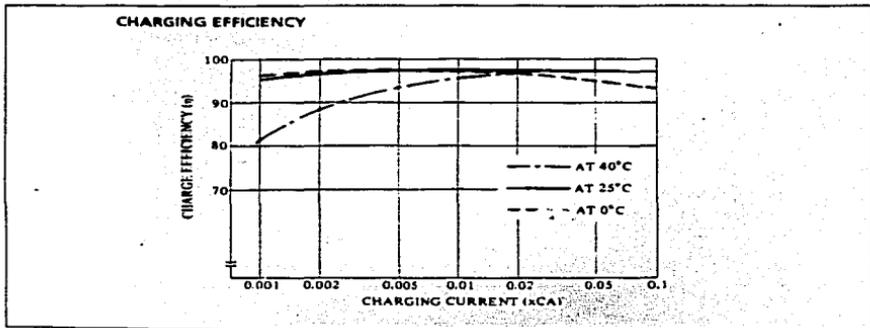
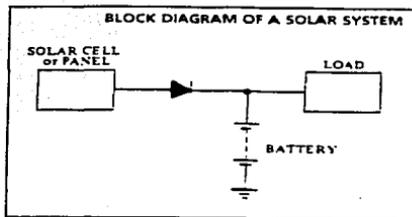


Figura IV.25.- Eficiencia de Carga.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Figura IV.26.- Diagrama de Bloque(s) de un Sistema Solar.

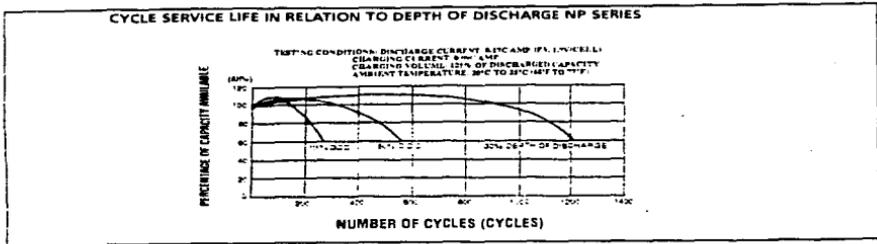
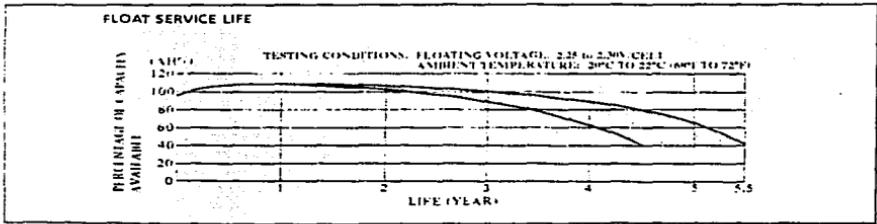


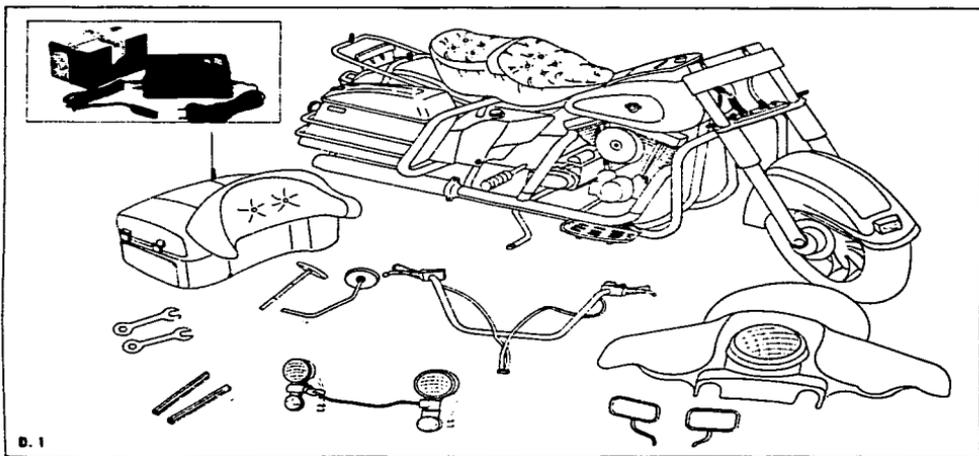
Figura IV.27.- Ciclo de Vida de Servicio en la Descarga de las Series NP.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

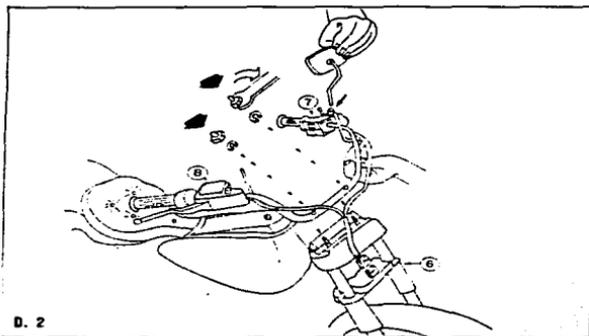
Figura IV.28.- Vida de Servicio en Años

IV.2.- Aplicación a un Vehículo de Tracción Eléctrica.

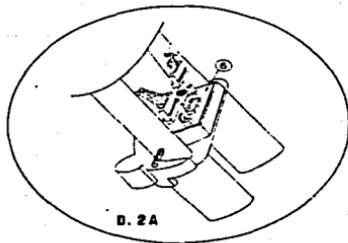


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

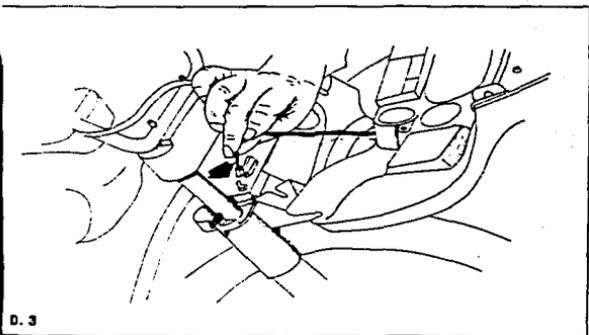
Figura IV.29.- Esquema General de un Vehículo de Tracción Eléctrica.



D. 2



D. 2A



D. 3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura IV.30.- Proceso de Montaje del Vehículo.

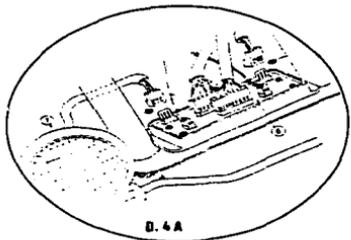
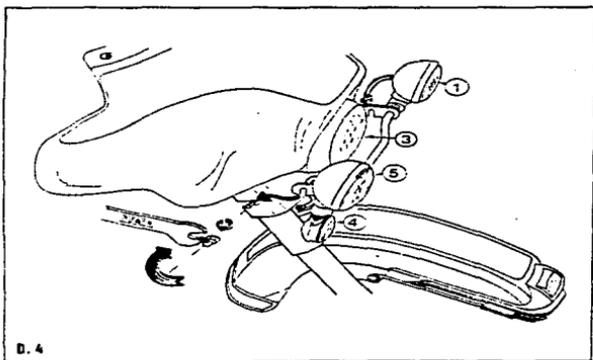
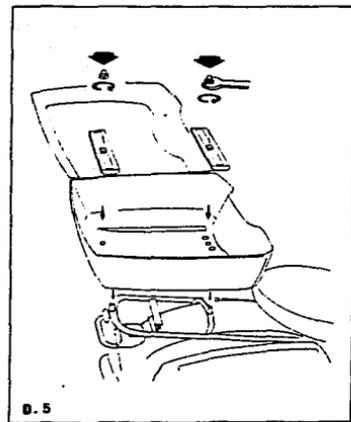
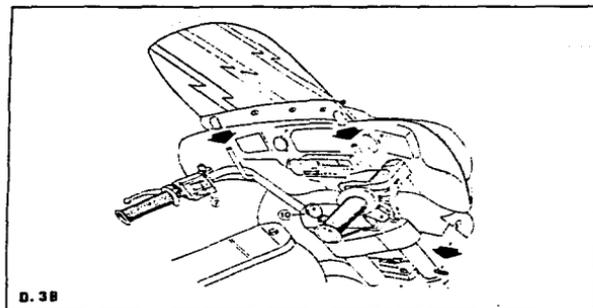


Figura IV.30.- Proceso de Montaje del Vehículo. (Continuación).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

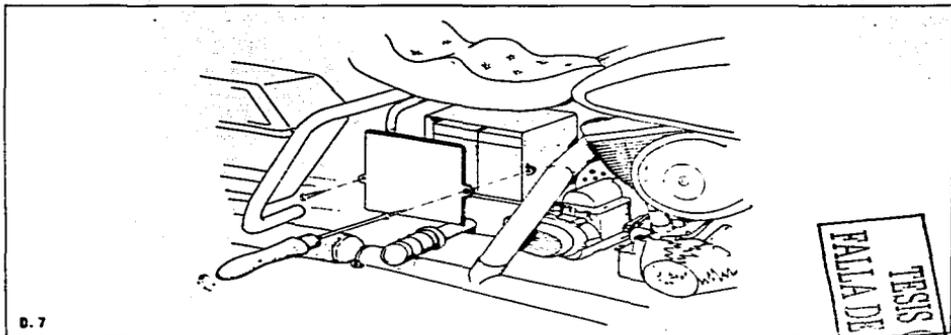
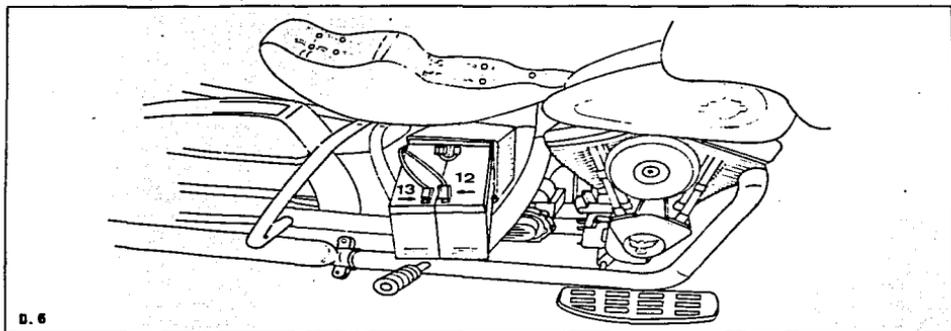
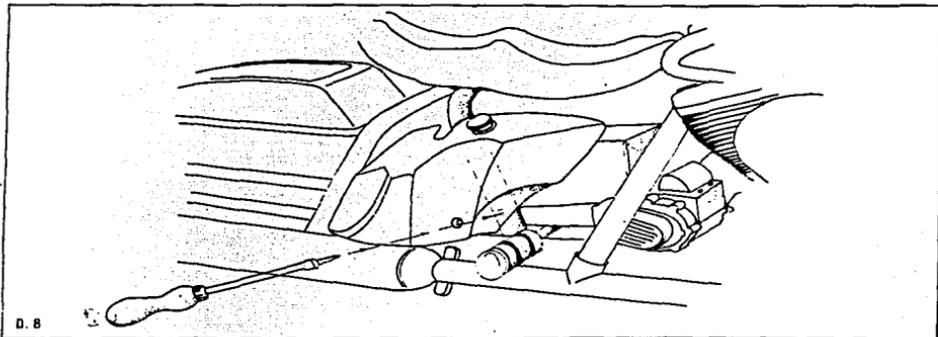
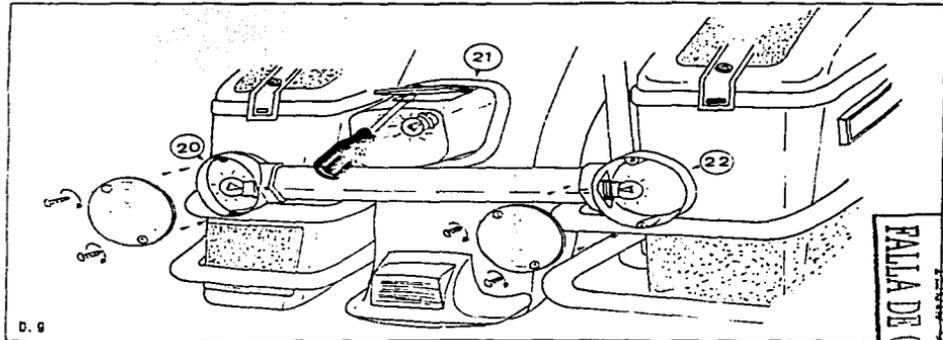


Figura IV.30.- Proceso de Montaje del Vehículo. (Continuación).



D. 8



D. 9

Figura IV.30.- Proceso de Montaje del Vehículo. (Continuación).

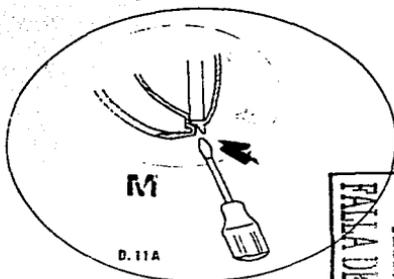
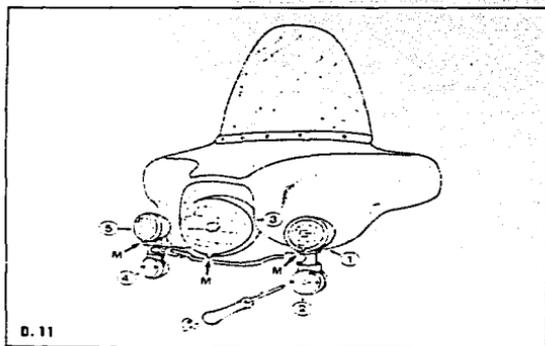
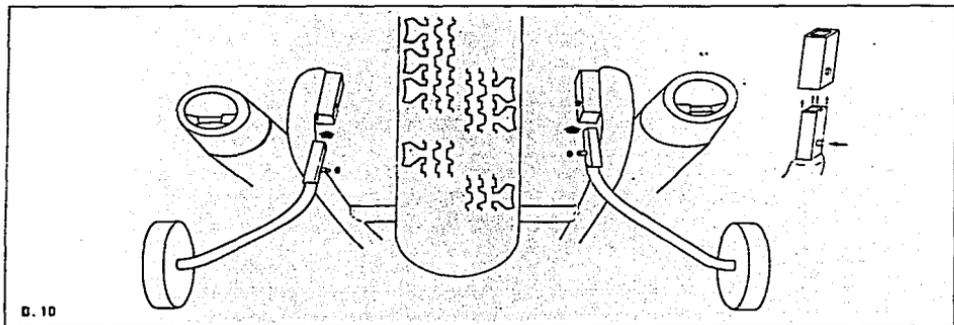


Figura IV.30.- Proceso de Montaje del Vehículo. (Continuación).

- LISTADO COMPONENTES
- 1 — LARGA DISTANCIA L 1 = 502237 6 V. C.F.A.
- 2 — INTERRUPTOR DELANTERO IZQUIERDO L 1 = 502237
- 3 — FARO L 2 = 508952
- 4 — INTERRUPTOR DELANTERO DERECHO L 2 = 502237
- 5 — LARGA DISTANCIA L 5 = 502237
- 6 — CIRCUITO CONECTORES = REF = 502238
- 7 — INTERRUPTOR LARGA DISTANCIA = 502238

- 8 — INTERRUPTOR INTERMITENCIA = 506895
- 9 — PULSADOR CLAXON = 800235
- 10 — PLACA ELECTRONICA = 800243
- 11 — LLAVE DE CONTACTO
- 12 — PULSADOR ACELERADOR = 706446
- 13 — TERMINAL NEGATIVO BATERIA
- 14 — TERMINAL POSITIVO BATERIA
- 15 — ALTA VOZ REF = 508960
- 16 — CONECTOR VIAS MOTORES.

- 17 — PILE 12 V. REF = 508936
- 18 — DISYUNTOR REF = 506507
- 19 — PULSADOR MARCHA = 706446
- 20 — TERMINAL MASA CHASIS
- 21 — INTERRUPTENTE TRASERO IZQUIERDO L 20 = 502237
- 22 — PILOTO DE FRENADO L 21 = 508952
- 23 — INTERRUPTENTE TRASERO DERECHO L 22 = 502237
- 24 — CONECTOR DE CARGA
- 25 — TERMINAL MASA CHASIS

CIRCUITO ELECTRICO

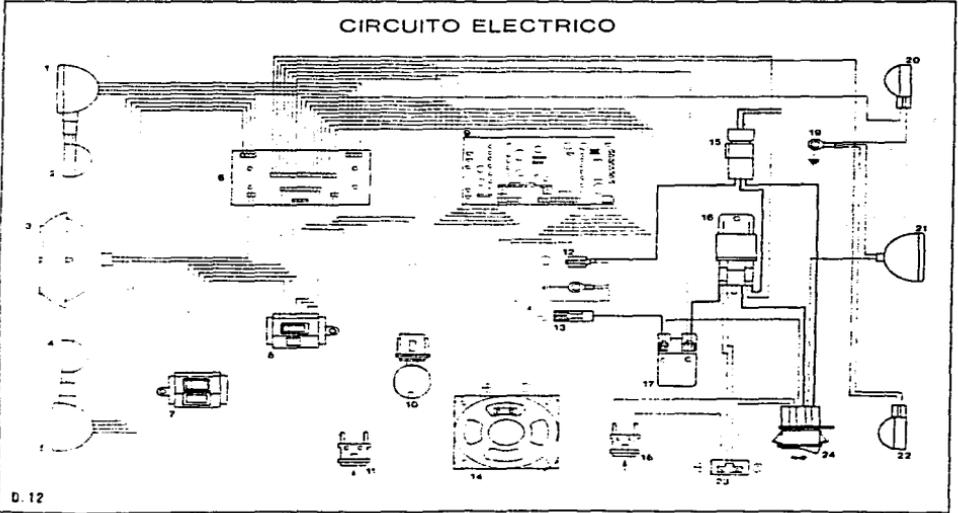
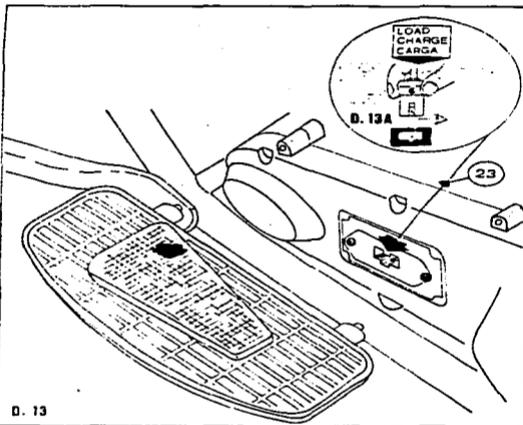


Figura IV.31 - Circuito Electrico

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



D. 13

CARICAMENTO DELLA BATTERIA

COLLEGARE IL CARICATORE ALLA RETE ELETTRICA. LA LAMPADINA ROSSA SI ACCENDERÀ INDICANDO CHE HA INIZIATO A CARICARE. COLLEGARE IL CARICATORE AL GIOCATTOLO ATTRAVERSO IL FILO CON LA SPINOTTO VEDI DIAGRAMO.

LA LUCE DELLA LAMPADINA SI SPENGERÀ INDICANDO CHE LA BATTERIA SI STA CARICANDO. QUANDO LA LAMPADINA ROSSA RITORNERÀ AD ACCENDERSI LA BATTERIA SARÀ CARICATA.

CARGA DE BATERIA

CONECTAR EL CARGADOR A LA RED EL PILOTO ROJO SE ENCENDERÁ INDICANDO QUE HA COMENZADO A CARGAR. CONECTAR EL CARGADOR AL JUGUETE POR MEDIO DEL CABLE CON LA CLAVIJA. VER GRÁFICO LA LUZ DEL PILOTO SE APAGARÁ INDICANDO QUE LA BATERIA ESTÁ CARGÁNDO. CUANDO EL PILOTO ROJO VUELVA A ENCENDERSE, LA BATERIA ESTARÁ CARGADA.

BATTERY LOADING

CONNECT THE CHARGER TO THE SYSTEM. THE RED LIGHT TURNS ON, INDICATING THAT THE LOADING HAS BEGUN.

CONNECT THE CHARGER TO THE TOYS BY THE CABLE WITH THE PLUG. SEE PICTURE (DIAGRAM). THE LIGHTS TURN OFF INDICATING THAT THE BATTERY IS BEING CHARGED. WHEN THE RED LIGHT TURNS ON AGAIN, THE BATTERY IS CHARGED.

CHARGE DE LA BATTERIA

CONNECTER LE CHARGEUR A LA PRISE ELECTRIQUE. LE VOYANT ROUGE S'ALLUMERA INDICANT QUE LE CHARGEUR EST PRET.

CONNECTER LE CHARGEUR AU JOUET PAR MOYEN DU CABLE AVEC LA PRISE -VOIR DESSIN- LA LUMIERE DU VOYANT S'ETEINDRA INDICANT AINSI QUE LA BATTERIE EST EN TRAIN DE CHARGER. QUAND LE VOYANT ROUGE SE RALLUMERA, LA BATTERIE EST CHARGEE.

BATTERIEAUF LADUNG

VERBINDEN SIE DIE VORRICHTUNG MIT DEM STROMNETZ. DIE ROTE LAMPE LEUCHTET AUF UND WEIST DEN BEGINN DER AUFLADUNG AN. VERBINDEN SIE DIE VORRICHTUNG MIT DEM SPIELZEUG MITTELS DES KABELS MIT DEM STOPSEL. SEHEN SIE AUCH DIE AUFEICHTUNG. DAS LICHT DER LAMPE

SCHALTET SICH WÄHREND DER BATTERIEAUF LADUNG AUS. WENN DIE ROTE LAMPE WIEDER AUFLEUCHTET, BEDEUTET ES, DASS DIE BATTERIE GELADEN IST.

Figura IV.32.- Carga de la Bateria.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

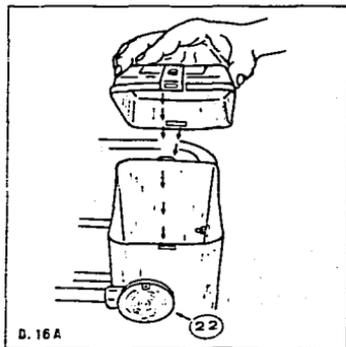
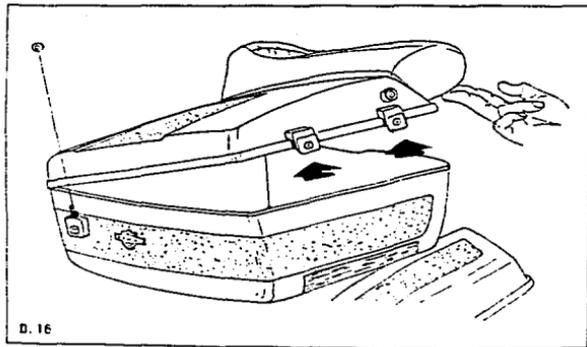
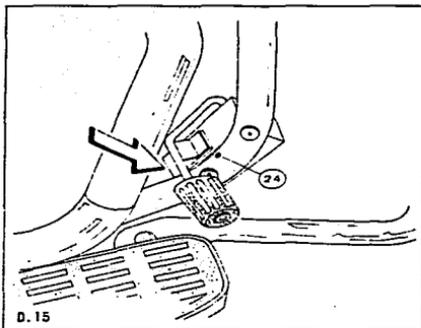
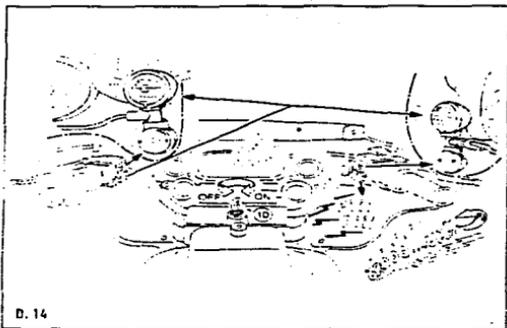


Figura IV.33.- Notas Generales de Utilización.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

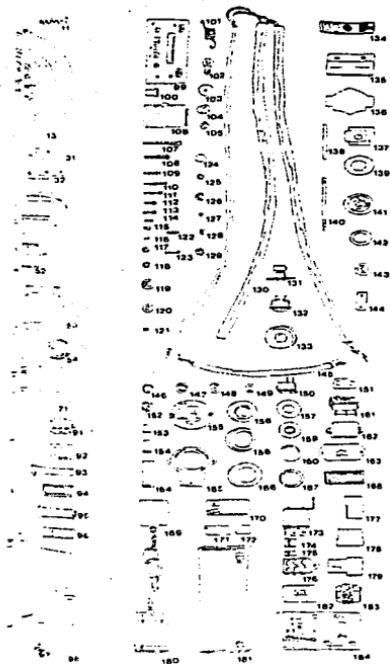


Figura IV.34.- Despiece General de Alambrado.



DIMENSIONES 136 - 54,5 - 95 cm.
 ESCALA 1:1,7 DE LA HARLEY DAVIDSON FLHTC ELECTRAGLIDE
 CLASSIC
 ESTABILIZADORES DESMONTABLES. RUEDAS CUBIERTAS DE CAUCHO.
 ACELERADOR EN PIE IZQUIERDO Y FRENO EN PIE DERECHO.
 CABALLETE ABATIBLE. SUSPENSION DELANTERA.
 MALETAS PORTAEQUIPAJES TRASERAS Y LATERALES PRACTICABLES.
 ESPEJOS RETROVISORES PRACTICABLES. MODELO BIPLAZA.
 LLAVE DE CONTACTO PARA PONER EN MARCHA LAS DISTINTAS FUN-
 CIONES. SISTEMA DE ARRANQUE. LUCES DE POSICION, INTERMITEN-
 TES. LUCES DE ALUMBRADO.
 ACCIONAMIENTO DEL SONIDO DE ACCELERACION MEDIANTE PUÑO DE-
 RECHO.
 SONIDO CLAYTON.
 DOS MOTORES DE 12 V. @ 12 400 R.P.M.
 FUNCIONA CON DOS BATERIAS RECARGABLES DE 6 V. 10 AMP.
 VELOCIDAD DE 4 A 6 KM/H
 EDAD RECOMENDADA DE 3 A 8 AÑOS.

Figura IV.35.- Vehículo Eléctrico en Operación.

CONCLUSIONES.

Para Que un vehículo eléctrico pueda funcionar adecuadamente requiere aparte de la batería que lo alimente, de un motor eléctrico para que comience a moverse. De ahí, se establece lo siguiente:

Un *motor* es una máquina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica giratoria. Los motores mueven máquinas lavadoras, secadoras, ventiladores, vehículos eléctricos y gran parte de maquinaria que se encuentra en la industria. Por otro lado, un *generador* es una máquina que convierte la energía mecánica giratoria en energía eléctrica. La energía mecánica puede ser proporcionada por una caída de agua, vapor, viento o por un motor de gasolina, diesel o eléctrico. Las partes principales de los motores y los generadores de corriente directa son esencialmente las mismas y son:

a).- *Armadura*.- En un motor, la armadura recibe corriente de una fuente eléctrica externa, lo cual hace que la armadura gire. En un generador, la armadura gira por una fuerza mecánica externa. El voltaje que se genera en la armadura se conecta a un circuito externo. En síntesis, la armadura del motor recibe corriente de un circuito externo (la fuente de alimentación eléctrica) y la armadura del generador suministra corriente a un circuito externo (la carga). Como la armadura gira, se le llama también rotor.

b).- *Conmutador*.- Una máquina de corriente continua tiene un conmutador para convertir corriente alterna que fluye en su armadura en corriente continua en sus terminales (en el caso del generador). El conmutador consiste de segmentos de cobre, de los cuales hay un par en cada bobina de la armadura. Cada segmento del conmutador está aislado de los demás con mica. Los segmentos están montados sobre el eje de la armadura y aislados de éste y del hierro de la armadura. En el bastidor de la máquina, se montan escobillas estacionarias de manera que hagan contacto con segmentos opuestos del conmutador.

c).- *Escobillas*.- Son conectores de grafito estacionarios que se montan con un resorte para que resbalen o rocen el conmutador en el eje o flecha de la armadura. De esta manera, las escobillas proporcionan la conexión entre las bobinas de la armadura y la carga externa.

d).- *Devanado del Campo*.- Este electroimán produce el flujo que corta la armadura. En un motor, la corriente para el campo es proporcionada por la misma fuente que alimenta a la armadura. En un generador, la corriente que produce el campo puede provenir de una fuente externa llamada *excitatriz* o de la salida de su propia armadura.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

e).- *Generador Simplificado de Corriente Continua.*- Un generador simplificado de corriente continua consiste de una bobina de armadura con una espira de alambre. La bobina corta al campo magnético para producir voltaje. Si se tiene una trayectoria completa (circuito cerrado), la corriente circulará por el circuito en la dirección indicada por la flechas. En esta posición de la bobina, el segmento con la escobilla. Cuando la armadura gira media vuelta en el sentido de las manecillas del reloj, se invierten los contactos entre los segmentos del conmutador y las escobillas.

f).- *El Devanado de la Armadura.*- Las bobinas de las armaduras que se usan en las máquinas grandes de corriente continua, generalmente, son arrolladas en su forma final antes de ponérselas en la armadura. Los lados de la bobina preformada se colocan en las ranuras del núcleo laminado de la armadura. Existen dos maneras en las que se pueden conectar las bobinas: en devanado o arrollamiento de lazo o *superpuesto*, y en devanado ondulado o *en serie*.

En el *arrollamiento de lazo* o *superpuesto simple*, los extremos de cada bobina se conectan a segmentos adyacentes del conmutador. De esta manera, todas las bobinas quedan conectadas en serie. En un *devanado superpuesto doble* o de *lazo doble* hay dos grupos separados de bobinas y cada grupo conectado en serie. Los dos grupos de bobinas están conectados entre sí por medio de las escobillas. Similarmente, un *arrollamiento superpuesto triple* consiste de tres grupos distintos de bobinas conectadas en serie. En el devanado *superpuesto simple* una sola escobilla cortocircuita los dos extremos de una sola bobina.

En un *devanado ondulatorio* o *en serie*, los extremos de cada bobina están conectados a segmentos del conmutador separados por una distancia del doble de ancho que los polos. En lugar de cortocircular una sola bobina, una escobilla cortocircuita un pequeño grupo de bobinas en serie.

El área del generador en la que no se puede inducir voltaje en una bobina de la armadura se llama *plano conmutador* o *plano neutro*. Éste se encuentra a la mitad entre polos norte y sur adyacentes. Las escobillas siempre se colocan de manera que cortocircuiten las bobinas de la armadura que pasan por el plano neutro mientras que, al mismo tiempo, se toma la salida de otras bobinas.

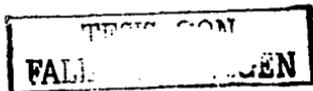
g).- *Excitación del Campo.*- Los generadores de corriente continua reciben su nombre del tipo de excitación del campo que se utilice. Cuando el campo del generador es alimentado o "excitado" por una fuente distinta de corriente continua, como una batería, se llama un generador de *excitación separada*. Cuando un generador suministra su propia excitación se llama un generador *autoexcitado*. Si su campo se conecta en paralelo con el circuito de la armadura, se llama generador *en derivación*. Cuando el campo está en serie con la armadura el generador se llama generador *serie*. Si se usan campos en derivación y en serie, se llama generador *compuesto* o *combinado*.

Los generadores combinados pueden estar conectados en *derivación corta*, con el campo en derivación en paralelo sólo con la armadura, o en *derivación larga*, con el campo en derivación en paralelo con la armadura y el campo en serie. Cuando el campo en serie se conecta de manera que su Fuerza Electromotriz (ampére-vuelta) actúa en la misma dirección que la del campo e derivación, se dice que el generador es *combinado* o *compuesto acumulativo*. Los reóstatos de un campo son resistencia ajustables que se colocan en los circuitos del campo para variar el flujo del campo y por consiguiente la FEM generada por el generador. El generador combinado se usa con más frecuencia que los otros tipos de generadores porque puede diseñarse de manera que tenga una gran variedad de características.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFÍA.

- Abraham-Becker. (1990). Theory of Electricity. England: Addison-Wesley.
- Edminister, L. (1995). Circuitos Eléctricos. México: Mc Graw-Hill. Serie Schaum's. 2° Edición.
- Frank, N. (1988). Introduction To Electricity and Optics. New York: Mc Graw-Hill.
- Gussow, Milton. (1983). Fundamentos de Electricidad. México: Mc Graw-Hill. Serie Schaum's. 1° Edición.
- Harnwell, G. (1987). Principles of Electricity and Electromagnetism. New York: Mc Graw-Hill.
- Laws, F. (1978). Electrical Measurements. New York: Mc Graw-Hill.
- Lindsay and Margenau. (1987). Foundations of Physics. New Jersey: John Wiley & Sons.
- M.I.T. Electrical Engineering Department. (1998). Texts in Electrical Engineering (3 vols). Massachusetts: John Wiley & Sons.
- Page and Adams. (1980). Principles of Electricity. New Jersey: Addison-Wesley.
- Ryder, D. (1992). Electrónica. Fundamentos y Aplicaciones. España: Aguilar.
- Sears, Francis. (1980). Electricidad y Magnetismo. Fundamentos de Física. Vol. II. España: Aguilar, 6° Reimresión.
- Smythe, W. (1995). Static and Dynamic Electricity. New York: Mc Graw-Hill.
- Sitraton, J. (1991). Electromagnetic Theory. New York: Mc Graw-Hill.
- Taylor, Loyd. (1985). Physic. The Pioneer Science. Boston: Houghton Mifflin.



Whittaker, E. (1980). History of the Theories of Electricity. England:
Addison-Wesley.

TRIS CON
FALLA DE ORIGEN

Í N D I C E.

Introducción	1
Objetivo General	3
Objetivos Particulares	3
Capítulo I.- FUNDAMENTOS DE BATERÍAS	4
I.1.- Introducción	4
I.2.- Celdas en Serie y en Paralelo	5
I.3.- Celdas Primarias y Celdas Secundarias	6
I.4.- Tipos de Baterías	7
I.4.1.- Batería de Plomo y Ácido	7
I.4.2.- Celda de Carbono y Zinc	10
I.4.3.- Celda Alcalina	11
I.4.4.- Celda de Niquel-Cadmio	11
I.4.5.- Celda de Edison	12
I.4.6.- Celda de Mercurio	12
I.5.- Características de las Baterías	13
I.5.1.- resistencia Interna	13
I.5.2.- Densidad Relativa	15
I.5.3.- Capacidad	15
I.5.4.- Vida en Almacenaje	16
I.5.5.- Comparación de los Diferentes Tipos de Celdas en el Mercado	16
Capítulo II.- CARACTERÍSTICAS DE LAS BATERÍAS RECARGABLES	17
II.1.- Energía Química y Fuerza Electromotriz (FEM)	17
II.2.- Potenciales de Electrodo	18
II.3.- Pilas Eléctricas	19
II.4.- Electrodo de Hidrógeno	20
II.5.- Cálculo de Fuerzas Electromotrices	21
II.6.- Concentración de Iones Hidrógeno	22
II.7.- Pila de Daniell	23
II.8.- Reversibilidad	27
II.9.- Polarización	28
II.10.- Pila Seca	29
II.11.- El Acumulador de Plomo	30

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II.12.- Pilas Patrones	31
II.13.- Electrólisis	32
II.13.1.- Tensión de descomposición	32
II.13.2.- Sobretensión	33
II.14.- Electrólisis del Agua	34
II.15.- Energía Química Libre	35
II.16.- Fuerzas Electromotrices Térmicas	36
II.17.- Fuerza Electromotriz Thomson	36
II.18.- Fuerza Electromotriz Peltier	39
II.19.- Fuerza Electromotriz Seebeck	40
II.20.- Variación de la FEM con la Temperatura	42
Capítulo III.- FUENTES NO INTERRUPTIBLES	45
III.1.- Características Operativas de los Sistemas de Fuentes No Interrumpibles (UPS)	45
Capítulo IV.- APLICACIÓN Y USO DE BATERÍAS RECARGABLES EN VEHÍCULOS DE TRACCIÓN ELÉCTRICA	70
IV.1.- Introducción	70
IV.2.- Aplicación a un Vehículo de Tracción Eléctrica	90
Conclusiones	101
Bibliografía	104
Índice	106

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN