

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y MANUFACTURERA**



**“PROCESO DE FABRICACIÓN DE PILAS SECAS LIBRE DE
MERCURIO TIPO R6”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE
CONOCIMIENTOS**

PRESENTADO POR:

JORGE LUIS DIAZ ZAMORA

LIMA – PERU

2003

RESUMEN

La pila seca nos provee de energía eléctrica a partir de una reacción química interna llamada de oxidorreducción. Para obtener energía eléctrica es necesario conectar los electrodos de la pila, al aparato que se desee hacer funcionar mediante conductores eléctricos externos.

En estas condiciones la pila descarga externamente su energía, la que es aprovechada por el aparato para su funcionamiento, La pila esta constituida por un recipiente de zinc que actúa como uno de los electrodos. El otro electrodo es una barra de carbón en el centro de la célula. El recipiente de zinc esta cubierto de papel poroso para separarlo de los demás materiales de la célula. El resto de la pila se llena con una mezcla húmeda (la célula no es realmente seca) de cloruro de amonio (NH_4Cl), oxido de manganeso (IV) (MnO_2), cloruro de zinc (ZnCl_2). El papel poroso e inerte que permite la separación del recipiente de zinc con la mezcla contiene una pasta a base de dicloruro de mercurio (HgCl_2) que amalgama los metales pesados que puedan provocar la corrosión de la vasija de zinc.

El objetivo del informe es dar los lineamientos necesarios para iniciar el proceso de fabricación de pilas libre de dicloruro de mercurio (HgCl_2) para el tipo R6. Para tal efecto se explicará: Los materiales principales (importancia del dicloruro de mercurio), el proceso de fabricación y las características de una buena pila. Partiendo de estas premisas se planteará las medidas preventivas y correctivas en los materiales y el proceso, que hará posible la eliminación del uso del dicloruro de mercurio, que resulta ser un componente peligroso y en ciertos casos contaminante al medio ambiente si existiera una disposición inadecuada.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION.	4
II. DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TECNICAS.	5
2.1 Cinco características en una pila seca.	
1. Rendimiento a la descarga.	
2. Vida del producto.	
3. Resistencia al derrame.	
4. Resistencia a cambios ambientales.	
5. Uniformidad en la calidad.	
2.2 IEC (Internacional Electrotechnical Comisión)	5
Definiciones.	
3.3 Categorización.	7
3.4 Especificaciones físicas.	7
III. FUNCIONAMIENTO Y PARTES DE UNA PILA.	8
3.1 Reacciones de la pila seca de manganeso.	9
3.2 Componentes de la pila R6.	11
3.3 Papel separador y su contenido de mercurio.	13
IV. DICLORURO DE MERCURIO : TOXICIDAD Y EFECTO CONTAMINANTE SOBRE LA ECOLOGIA.	15
4.1 Datos básicos del dicloruro de mercurio.	
4.2 Toxicidad.	
4.3 Contaminación por uso de mercurio en las pilas sobre la ecología.	16
4.4 Estándares Internacionales.	18
V. IMPLEMENTACION DEL PROYECTO.	
5.1 Descripción del proceso de fabricación de pilas tipo R6.	19
5.1.2 Proceso Química-Mezcla .	
5.1.3 Etapa Primaria.	
5.1.4 Etapa secundaria o de acabado.	
5.2. Estudio Crítico de aspectos para la producción de pilas.	26
5.3. Condiciones para la producción de pilas libre de mercurio.	30

5.3.1	Control de calidad en los Insumos	30
	Parámetros químicos de los insumos para fabricar pilas libres de mercurio.	
5.3.2	Mejoras en el proceso.	31
5.3.3	Establecimiento de un control de calidad adecuado en el proceso.	
5.3.4	Técnicas para la determinación de la performance.	34
5.4	Costos de inversión.	36
5.5	Análisis económico del costo de fabricación	37
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	41
VII.	BIBLIOGRAFÍA.	

ANEXO N °1 Estudio realizado para reducir las impurezas de fierro en un horno de fundición de zinc

ANEXO N °2 Capacidad de proceso.

ANEXO N °3 International Standard IEC 60086-2

I. INTRODUCCION.

El presente informe de suficiencia tiene como objetivo mostrar una serie de actividades que deben realizarse para fabricar pilas secas de manganeso tipo R6 ⁽¹⁾ libre de mercurio.

La primera pila seca fue patentada por Georges Leclanche en 1866. El recipiente de esta pila seca, hecho de zinc, actúa también como uno de los electrodos. El otro electrodo es una barra de carbono en el centro de la célula. El recipiente de zinc está cubierto de papel poroso para separarlo de los demás materiales de la célula. El resto de la pila se llena con una mezcla húmeda de cloruro de amonio, dióxido de manganeso, cloruro de zinc. El papel poroso está recubierto de una pasta a base de dicloruro de mercurio que actúa sobre las impurezas metálicas (Fe, Cu, Ni) que contiene la mezcla húmeda y la misma vasija de zinc.

El marco de las actividades se basará en el análisis de todos los factores que intervienen en dicha contaminación y proponer directrices que eviten esta contaminación y por ende eliminar el uso del dicloruro de mercurio en el proceso de fabricación.

Se debe eliminar el uso del dicloruro de mercurio porque representa un peligro para los seres humanos y a la ecología. En el Perú no existe normatividad sobre el contenido de mercurio en los residuos pero existe una preocupación mundial por sus consecuencias, varios países desarrollados cuentan ya con una normatividad.

Los contaminantes que afectan a la pila son a través de dos vías:

1. Los materiales que se emplean están fuera de especificación y/o
2. Contaminación en el proceso de fabricación.

Las medidas que deben tomarse son de control de los materiales y de prevención de la contaminación en especial en aquellos puntos que son críticos.

(1) R6: Designación del tipo de pila según la norma Internacional IEC (Pág.7)

II. DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TECNICAS.

2.1 Cinco características en una pila seca: Cuando una pila seca es evaluada se consideran cinco características básicas:

1. *Rendimiento a la descarga:* o vida de servicio. Se emplea un equipo práctico de descarga.

2. *Vida del producto:* Es el tiempo de duración desde que es producido en la fábrica hasta que es usado por el consumidor.

3. *Resistencia al derrame:* Si tiene realmente fuga del electrólito durante o después del uso de la batería. Es uno de las características más importantes de las baterías secas soportar la fuga bajo cualquier condición.

4. *Resistencia a cambios ambientales:* Las baterías se encuentran expuestas a varias condiciones tales como temperatura y humedad ya sea en el almacén o en el transporte. Se sugiere que las baterías deben manipularse bajo condiciones que no les causen deterioro en su rendimiento.

5. *Uniformidad en la calidad:* Esta relacionada con que todas tienen el mismo nivel de calidad.

2.2 IEC (Internacional Electrotechnical Comission): Comisión Internacional de Electroquímica.

IEC 60086 : Norma Internacional preparada por el comité técnico N°35 de la IEC sobre Células y Baterías Primarias.

El contenido técnico de la norma IEC 60086 provee requerimientos e información fundamental de células y baterías primarias. Se divide:

Parte 1. Generalidades

Parte 2. Especificaciones Físicas y Eléctricas.

A continuación se tomará algunos puntos de la norma IEC 60086 para desarrollar las características de la pila en estudio.

Definiciones:

Batería Primaria: Son células voltaicas en las que reacciones químicas espontáneas producen electricidad a un circuito externo (se descarga) y los electrolitos y/o los electrodos que lo conforman no se pueden regenerar (no son recargables).

Batería Seca: Batería primaria donde la solución electrolítica es inmovilizada.

Descarga (de una batería primaria): Operación durante el cual una batería provee de corriente a un circuito externo

Test de aplicación: prueba en la cual se simula el uso actual de una pila en una aplicación específica por ejemplo linternas, grabadoras o radio a transistores.

Punto final de Voltaje (EV): Especificación del voltaje de un circuito cerrado el cual determina el término de la prueba.

Derrame: Fuga del electrolito, u otro material de una pila.

Voltaje nominal de una batería primaria (Vn): Valor aproximado de voltaje usado para identificar el voltaje de una batería primaria.

Voltaje en circuito cerrado (CCV): voltaje cercano a los terminales de una pila cuando esta en descarga.

Voltaje en circuito abierto (OCV): Voltaje cercano a los terminales de una pila cuando no fluye corriente externamente.

Duración promedio mínimo (MAD): El tiempo medio mínimo de la descarga de un juego de baterías.

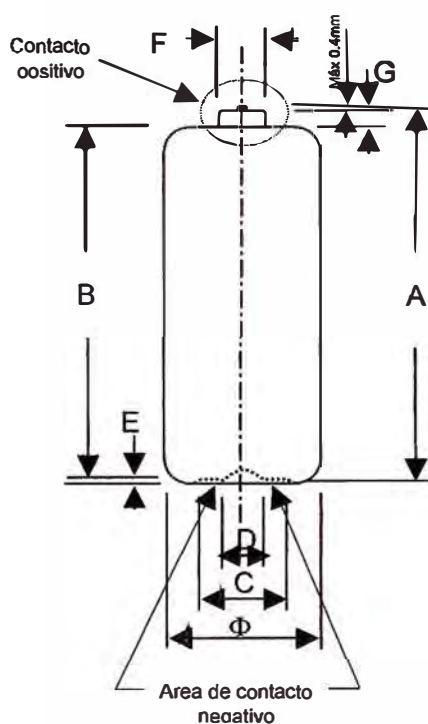
Nota. - La prueba de la descarga se lleva a cabo según los métodos especificados o estándares y diseños para mostrar la conformidad con la norma aplicable a los tipos de la batería.

3.3 Categorización: Referencia de la hoja de especificación de la pila para el caso en estudio:

IEC-60082-2:2000(E)

IEC Categoría	IEC Designación	Designación común	Química	Página
1	R6	AA	Manganeso	11

3.4 Especificaciones físicas:



Dimensiones en mm

	Máx	Mín
A	50.5	
B		49.2
C		7.0
D	4.0	
E	0.5	
F	5.5	
G		1.0
Φ	14.5	13.5

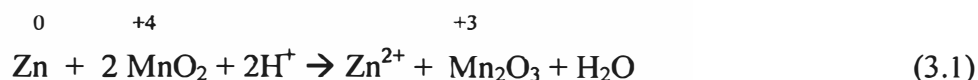
Los símbolos utilizados para indicar las dimensiones de la pila en estudio según norma IEC es la siguiente:

- A : Altura total máxima de la pila
- B : Distancia mínima entre las superficies planas de los contactos positivo y negativo
- C : Diámetro externo mínimo de la superficie del contacto negativo
- D : Diámetro interno máximo de la superficie del contacto negativo
- F . Diámetro máximo de la superficie del contacto positivo
- G : Proyección mínima de la superficie del contacto positivo
- Φ . Diámetro máximo y mínimo de la pila

III. FUNCIONAMIENTO Y PARTES DE UNA PILA

Una pila galvánica es un sistema que permite obtener energía a partir de una reacción llamada de **oxido-reducción** (redox) en forma espontánea. Ésta es la resultante de dos reacciones parciales (hemi-reacciones), en las cuales, un elemento químico es elevado a un estado de valencia superior (hemi-reacción de **oxidación**), a la vez que otro elemento químico es reducido a un estado de valencia inferior (hemi-reacción de **reducción**). Estos cambios de valencia implican transferencia de electrones del elemento que se oxida al elemento que se reduce.

A continuación se muestra la reacción redox de la pila seca de manganeso (3.1) que viene a ser un tipo de pila galvánica:



Reacuérdesse que los números escritos en la parte superior de los elementos son sus valencias. La pérdida de electrones que ocurre durante la oxidación se observa por el incremento de la valencia del zinc. En la reducción, existe una ganancia de electrones, indicada por una disminución en la valencia del manganeso

El diseño constructivo en una pila galvánica determina que cada una de estas dos hemi-reacciones transcurra en “compartimentos” independientes llamados electrodos, y el medio que posibilita el transporte interno de carga eléctrica entre ambos, es una sustancia conductora llamada electrólito.

El hecho de que los electrones fluyan de un electrodo al otro indica que existe una diferencia de potencial entre los dos electrodos. Esta diferencia de potencial entre los electrodos, llamada fuerza electromotriz, o fem (E), puede medirse conectando un voltímetro entre los electrodos. La fem de una celda galvánica se mide generalmente en voltios, también se

conoce como voltaje de la celda o potencial de la celda. El valor positivo indica la espontaneidad de la reacción.

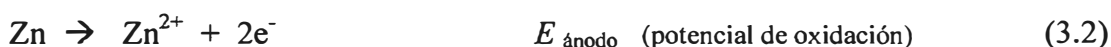
Para obtener energía eléctrica es necesario conectar los electrodos de la pila, al aparato que se desee hacer funcionar mediante conductores eléctricos externos.

En estas condiciones la pila descarga externamente su energía, la que es aprovechada por el aparato para su funcionamiento.

3.1 Reacciones de la pila seca de manganeso.

Las reacciones químicas se dan en el ánodo (polo negativo) que conforma la *vasija de zinc* y el cátodo (polo positivo) que viene a ser el carbón insertado en una mezcla compactada húmeda (la pila no es realmente seca) de dióxido de manganeso (MnO_2), cloruro de zinc (ZnCl_2) y cloruro de amonio (NH_4Cl) llamado bobín teniendo como interfase el papel separador provisto de una pasta electrolítica que contiene el dicloruro de mercurio (HgCl_2) compuesto que se pretende eliminar.

Ánodo de la pila: La vasija de zinc (polo negativo), que es una aleación que contiene zinc y plomo (0.3-0.5%). La reacción de oxidación:



Cátodo de la pila: El bobin que lo conforman el carbón (polo positivo) y la mezcla compactada a base de dióxido de manganeso. La reacción de reducción:



Reacción global:

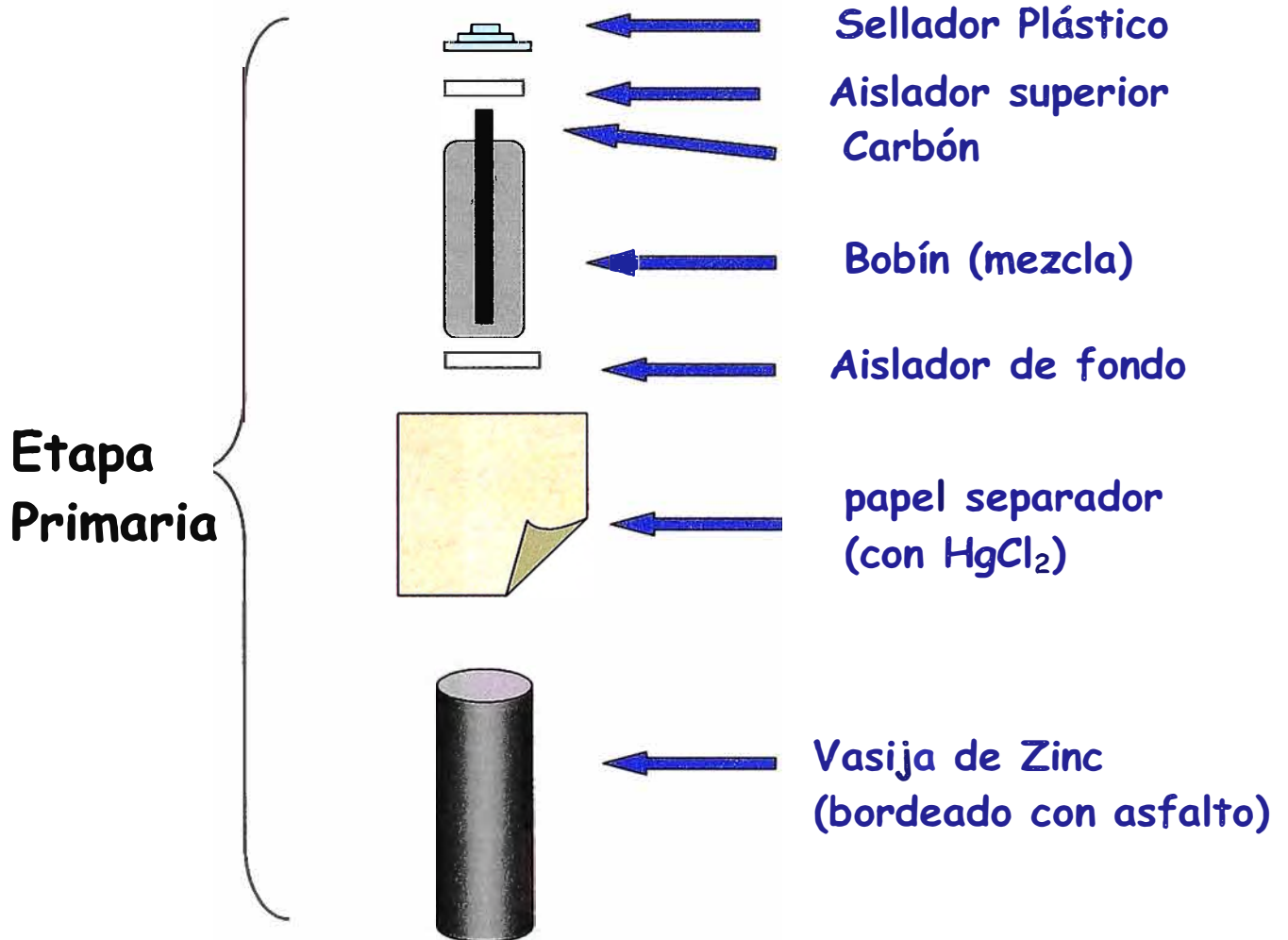


Donde:

E_{celda} es el potencial de la celda en condiciones distintas a las normales. La diferencia de potencial que genera la pila seca es aproximadamente de +1.5 V, valor que se registra al conectarse un voltímetro entre los dos electrodos. El valor positivo de E_{celda} nos dice que la reacción se da espontáneamente, generando corriente eléctrica.

A medida que la pila produce corriente (se descarga), se consumen productos químicos. Este tipo de pilas no se pueden recargar una vez que los productos químicos se han consumido, no es posible reacción química posterior. La acumulación de productos de reacción sobre un electrodo se denomina polarización del electrodo.

3.2 Componentes de la pila R6 :



**Etapa
secundaria
o de
Acabado**



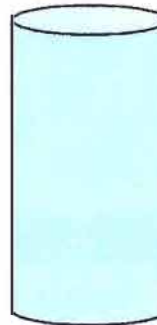
Casquete



**Envoltura
Metálica**



Anillo rojo



Tubo de PVC



Placa de fondo

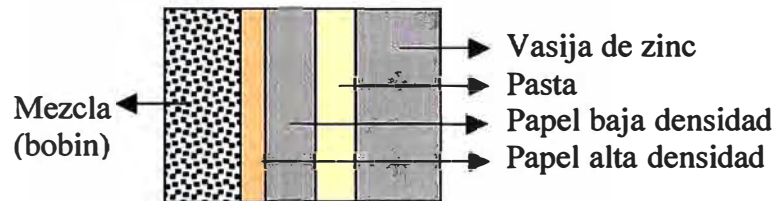


Anillo blanco

3.3 Papel separador y su contenido de mercurio.

El papel separador cumple un rol muy importante en la pila y constituye la interfase entre la vasija de zinc (ánodo) y el bobin (cátodo). Este material importado esta conformado por tres capas:

- 1° Papel de alta densidad: de 20 micrones de espesor
- 2° Papel de baja densidad: de 50 micrones de espesor
- 3° La pasta que contiene en su composición el dicloruro de mercurio (HgCl_2) a un 0.10%.



Especificaciones del papel separador

Parámetro	Especificación
Viscosidad	1-12 cps
Espesor de papel separador (mm)	0.10+/- 0.01 mm
Humedad del papel separador %	5% - 9%
Peso de pasta (g/m^2)	22 +/- 2 g/m^2
Ancho de corte (mm)	42 +/- 0.5 mm
Longitud de corte (mm)	41 +/- 0.5 mm

Composición de la pasta.

Agua : permite manejar los componentes químicos de la pasta y ajustar la viscosidad especificada.

Cellex : Permite retener el electrólito, es de menor expansión pero permite buenos resultados en descargas continuas.

Kiprofum : Ayuda a que el electrólito alcance la superficie de zinc fácilmente y en especial al inicio de la descarga.

Nonion : Homogeniza los ingredientes de la mezcla y ayuda a mantener la superficie de la vasija de zinc libre de productos de reacción.

Dicloruro de mercurio (HgCl₂): que previene la corrosión de la superficie de la vasija de zinc de metales como el Fe, Cu y Ni formando una amalgama.

PVA (Adhesivo): Es usado para mejorar la adhesión entre la pasta y el papel, de la misma manera la vinculación de los componentes de la mezcla.

Características de una buena pasta.

1. Conservar el electrólito.
2. No corroer la superficie del zinc.
3. Baja resistencia interna.
4. No reaccionar con el electrólito.

IV. DICLORURO DE MERCURIO: TOXICIDAD Y EFECTO CONTAMINANTE SOBRE LA ECOLOGIA.

4.1 Datos básicos del bicloruro de mercurio.

Nombre registrado:	Dicloruro de mercurio
Sinónimos, nombres comerciales:	Cloruro mercúrico, calomelano
Aspecto general:	Polvo blanco cristalino
Formula empírica	HgCl ₂
Masa molecular relativa:	271.5 g
Densidad:	5.43 g/cm ³
Punto de ebullición:	303°C
Punto de fusión:	280°C
Presión de vapor:	560 kPa a 280°C
Solvólisis:	En agua: 74 g/l a 20°C: 550g/l a 100°C, soluble en la mayoría de los solventes orgánicos (alcohol, éter y benceno)

4.2 Toxicidad.

Seres humanos / mamíferos: En comparación con el metal líquido, los polvos y vapores de mercurio son sumamente tóxicos. Se resorbe casi completamente por vía pulmonar. Los síntomas iniciales de la intoxicación aguda son: sabor dulce y metálico en la boca junto con náusea y vómitos. Luego se inflaman las mucosas de las vías respiratorias. Finalmente el mercurio se acumula en el hígado y en los riñones y solamente es excretado en diarreas. La intoxicación crónica conduce a trastornos del sistema nervioso central y los síntomas son apatía, falta de memoria, extrema irritabilidad y temblor generalizado. La intoxicación con mercurio puede resultar fatal.

4.3 Contaminación por uso de mercurio en las pilas sobre la ecología.

En el transcurso del siglo XX, cuando comenzó el furor de la comercialización de aparatos electrónicos portátiles, comenzó simultáneamente la gran producción de pilas secas de pequeño tamaño. Al igual que en muchos otros casos, la industria y el comercio no se preguntaron por las consecuencias ambientales que estos productos tendrían. Como resultado, nos encontramos hoy en día ante un consumo creciente de todo tipo de pilas sin haberse desarrollado métodos adecuados para su eliminación o reciclaje, cuando se ha comprobado que sus componentes químicos son tóxicos y contaminantes.

Una vez usadas, las pilas suelen ser arrojadas a rellenos sanitarios, basurales o terrenos con distintos tipos de desechos. Ocurre que los metales liberados por las pilas al ambiente producen efectos extremadamente nocivos para los ecosistemas, afectando, incluso, la salud de las personas. El mercurio y cadmio, por ejemplo, metales que están presentes en cierto tipo de pilas, se filtran por la vía del agua o del aire e ingresan a la cadena alimenticia. A tal punto, que estudios realizados por la Comunidad Europea, revelan que una micropila de mercurio puede llegar a contaminar 600 mil litros de agua; una sola pila alcalina puede contaminar 175.000 litros (más de lo que bebe una persona a lo largo de toda su vida); una de cinc-aire, 12 mil; una de óxido de plata 14 mil y una pila común puede contaminar hasta 3 mil litros de agua.

La contaminación se produce porque las pilas arrojadas en los rellenos y basurales terminan perdiendo su cubierta protectora y derraman su contenido tóxico. De allí pasan a contaminar napas freáticas y cursos de agua.

Se han descubierto acumulaciones de mercurio en peces, de mar o de río, para quienes esta sustancia no resulta tóxica dado que cuentan con un enlace proteínico que fija el mercurio a sus tejidos sin que dañe sus órganos vitales. Pero, cuando un animal de sangre caliente, como los seres humanos, ingiere los peces, el mercurio se libera, recupera su toxicidad y le provoca, a mediano o largo plazo, daños en los tejidos cerebrales y en el sistema nervioso central. Lo mismo ocurre con el cadmio que contamina las aguas y el aire e ingresa a los cultivos. El cuerpo humano tarda décadas en eliminarlo y su absorción continuada puede producir serias lesiones renales y carcinomas. No debió pasar mucho tiempo para que estas sustancias fueran consideradas venenos peligrosos para el ser humano.

Varios países en el mundo han instrumentado políticas para minimizar los efectos negativos de este tipo de desechos. Ya en la década del 80, en naciones como Suecia, se pusieron en marcha campañas nacionales para la recuperación de las pilas de mercurio, con el fin de reducir las emisiones de mercurio de las plantas incineradoras de residuos. En Suiza, por ejemplo, las pilas usadas se consideran por ley residuos peligrosos y está terminantemente prohibido enterrarlas en los rellenos sanitarios desde 1985. La ley austríaca, por su parte, prohíbe la deposición de las pilas junto con la basura común desde enero de 1991, y, actualmente, en la Unión Europea no se permite la venta de pilas muy contaminantes (alcalinas o de dióxido de manganeso con más del 0.05% de mercurio). Alemania fue más allá de esta directiva y obliga a comerciantes e industriales a devolver y reciclar respectivamente las pilas usadas, incluyendo las comunes de cinc-carbón y las alcalinas con bajo contenido de mercurio. En EE.UU., mientras tanto, se han unido más de un centenar de compañías para formar una Asociación de Pilas Recargables Portátiles, al tiempo que, en Japón más de 300 municipios tienen sistemas de recolección de pilas que son enviadas a las plantas especiales de tratamiento.

La preocupación parte de que gran parte de los metales pesados que se pueden encontrar en los desechos domiciliarios provienen, efectivamente, de las pilas cuya composición heterogénea hace difícil su tratamiento. A tal punto, que aún hoy las baterías y pilas de óxido de mercurio y de níquel/cadmio son recicladas en algunas pocas naciones desarrolladas. La preocupación aumenta cuando, en países donde no hay legislación al respecto, las pilas son comercializadas indiscriminadamente y terminan siendo arrojadas junto a la basura domiciliaria contaminando terrenos y cursos de agua.

4.4 Estándares Internacionales.

El Perú hasta la actualidad no cuenta con límites permisibles de mercurio sobre la descarga a la red de alcantarillado. Se señala estándares internacionales en el cuadro a continuación:

Medio Receptor	Ámbito	País/ Organismo	LMP
Agua:	Agua potable	OMS	0.001 mg/l
	Aguas superf.	RFA	0.001 mg/l
	Aguas superf.	CE	0.001 mg/l
	Alcantarillado	Chile	0.02mg/l
	Agua subterránea	P.Bajos	0.30µg/l
	Aguas servidas	RFA	0.05 mg/l
	Aguas p/riego	RFA	0.002 mg/l
Suelos:	Lodos de clarif	RFA	2 mg/Kg
		Suiza	0.8 mg/Kg
		Inglaterra	1 mg/Kg
Aire:	Emisión Lugares de trabajo	RFA	0.2 mg/m ³
		Japón	0.05 mg/m ³
		Bélgica	0.05 mg/m ³
		RFA	0.1 mg/m ³

V. IMPLEMENTACION DEL PROYECTO.

5.1 Descripción del proceso de fabricación de pilas tipo R6.

El proceso de fabricación de la pila es un proceso de ensamblaje que se va colocando cada componente en forma continua. Todo el proceso lo realizan máquinas automatizadas, provistas de sensores que detectan cualquier falla ocasionada por la mala operación del equipo, en algunos casos la misma maquina lo separa por expulsión neumática, en otros el operador interviene para corregir el defecto. La interrelación de una con otra es a través de fajas transportadoras. La primera etapa es un proceso en la cual se tiene ya una pila (pila en bruto), que puede emplearse como tal, pero la diferencia es que no esta protegida debidamente para cualquier problema de derrame o fuga de electrólito que pueda presentarse cuando este en uso, es por eso que se somete a la segunda etapa de acabado para darle la seguridad y protección adecuada. Está protección es conocida también como blindaje ya que a la pila se le coloca en un tubo de PVC con placas y anillos protectores dispuestos en una envoltura metálica sellada correctamente.

El proceso de fabricación se lleva a cabo en dos etapas: 1. Etapa primaria, 2. Etapa secundaria o de *acabado*; se describe también dos etapas previas que son: *fundición- vasija* y *Química- mezcla* que son el soporte de la etapa primaria ya que proveen de subproductos importantes que dan inicio a la fabricación de la pila.

Para fabricar la pila se ha diseñado un flujo de proceso al detalle que se indica en cada etapa del proceso.

5.1.1 Proceso Fundición – Vasija. (Ver diagrama 1)

En este proceso se obtiene la vasija de zinc a partir de los materiales zinc y plomo que se alimenta a un horno de fundición con GLP que opera entre 480–520°C. La alimentación se realiza de acuerdo al nivel del fundido en el horno en una relación de 100 g de plomo por cada lingote de zinc

Diagrama N°1

PROCESO DE FABRICACION DE PILA SECA TIPO R6. IDENTIFICACION DE ASPECTOS SIGNIFICATIVOS EN LA PRODUCCION.

PROCESO		FUNDICION - VASIJA						
COMPONENTE	FLUJO DE PROCESO	DESCRIPCION DEL PROCESO	CONTROL DE PROCESO	ASPECTO SIGNIFICATIVO	EFECTO			
					SI	No	Quizas	
Lingote de Zn				Impurezas del material	X			
Plomo				Impurezas del material			X	
Sobranante de troquelado				Implementos de remoción de lingotes de zinc	X			
Sobranante de vasijas de zinc				Pernos, pzs metálicas	X			
			Fundición de Zn y Pb	Temperatura Nivel				
Cloruro de amonio							X	
			Limpieza de impurezas	Escoria	Contaminación con implementos de limpieza (barretas y palas)	X		
			Formación de la lámina					
			Homogenización de espesor de lámina					
			Post enfriamiento					
			Troquelado	%Pb %Fe %Cu				
			Inspección de pellet					
			Almacenamiento de Pellet					
Lubricante A y B			Lubricado de pellet					X
			Almacenamiento					
			Calentamiento y extrusión de pellet en Prensas de vasija	Espesor de lado de vasija				
			Cortadora de vasijas	Altura de Vasija				
			A proceso de fabricación de pilas					

SIMBOLOS DEL DIAGRAMA

- ↓ Flujo de proceso
- Proceso
- ▽ Entrada componente
- ◇ Inspección
- ≡ Envejecimiento
- ⊠ Inspec. eléctrica
- ⊙ Proceso e Inspección
- △ Almacenamiento

(1lingote es aproximadamente 25Kg). Luego el fundido pasa a un proceso de laminado y post enfriamiento hasta 60°C; esta lamina denominada también busbar pasa por un troquel que genera pellets o pastillas de características especificadas según el modelo.

Estos pellets luego son lubricados con grafito y ácido bórico en tolvas rotatorias cerradas. Luego pasan a la siguiente operación de extrusión que consiste en disponer los pellets a través de una faja transportadora a los discos giratorios de la prensa ubicadas en lo alto de ellas para pasar luego por unas canaletas de calentamiento verticales que alcanzan temperaturas de 160 °C, siendo luego extruidos por la prensa, formándose de esta forma la vasija de zinc.

Como la extrusión proporciona vasijas de diferentes tamaños, estas pasan por una cortadora donde salen todas del mismo tamaño. Estas se trasladan a la primera etapa del proceso de pilas.

5.1.2 Proceso Química-Mezcla. (Ver diagrama 2)

En este proceso se elabora la mezcla que será utilizada para la formación del bobín en las etapas de cocido respectivas.

Elaboración de la solución electrolítica: La solución es preparada a base de cloruro de zinc, cloruro de amonio y agua

Elaboración de la mezcla: Se realiza en tolvas rotatorias cerradas donde el operador añade los materiales según formulación cuyos componentes son el dióxido de manganeso electrolítico, dióxido de manganeso natural, humo de acetileno y cloruro de amonio y se procede al mezclado en seco por un espacio de 15 minutos, luego se hace inyectar la solución electrolítica y al final se realiza un mezclado en húmedo por un tiempo de 5 minutos. Después se dispone en coches de fibra de vidrio para trasladar la mezcla al siguiente proceso.

Diagrama N°2

PROCESO		MEZCLA UM-3														
COMPONENTE	FLUJO DE PROCESO	DESCRIPCION DEL PROCESO	CONTROL DE PROCESO	ASPECTO SIGNIFICATIVO	EFECTO											
					SI	No	Quizas									
Cloruro de amonio				Impurezas del material	X											
Oxido de zinc																
Manganeso natural					Impurezas del material	X										
Manganeso electrolítico					Impurezas del material	X										
			Mezclado en seco	Tiempo de mezclado												
Solución electrolítica					Solución fuera de especific.	X										
			Atomizado de solución electrolítica	Tiempo de atomizado												
			Mezclado húmedo	Tiempo de mezclado												
			Inspección de voltaje y presión (humedad)	Voltaje Presión												
			Descarga de mezclador													
			Almacenamiento													
<p>SIMBOLOS DEL DIAGRAMA</p> <table border="0"> <tr> <td>↓ Flujo de proceso</td> <td>◇ Inspección</td> <td>⊗ Proceso e Inspección</td> </tr> <tr> <td>○ Proceso</td> <td>⏏ Envejecimiento</td> <td>△ Almacenamiento</td> </tr> <tr> <td>▽ Entrada componente</td> <td>⚡ Inspec. eléctrica</td> <td></td> </tr> </table>								↓ Flujo de proceso	◇ Inspección	⊗ Proceso e Inspección	○ Proceso	⏏ Envejecimiento	△ Almacenamiento	▽ Entrada componente	⚡ Inspec. eléctrica	
↓ Flujo de proceso	◇ Inspección	⊗ Proceso e Inspección														
○ Proceso	⏏ Envejecimiento	△ Almacenamiento														
▽ Entrada componente	⚡ Inspec. eléctrica															

5.1.3 Etapa Primaria. (Ver diagrama 3)

Las vasijas provenientes de la máquina cortadora llegan a través de fajas a los discos alimentadores de la máquina alineadora de vasijas, donde se disponen ordenadamente en guías. Las vasijas dispuestas en guías son transportadas por fajas hacia la máquina insertadota de papel separador; luego se inserta el aislador de fondo hasta la mitad de la vasija. Después sigue la operación de inserción de mezcla, esto se realiza mediante una máquina que le inyecta mezcla, luego pasa por una operación donde se le coloca el aislador superior y se le compacta para insertarle la varilla de carbón y conjuntamente bordear la vasija. La siguiente operación es la aplicación del asfalto sobre el borde de la vasija y el carbón, la temperatura de aplicación del asfalto es 190°C; siguiendo después la colocación del sellador plástico que evitará la fuga de cualquier electrólito al medio exterior.

5.1.4 Etapa secundaria o de acabado. (Ver diagrama 4)

En esta etapa se le provee a la pila del blindaje que lo conforma el tubo de PVC el anillo blanco, el anillo rojo, el casquete y la envoltura metálica. Después de almacenar la pila por 5 días esta se dispone para la inspección de sus características de voltaje y amperaje y su posterior embalaje.

Diagrama N°3

PROCESO		ETAPA PRIMARIA						
COMPONENTE	FLUJO DE PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	CONTROL DE PROCESO	ASPECTO SIGNIFICATIVO	EFECTO			
					SI	No	quizas	
Vasija de Zn				Canaletas, equipos oxidados Polvo en suspensión	X			
		Alineación de vasija de zinc						
Papel separador		Apertura de vasija						
		Inserción de papel separador			Papel separador			
Aislador de fondo			Inserción de aislador de fondo		Canaletas, equipos oxidados Polvo en suspensión	X		
Mezcla			Inyección de mezcla	Peso de mezcla	Tolva sucia	X		
Aislador superior			Inserción de aislador superior		Canaletas, equipos oxidados Polvo en suspensión	X		
Varilla de carbón								
			Inserción de varilla de carbon y bordeado	Altura final de mezcla Altura de bordeado de vasija		X		
Asfalto			Aplicación de asfalto en vasija y varilla de carbón	Aplicación de Asfalto		X		
			Inserción de sellador plástico	Altura de sellador plástico				
Inicio etapa Acabado								
Tubo de PVC			Inserción de tubo de PVC		PVC			
			Contracción de PVC parte superior					
Placa de fondo			Inserción de placa de fondo					
Anillo blanco			Inserción de anillo blanco					
		Contracción de cubierta de PVC. Inspección 1						
Envoltura Metálica		Inserción de envoltura metálica.						

SIMBOLOS DEL DIAGRAMA

- ↓ Flujo de proceso
- Proceso
- ▽ Entrada componente
- ◇ Inspección
- ≡ Envejecimiento
- ⊗ Inspec. eléctrica
- ⊙ Proceso e Inspección
- △ Almacenamiento

Diagrama N°4

PROCESO		ETAPA SECUNDARIA O DE ACABADO					
COMPONENTE	FLUJO DE PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	CONTROL DE PROCESO	ASPECTO SIGNIFICATIVO	EFECTO		
					SI	No	quizas
Casquete		Inserción de casquete					
Anillo rojo		Inserción de anillo rojo y sellado					
		Encajonadora de pilas					
		Envejecimiento					
		Suministro de pilas					
		Determinación del -Voltaje mínimo -Amperaje mínimo Programac. Chequeadora					
Lamina de PVC		Embolsadora					
Caja de cartón decorativa		Llenado de Displays Inspección					
		Inspección de voltaje amperaje y atributos por muestreo					
Caja de cartón		Inspección y llenado en caja de cartón					
		Aprobación del P.T.					
		Almacen de P.T.					

SIMBOLOS DEL DIAGRAMA

- ↓ Flujo de proceso
- Proceso
- ▽ Entrada componente
- ◇ Inspección
- ≡ Envejecimiento
- ⊗ Inspec. eléctrica
- ⊗ Proceso e Inspección
- △ Almacenamiento

5.2 Estudio crítico de aspectos para la producción de pilas libre de mercurio.

Las razones por las que se debería eliminar el uso del mercurio en la fabricación de las pilas siendo nuestro caso la pila seca tipo R6 es por su toxicidad y efectos sobre la ecología explicados en el capítulo IV (pág15).

Fabricar pilas libre de mercurio de buena calidad significa implementar un control estricto de materiales y proceso que reduzca la presencia de ciertos metales (Fe, Cu, Ni, Pb) y otros elementos como el Na y el O₂ que disminuyen la performance de la pila.

A. CONTROL DE IMPUREZAS: Como se ve en el flujo de proceso las impurezas que pueden alterar el funcionamiento normal de una pila pueden provenir de las impurezas inherentes a los materiales que se utilizan en el proceso de fabricación o a la propia exposición a un medio contaminante que sufren la pila desde su inicio de fabricación hasta el proceso de sellado de la pila. Las impurezas a las que nos referimos son los metales pesados como hierro (Fe), Cobre (Cu), Plomo (Pb) u otros como el sodio (Na) y el O₂.

* *Contaminación en el horno de fundición de zinc.*- Un punto importante es la contaminación del horno con Fe por el uso de implementos de acero (barretas y cucharones) que se utiliza para la remoción de los lingotes de zinc en la boca del horno y la limpieza periódica de la escoria formada. Presencia de pernos, tuercas y otros materiales ferrosos en el reproceso de residuos de corte de vasija a través de coches de almacenamiento.

* *Contaminación en materiales sólidos.*- manganeso electrolítico, manganeso natural y cloruro de amonio.

* *Contaminación en insumos líquidos.-* Comprende la solución de cloruro de zinc y agua de pozo que se emplea en la preparación de la solución electrolítica.

El agua de pozo. Tiene como contaminante el sodio y metales pesados.

Solución de cloruro de zinc al 45.5%. Existen dos vías de contaminación la primera es el tanque de almacenamiento de acero inoxidable recubierto con un sistema de pintado de acabado epóxico que con el tiempo la solución llega a producir corrosión por picadura sobre las paredes del tanque contaminando de esta manera con fierro la solución de cloruro de zinc ver esquema N°1 Tanque de almacenamiento de cloruro de zinc. La segunda vía de contaminación es la solución que trae el mismo proveedor con contenido de metales elevado (fierro, cobre y plomo) cuyo proceso de fabricación es a base de zinc y ácido clorhídrico. La contaminación se produce cuando el proveedor emplea escoria rica en zinc y no ha tratado correctamente las impurezas, siendo difíciles de separar cuando la solución ya ha sido preparada.

B. PROCESO DE SELLADO: Un mal sellado en la pila puede traer problemas de derrame. Los elementos que intervienen en el buen sellado son la vasija de zinc, el sellador plástico, y la aplicación del asfalto en la vasija de zinc y la varilla de carbón. Un mal control en las características de estos componentes puede traer consigo defectos en el sellado de la pila.

C. PRIMERO QUE INGRESA PRIMERO QUE SALE (FIRST IN, FIRST OUT): Esto es muy importante en todo tipo de producción, aquí cumple un papel muy importante debido a que se esta manejando una mezcla que debe contener una humedad especificada hasta el proceso final de sellado y que una demora o espera generada en el proceso provocaría sequedad de dicha mezcla y posible contaminación con el medio provocado

ESQUEMA N°1

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE $ZnCl_2$

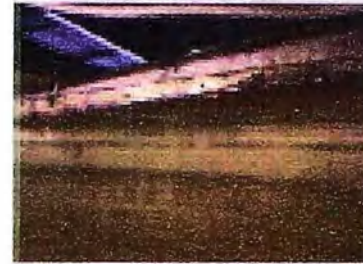


Sistema de pintado: Epóxico

* Fondo del tanque: zonas atacadas por la corrosión



* Parte superior: Tapa



* Parte lateral: Ampollamiento de la capa de pintura



* Pared fuertemente atacada por corrosión por picadura por el cloruro de zinc ($ZnCl_2$ 45.5%)



por la limpieza con aire de algún equipo o estructura. Esta falla provoca una disminución en la performance de la pila.

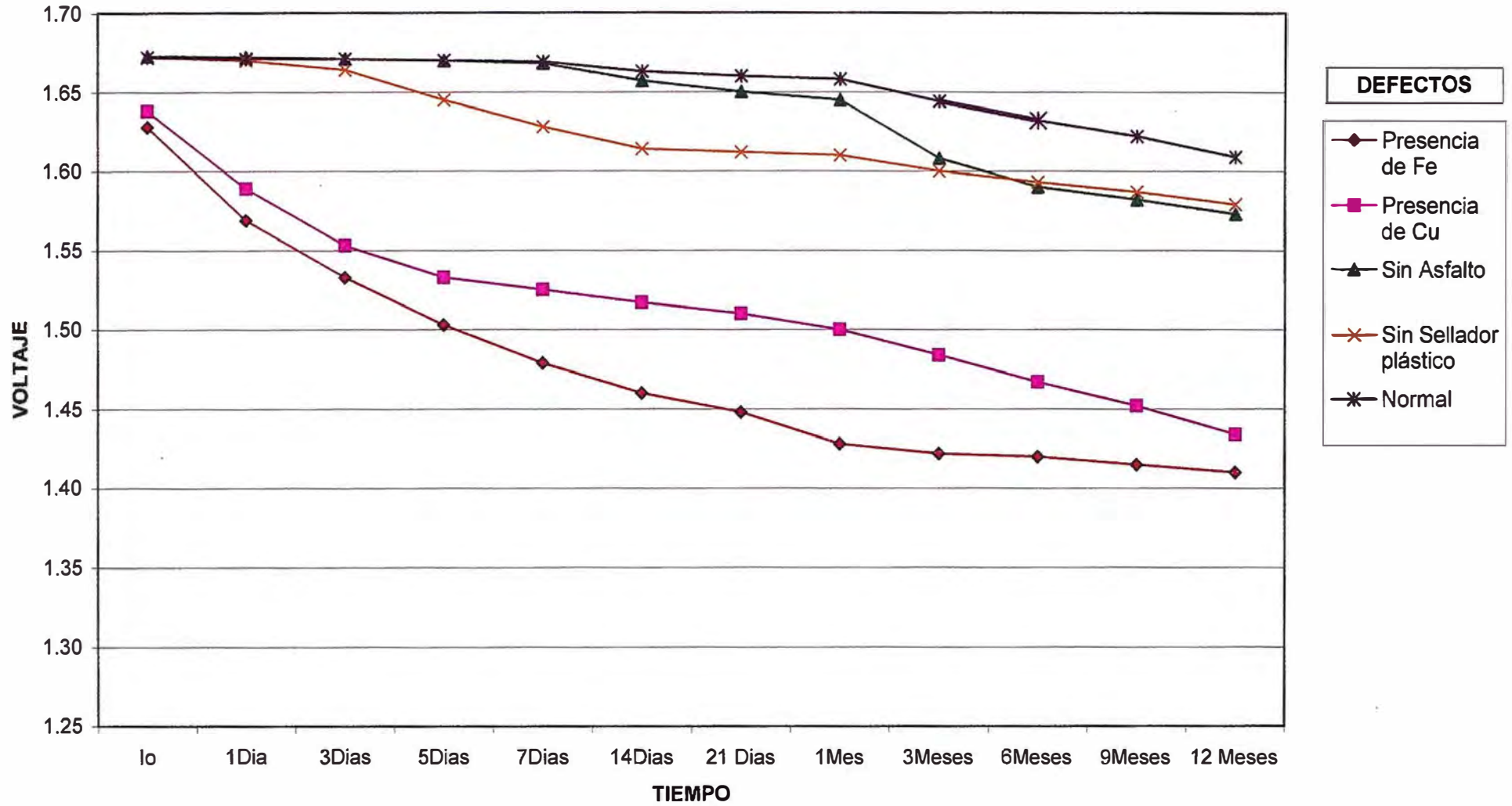
A continuación se presenta en el grafico N°1 algunos ejemplos sobre el comportamiento de la pila en el almacenamiento a 25°C. Esta prueba fue hecha condicionando los defectos a las pilas de la siguiente manera:

1. Defecto por contenido de fierro (partícula de Fe en el bobin).
2. Defecto por contenido de cobre (partícula de Cu en el bobin)
3. Defecto sin asfalto.
4. Defecto sin sellador plástico.

Estos defectos se compararon con un grupo de pilas normales.

Grafico N°1

COMPORTAMIENTO DEL VOLTAJE DE PILAS EN EL ALMACENAMIENTO A 25°C



5.3. Condiciones para la producción de pilas libre de mercurio.

El proceso de fabricación debe estar evocado a una producción de calidad uniforme y a un mejoramiento continuo. La producción de pilas libre de mercurio debe reunir las siguientes condiciones:

5.3.1 Control de calidad en los Insumos: Deberá tratarse con los proveedores el envío de los materiales de acuerdo a las siguientes especificaciones de calidad.

Zinc electrolítico.

Dióxido de manganeso electrolítico

Dióxido de manganeso natural

Oxido de zinc.

(Detalle de las especificaciones de los materiales)

PARAMETROS QUIMICOS DE LOS INSUMOS PARA FABRICAR PILAS LIBRES DE MERCURIO

INSUMO QUIMICO	PARAMETRO	ESPECIFICACION
Cloruro de Zinc	Plomo	< 5 ppm
	Fierro	< 5 ppm
	Cobre	< 0.5 ppm
	Sodio	<2000 ppm
Zinc Electrolítico	Fierro	Máx 0.002%
	Cobre	Máx 0.002%
Dióxido de Manganeso Natural	Plomo	Máx 0.032%
	Fierro	Máx 3%
	Cobre	Máx 0.035%
Dióxido de Manganeso Electrolítico	Plomo	Máx 0.010%
	Fierro	Máx 0.020%
	Cobre	Máx 0.0005%
	Sodio	Máx 0.4%
Cloruro de Amonio	Fierro	Máx 0.0005%

5.3.2 Mejoras en el proceso:

En el horno de fundición:

Recubrimiento a base de algún tipo de caolín de los implementos para remoción de impurezas (barretas y cucharones de acero inoxidable), para que el recubrimiento resista a temperaturas elevadas. En el anexo N°1 se presenta un estudio realizado para reducir las impurezas de fierro en el horno.

Empleo de magnetos para la separación de elementos ferrosos (pernos, tuercas, etc.) que puedan aparecer en el reproceso de residuos de corte de vasija a través de fajas transportadoras o coches de almacenamiento.

En Química- Mezcla.

Utilizar en el almacenamiento de la solución de cloruro de zinc un tanque vulcanizado que ofrece mayor resistencia al ataque por picadura. Se presenta un diagrama de instalación en la pág. 32 (Diagrama 5)

Aplicación de un sistema de pintado a las estructuras para evitar la corrosión y que esta caiga sobre los tanques de preparación de líquidos y preparación de mezcla.

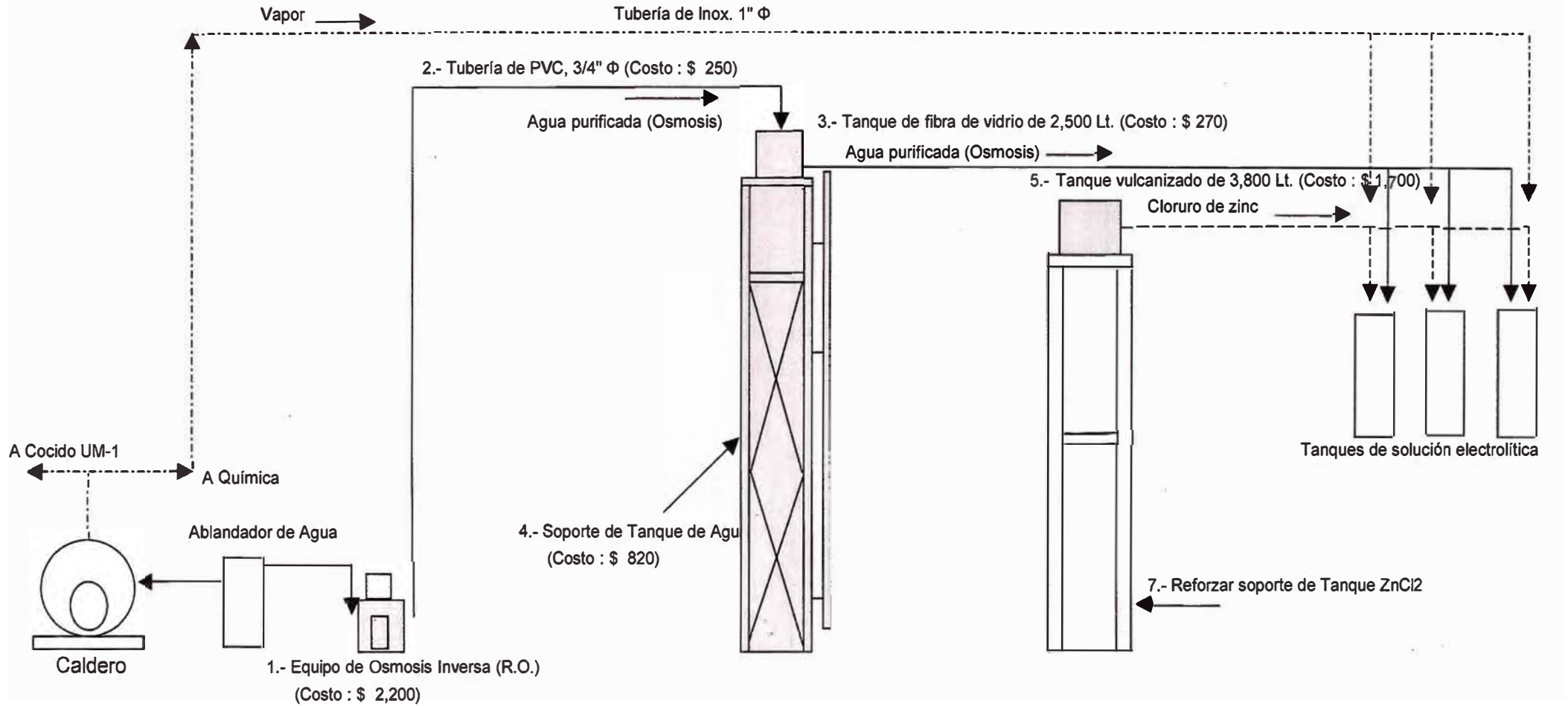
Mejoramiento de la calidad de agua mediante la instalación de un equipo de osmosis. El equipo de osmosis inversa tiene la finalidad de proveer al proceso agua con una conductividad menor a 100 μS garantizando un bajo contenido de iones Na^+ y metales pesados. El agua que se viene usando proviene de un ablandador cuya conductividad supera los 500 μS y el contenido de Fe es mayor a 10 ppm. Ver diagrama 5.

En el proceso de fabricación: Protección de canaletas y discos con material acrílico para aislar el paso de componentes del medio exterior que posibilita la contaminación con polvo, suciedad y óxidos provenientes de las maquinarias (ver esquema N°2) y estructuras.

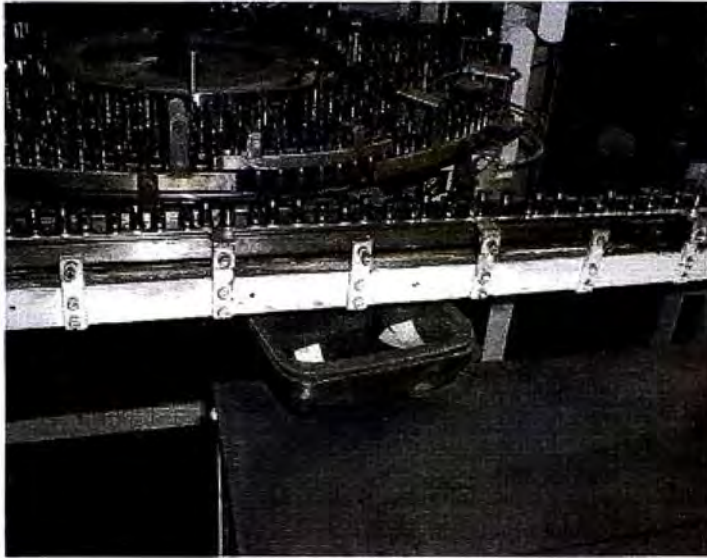
Diagrama N° 5

LAY OUT DE LAS NUEVAS INSTALACIONES EN QUIMICA - MEZCLA

(PILAS R6, SIN MERCURIO)



Canaletas y discos expuestos a contaminación con partículas de óxido de estructuras cercanas



5.3.3 Establecimiento de un control de calidad adecuado en el proceso para mejorar la operatividad de las máquinas y la variabilidad de su producción mediante toma de acciones apropiadas. Implementación del Cp (capacidad de proceso) como herramienta estadística en aquellos puntos que son críticos en el proceso de fabricación y que se ha identificado en los diagramas 1-2-3 y 4 en el área donde se refiere a control de proceso. Se incluye el anexo N°2 para explicar en que consiste la Capacidad de Proceso y como se interpreta para un mejor control.

5.3.4 Técnicas para la determinación de la performance. A continuación se muestra tres cuadros donde se señala las pruebas a la que debe ser sometida una pila del tipo R6 la cual debe ser satisfecha. Las pruebas de duración fueron tomadas de la *Norma IEC 60086-2* que corresponde a especificaciones físicas y eléctricas de baterías primarias.

Las pruebas de descarga se llevan a cabo en los llamados tableros de descarga que permiten realizar las pruebas de manera eficiente.

Cuadro 1. Pruebas de Descargas

Tipo designación	Tipo de forma	OCV Voltios	Condición de Descarga				Aplicación
			Resistencia Ω	Periodo diario	EV Voltios	MAD inicial	
R6	UM-3	1.5	10	1 hora	0.8	60 min	juguetes/motor
			43	4 horas	0.9	27 horas	radio a transistores
			1.8	c	0.9	75 pulsos	Pulso
			10	1 hora	0.9	4 horas	Casette personal

Nota: Después de 12 meses la performance es 80 % del MAD

OCV: Voltaje en circuito abierto, EV: Punto final de voltaje de la prueba y MAD: Duración promedio mínimo

c : 15 s encendido, 45 s apagado

Cuadro 2. Pruebas de Almacenamiento

Tipo designación	Tipo de forma	Condiciones del test		Inspección	Periodo
		Temperatura	Humedad		
R6	UM-3	20 \pm 2 °C	65 \pm 2 %	Voltaje	12 meses
		45 \pm 2 °C	70%	Voltaje	30 dias

Cuadro 3. Prueba de fuga de electrolito

Tipo designación	Tipo de forma	Condiciones del test		Resistencia Ω	Periodo de observación
		Temperatura	Humedad		
R6	UM-3	20 \pm 2 °C	65 \pm 2 %	3.9	9 semanas
				43	

5.3 Costos de inversión.

El cálculo de los costos que representa la implementación de las medidas recomendadas para la fabricación de pilas libres de mercurio se muestra en el siguiente cuadro:

COSTOS DE IMPLEMENTACION EN LA SECCION DE QUIMICA

	Descripción	Especificación	Costo (\$)
1	Equipo de Osmosis Inversa	4542 litros x dia	2200.00
2	Tanque de agua	2500 Litros	270.00
3	Soporte de tanque de agua		820.00
4	Tubería de PVC, ¾"Φ y Accesorios		250.00
5	Tanque de cloruro de zinc revestido con hule	3800 Litros	1700.00
6	Servicio de cambio de instalación del tanque de cloruro de zinc		520.00
7	Reforzar los soportes del tanque de cloruro de zinc		170.00
	Total Costos		\$ 5930.00

COSTOS DE IMPLEMENTACION EN EL PROCESO

	Descripción	Especificación	Costo (\$)
1	Cubierta de canaletas, fajas y discos	Lámina traslucida Acrílica	300.00
2	Pintura para máquinas y estructuras. Recubrimiento de barras de remoción del horno de fundición	50 Gln	500.00
3	Magnetos en el reciclado de corte de Vasija	20 Kg (a base de caolín)	100.00
4			40.00
	Total Costos		940.00

Total Inversión (\$):	6870.00
------------------------------	----------------

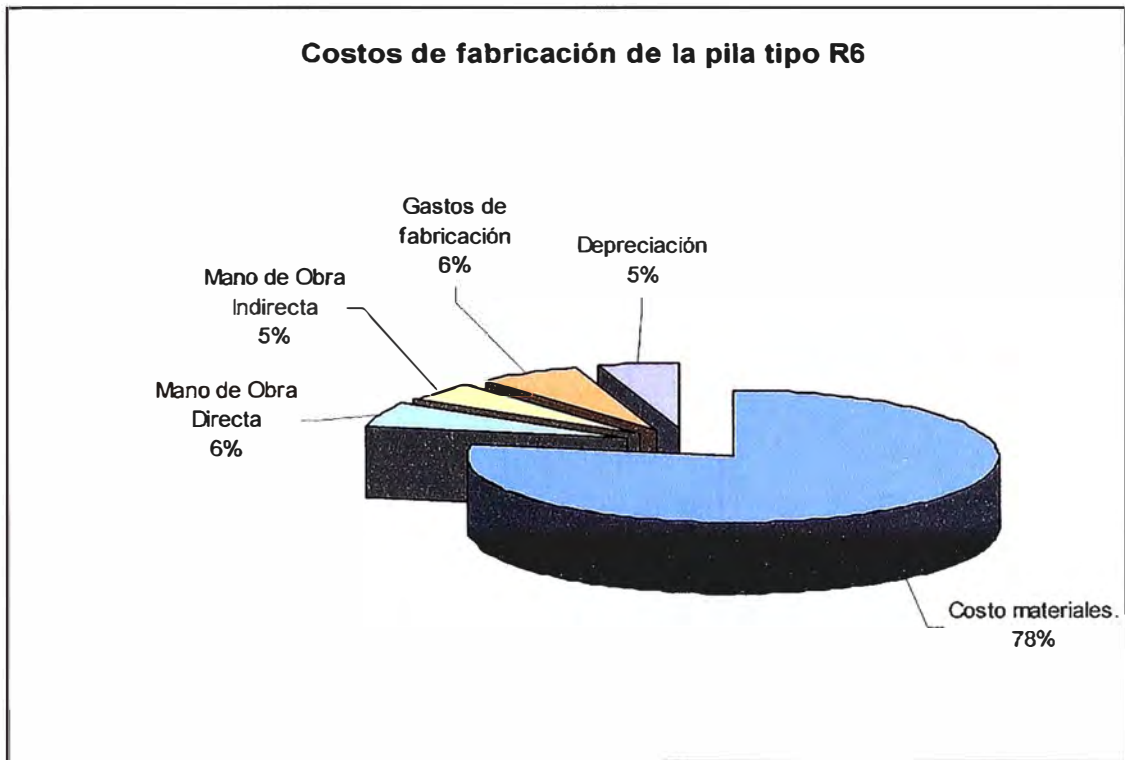
Nota: Los costos de implementación mostrados provienen de cotizaciones.

Los costos de inversión resultan ser de 6870 dólares que podrían ser fácilmente absorbidos por el presupuesto anual para el mantenimiento de la planta.

5.4 Análisis económico del costo de fabricación.

La distribución porcentual de los costos de fabricación de la pila seca R6 según sus elementos de costo se muestran en el gráfico N°2

GRAFICO N°2



Se observa que los costos por materiales representan el 78% del costo de fabricación. El 22% está dado por la mano de obra directa (M.O.D.), la mano de obra indirecta (M.O.I.), gastos de fabricación y depreciación. Claramente se muestra que el mayor costo está dado por los materiales que conforman la pila. El detalle se muestra en el cuadro N°4.

Los costos por materiales a su vez se dividen en dos categorías:

1. Insumos químicos: Inciden directamente en la calidad de la pila (duración) tales como el manganeso electrolítico, manganeso natural, cloruro de amonio, cloruro de zinc y zinc electrolítico

2. Insumos y materiales de sellado y embalaje: Esta categoría lo conforma el carbón, sellador plástico, los componentes, asfalto, envoltura metálica y materiales de embalaje para su distribución.

Cuadro N°4

Costo de fabricación de la pila en porcentajes

	Descripción de Costos de Fabricación	Porcentaje (%)
1	Costo de materiales	78 %
1.1	Insumos Químicos	31.91 %
	<i>Importado</i>	
	Manganeso Electrolítico	13.50 %
	Manganeso Natural	1.51 %
	Cloruro de Amonio	0.30 %
	<i>Nacional</i>	
	Zinc electrolítico	4.48 %
	Cloruro de zinc	12.12 %
1.2	Insumos y materiales	46.09 %
2	Mano de Obra Directa (MOD)	6 %
3	Mano de Obra Indirecta (MOI)	5 %
4	Gastos de fabricación	6 %
5	Depreciación	5 %
	Total Costo de fabricación	100 %

A continuación se analizará la influencia del incremento del costo de los insumos de mejor calidad según los requerimientos de especificación planteados en el cuadro de parámetros químicos de los insumos para fabricar pilas libres de mercurio (Pág. 30).

En el análisis se hace una diferenciación de la procedencia de los materiales. Los materiales de procedencia nacional caso del zinc electrolítico y cloruro de zinc presentan un mayor incremento debido a que sus parámetros de calidad son muy variables y en muchos casos se ubican por muy encima de las especificaciones indicadas en la Pág. 30. Los materiales importados son muchos más estables en sus parámetros de calidad y reúnen casi todas las características de las especificaciones indicadas en la Pág. 30.

Como es un requerimiento importante el empleo de insumos químicos con bajo contenido de metales se ha considerado incrementos en cada uno de los costos de dichos materiales de acuerdo al volumen de compra que implicaría negociaciones a nivel corporativo para lograr el menor incremento del costo de compra.

A continuación se presenta el cuadro N°5 donde se muestra el nuevo costo de fabricación de pilas libre de mercurio por incrementos de los costos de materiales de mejor calidad.

Se considera los mismos porcentajes para todos los demás elementos del costo de fabricación de pilas libre de mercurio porque la M.O.D. , M.O.I, gastos de fabricación y depreciación resultan invariables para este caso.

Cuadro N°5

Nuevo costo de fabricación en porcentajes (%) por incremento de los costos de los materiales de mejor calidad

Distribución porcentual de los costos de fabricación de la pila tipo R6		Incremento porcentual en costos de insumos	Nuevo Costo con respecto al inicial
1	Costo de materiales.	78.00 %	Δ %
	1.1 Insumos Químicos	31.91 %	33.15 %
	<i>Importado</i>		
	Manganeso Electrolytico	13.50 %	2.5 %
	Manganeso Natural	1.51 %	4 %
	Cloruro de Amonio	0.30 %	4 %
	<i>Nacional</i>		
	Zinc electrolítico	4.48 %	5 %
	Cloruro de zinc	12.12 %	5 %
	1.2 Insumos y materiales	46.09 %	0 %
2	Mano de Obra Directa (MOD)	6.00 %	0 %
3	Mano de Obra Indirecta (MOI)	5.00 %	0 %
4	Gastos de fabricación	6.00 %	0 %
5	Depreciación	5.00 %	0 %
Total Costo de fabricación		100.00 %	101.24 %

Se observa que los requerimientos de los materiales provocarían un incremento del costo de fabricación de 1.24 % pudiendo ser factible, ya que la producción de pilas libre de mercurio resulta inminente a nivel corporativo como política ambiental que sigue la tendencia mundial que es la protección del medio ambiente.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La eliminación del uso del mercurio en el proceso de fabricación de la pila tipo R6 resulta ser favorable para el cuidado del medio ambiente.

Las medidas que deben tomarse para llevar a cabo la implementación de lo planteado no son difíciles de cumplir. La eliminación del mercurio en el papel separador no afectará el normal funcionamiento de la pila primaria R6 a base de dióxido de manganeso ya que no interviene en la reacción electrolítica como se señaló en las reacciones para este tipo de pila. Lo importante es evitar la contaminación con metales pesados tales como el Fe y Cu que pueden aparecer en los materiales o en el proceso y que afecten la calidad de la pila.

La fabricación de pilas libre de mercurio debe estar sujeta a un estricto control de proceso que garantice un producto de buena calidad de acuerdo a las normas establecidas internacionalmente que se transmite a través de su buena duración en los equipos y/o artefactos, su resistencia al derrame, resistencia a cambios de temperatura y reducción de su efecto contaminante.

Resultaría ventajoso producir una pila sin mercurio porque se estaría contribuyendo con la protección del medio ambiente, pudiendo ser empleado esta ventaja en el marketing de la pila.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

1. Raymond Chang . “Química” . 4ta. Edición. Editorial McGraw-Hill. México.1997
2. Whitten, Davis, Peck. “Electroquímica”. 1ra.Edición. Editorial McGraw-Hill. México. 1995
3. George Wood Vinal. “Elementary Theory of Electric Cells” . 2da. Edición. International Copyright. Canadá.1980
4. International Electrotechnical Commission. “ Internacional Standard IEC-60086-2:2000(E)”. Tenth edition.
5. Carranza, Raymundo. “Medio Ambiente” 1ra. Edición. Impreso en el Perú. 2001.

ANEXO N °1

Estudio realizado para reducir las impurezas de fierro en un horno de fundición de zinc

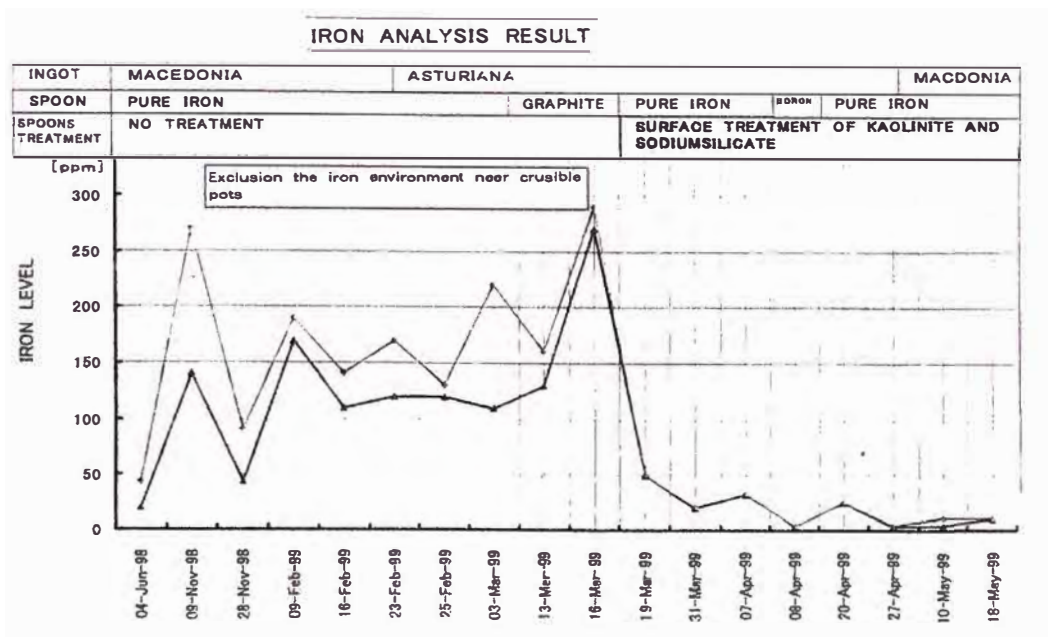
En una planta de pilas en Macedonia se encontró en pruebas de almacenamiento a 45°C, pilas con problemas de derrame por el lado de las vasijas de zinc. Las vasijas estaban deterioradas fuertemente y como resultado de la investigación la causa de este defecto era las impurezas de fierro que contenía el zinc.

El contenido fue 150 ppm de fierro y su especificación debía ser no mayor a 30 ppm de Fe en el zinc. Se monitoreo el contenido de fierro en el horno desde el 04-Jun-98.

Las primeras medidas fueron examinar el material de zinc que se alimentaba al horno, sin dar resultados positivos.

Luego se revisó los implementos de remoción de escoria y se les aplicó un recubrimiento con grafito teniéndose los mismos resultados.

Finalmente la superficie de estos implementos de remoción se los trato con un caolín mezclado con silicato de sodio para que resista a la alta temperatura del horno consiguiendo buenos resultados, (ver grafico adjunto) disminuyendo el nivel de fierro en el zinc a valores por debajo de 30 ppm.



ANEXO N° 2

Capacidad del proceso

Capacidad del proceso, en un proceso de fabricación estable, es la aptitud del proceso para lograr un cierto nivel de calidad. En un proceso estabilizado en el que los factores que afectan a la desviación estándar están apropiadamente controlados, la capacidad del proceso, medida por las características de calidad del producto del proceso, usualmente se expresa por el valor de la media más o menos tres veces la desviación estándar ($X \pm 3\sigma$). Si puede fijar libremente un valor medio (tal como la temperatura estándar regulada), entonces puede expresar la capacidad del proceso como seis veces la desviación estándar de ese valor medio.

La capacidad del proceso puede mostrarse gráficamente utilizando histogramas y gráficos de capacidad del proceso. Los índices de capacidad del proceso expresan numéricamente la relación entre la distribución y los límites de especificación.

Índice de Capacidad del Proceso.

El índice de capacidad del proceso (C_p) se expresa por un ratio respecto al valor especificado. Se utiliza para evaluar cuantitativamente la adecuación de la capacidad de la capacidad del proceso, es decir, si la variación del proceso se produce dentro de los límites de las especificaciones.

Evaluación de la dispersión

Si están dados los límites superior e inferior de la especificación, para fijar y ajustar el valor medio solamente necesita evaluar la amplitud de la dispersión dentro de los límites:

$$Cp = \frac{T}{6\sigma}$$

Donde T es la distancia o amplitud o amplitud entre límites de la especificación y s es la desviación estándar (dispersión de las características medidas en el proceso).

$$T = Su - Sl$$

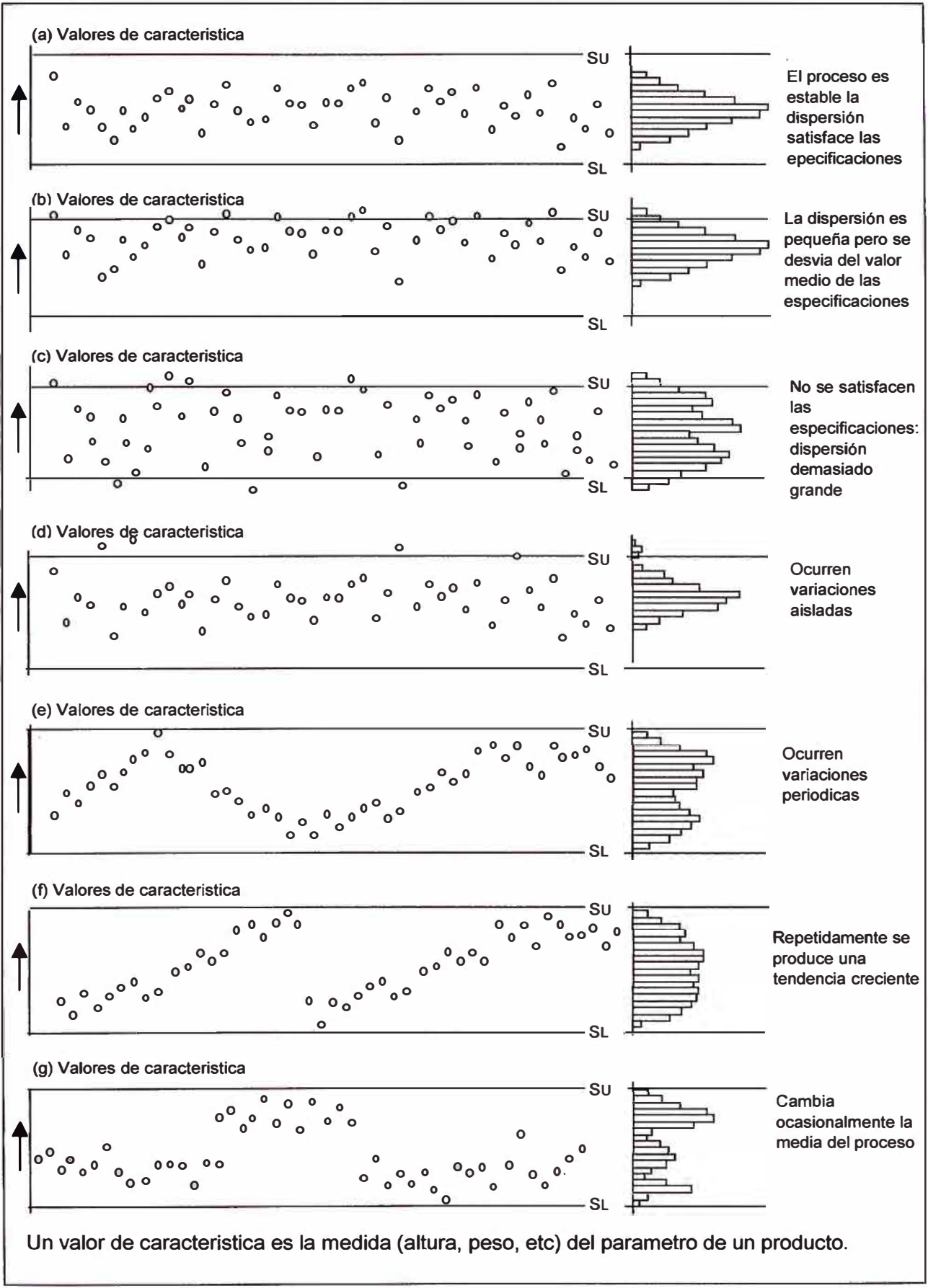
Donde Su es el límite superior de la especificación y Sl es el límite inferior.

Nota: Cuando se determine la desviación estándar s, se debe muestrear el material durante un cierto periodo. Empleando estos datos de características de calidad, realizar un histograma para evaluar la capacidad del proceso. Calcular la desviación estándar de estos datos para una apropiada evaluación de la capacidad del proceso y de la desviación estándar, asegurándose de que el periodo muestreado no tenga ningún sesgo.

Interpretación de los varios valores de los índices.

Cp	Evaluación	Pronóstico
$Cp > 1.33$	Buena	La capacidad del proceso satisface completamente las especificaciones
$1.33 \geq Cp > 1.0$	Aceptable	La capacidad del proceso no satisface completamente las especificaciones; debe continuar el control de proceso
$1.0 \geq Cp$	Inadecuado	Capacidad del proceso inadecuada; deben hacerse mejoras

Grafico de capacidad del proceso (ejemplos)



ANEXO N°3

INTERNATIONAL
STANDARD

IEC
60086-2

Tenth edition
2000-12

Primary batteries –

Part 2:
Physical and electrical specifications

Piles électriques–

*Partie 2:
Spécifications physiques et électriques*



Reference number
IEC 60086-2:2000(E)

INTERNATIONAL STANDARD

IEC
60086-2

Tenth edition
2000-12

Primary batteries

Part 2:
Physical and electrical specifications

Piles électriques—

*Partie 2:
Spécifications physiques et électriques*

© IEC 2000 Copyright - all rights reserved

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International. Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

PRICE CODE T

For price, see current catalogue

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication Incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catalog-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

CONTENTS

	Page
FOREWORD	3
INTRODUCTION	5
Clause	
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Definitions.....	6
4 Symbols and abbreviations	7
5 Battery dimensions.....	8
6 Constitution of the battery specification tables	8
7 Battery specification tables and sheets	9
– Round batteries: Figure 1a and figure 1b	10
– Round batteries: CR14250, CR17345, CR17450, BR17335, BR17345	16
– Round batteries: Figure 2 and figure 3	18
– Round batteries: Figure 4	20
– Round batteries: R40, 4LR44, 2CR13252, 4SR44, 5AR40,	27
– Non-round batteries: S4, 3R12C, 3R12P, 3R12S, 3LR12, 4LR61, BR-P2, CR-P2, 2CR5, 2EP3863, 4R25X, 4LR25X, 4R25Y, 4R25-2, 4LR25-2, 6AS4, 6AS6, 6F22, 6LR61, 6F100,	30
Annex A (informative) Tabulation of batteries by application.....	43
Annex B (informative) Cross-reference index.....	47
Annex C (informative) Index	50

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PRIMARY BATTERIES –

Part 2: Physical and electrical specifications

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60086-2 has been prepared by IEC technical committee 35: Primary cells and batteries.

This tenth edition cancels and replaces the ninth edition published in 1997 and its amendment 1 (1999) and constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
35/1136/FDIS	35/1147/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A, B and C are for information only.

IEC 60086 consists of the following parts under the general title: *Primary batteries*

- Part 1: General
- Part 2: Physical and electrical specifications
- Part 3: Watch batteries
- Part 4: Safety of lithium batteries
- Part 5: Safety of batteries with aqueous electrolyte

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2002. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
replaced by a revised edition, or
- amended.

A bilingual version of this standard may be issued at a later date.

INTRODUCTION

The technical content of this part of IEC 60086 provides physical dimensions, discharge test conditions and discharge performance requirements. IEC 60086-2 complements the general information and requirements of IEC 60086-1 through provision of specification sheets for primary cells and batteries.

This part was prepared to benefit primary battery users, device designers and battery manufacturers by furnishing the specifics of form, fit and function for individual standardized primary cells and batteries. Over the years, this part has been changed to improve its contents and may again be revised in due course in the light of comments made by National Committees and experts on the basis of practical experience and changing technology. This current revision is the result of a reformatting initiative, as well as some content changes, aimed at making this part more user-friendly, less ambiguous, and, from a cross-reference basis, fully harmonized with other parts of IEC 60086.

NOTE Safety information as been removed from IEC 60086-1, and is now available in IEC 60086-4 and IEC 60086-5.

PRIMARY BATTERIES –

Part 2: Physical and electrical specifications

1 Scope

This part of IEC 60086 is applicable to primary batteries based on standardized electro-chemical systems.

It specifies – the physical dimensions

– the discharge test conditions and discharge performance requirements.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60086. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60086 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 600050(481):1996, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 481: Primary cells and batteries*

IEC 60086-1:2000, *Primary batteries – Part 1: General*

ISO 1101:1983, *Technical drawings – Geometrical tolerancing – Tolerancing of form, orientation, location and run out – Generalities, definitions, symbols, indication on drawings*

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the definitions of IEC 60050(481), as well as the following definitions, apply.

3.1

application test

test which simulates the actual use of a battery in a specific application, for example, "portable lighting", "tape recorder" or "transistor radio" test

3.2

end-point voltage (EV)

specified closed circuit voltage at which a service output test is terminated

3.3

minimum average duration (MAD)

that minimum average time on discharge which shall be met by a sample of batteries

NOTE The discharge test is carried out according to the specified methods and designed to show conformity with the standard applicable to the battery types

3.4

nominal voltage of a primary battery (V_n)

suitable approximate value of voltage used to identify the voltage of a primary battery

3.5

on-load voltage

(closed-circuit voltage) (CCV)

voltage across the terminals of a battery when it is on discharge

3.6

open-circuit voltage (OCV)

(off-load voltage)

voltage across the terminals of a battery when no external current is flowing

3.7

primary battery

one or more primary cells, including case, terminals and marking

3.8

primary cell

source of electrical energy obtained by the direct conversion of chemical energy, that is not designed to be charged by any other electrical source

3.9

service output (of a primary battery)

service life, or capacity, or energy output of a battery under specified conditions of discharge

3.10

service output test

test designed to measure the service output of a battery

NOTE A service output test may be prescribed, for example, when

- a) an application test is too complex to replicate;
- b) the duration of an application test would make it impractical for routine testing purposes

3.11

storage life

duration under specified conditions at the end of which a battery retains its ability to perform a specified service output

3.12

terminals (of a primary battery)

conductive parts provided for the connection of a battery to external conductors

4 Symbols and abbreviations

4.1 EV: end-point voltage

4.2 MAD: minimum average duration

4.3 OCV: open-circuit voltage (off-load voltage)

4.4 R: load resistance

4.5 V_n : nominal voltage of a battery

5 Battery dimensions

The symbols used to denote the various dimensions are as follows:

- A: maximum overall height of the battery
- B: minimum distance between the flats of the positive and negative contacts
- C: minimum outer diameter of the negative flat contact surface
- D: maximum inner diameter of the negative flat contact surface
- E: maximum recess of the negative flat contact surface
- F: maximum diameter of the positive contact within the specified projection height
- G: minimum projection of the flat positive contact
- K: minimum projection of the flat negative contact
- L: maximum diameter of the negative contact within the specified projection height
- M: minimum diameter of the flat negative contact
- N: minimum diameter of the flat positive contact
- ø: maximum and minimum diameters of the battery
- ø P: concentricity of the positive contact

Recesses are permitted in the negative flat contact surface defined by dimensions C and D for batteries having the shape shown in figure 1a, provided that batteries placed end to end in series make electrical contact with each other and that the contact separation is an integral multiple of the contact separation for one battery. The following conditions must be satisfied:

$$C > F$$

$$N > D$$

$$G > E$$

6 Constitution of the battery specification tables:

6.1 Batteries are categorized into several groups according to their shapes.

6.2 In each category, batteries having the same shape but belonging to a different electro-chemical system are grouped together and shown in succession.

6.3 Batteries are always listed in ascending order of nominal voltage and, within each nominal voltage, in ascending order of volume.

6.4 One common shape drawing of these batteries which fall in the same group is exhibited.

6.5 Designation, nominal voltage, dimensions, discharge conditions, minimum average duration and application for these batteries which fall into the same group are summarized in one table

6.6 When a drawing represents only one type of battery, the dimensions of the relevant battery are directly shown on the drawing.

6.7 Batteries are categorized into the following groups:

a) Category 1: Round batteries according to figures 1a and 1b

R1, R03, R6C, R6P, R6S, R14C, R14P, R14S, R20C, R20P, R20S, 2R10

LR8D425, LR1, LR03, LR6, LR14, LR20

CR 12A604

- b) Category 2: Round batteries
 CR14250, CR17345, CR17450
 BR17335, BR17345
- c) Category 3: Round batteries according to figure 2 and figure 3
 LR9, LR53
 CR 11108
- d) Category 4: Round batteries according to figure 4
 PR70, PR41, PR48, PR43, PR44
 LR41, LR55, LR54, LR43, LR44
 SR62, SR63, SR65, SR64, SR60, SR67, SR66, SR58, SR68, SR59, SR69, SR41, SR57,
 SR55, SR48, SR56, SR54, SR42, SR43, SR44
 CR1025, CR1216, CR1220, CR1616, CR2012, CR1620, CR2016, CR2025, CR2320,
 CR2032, CR2330, CR2430, CR2354, CR3032, CR2450
 BR1225, BR2016, BR2020, BR2320, BR2325, BR3032
- e) Category 5: Other round batteries – Miscellaneous
 R40
 4LR44
 2CR13252
 4SR44
 5AR40
- f) Category 6: Non-round batteries – Miscellaneous
 S4
 3R12C, 3R12P, 3R12S, 3LR12
 4LR61
 BR-P2, CR-P2
 2CR5
 2EP3863
 4R25X, 4LR25X
 4R25Y
 4R25-2, 4LR25-2
 6AS4
 6AS6
 6F22, 6LR61
 6F100

6.8 Drawings of round batteries which correspond to figures 1a and 1b, figure 2, figure 3 and figure 4 are prepared by reduction or enlargement of the relevant original drawings. The other drawings are prepared by reduction or enlargement of conventional specification drawings.

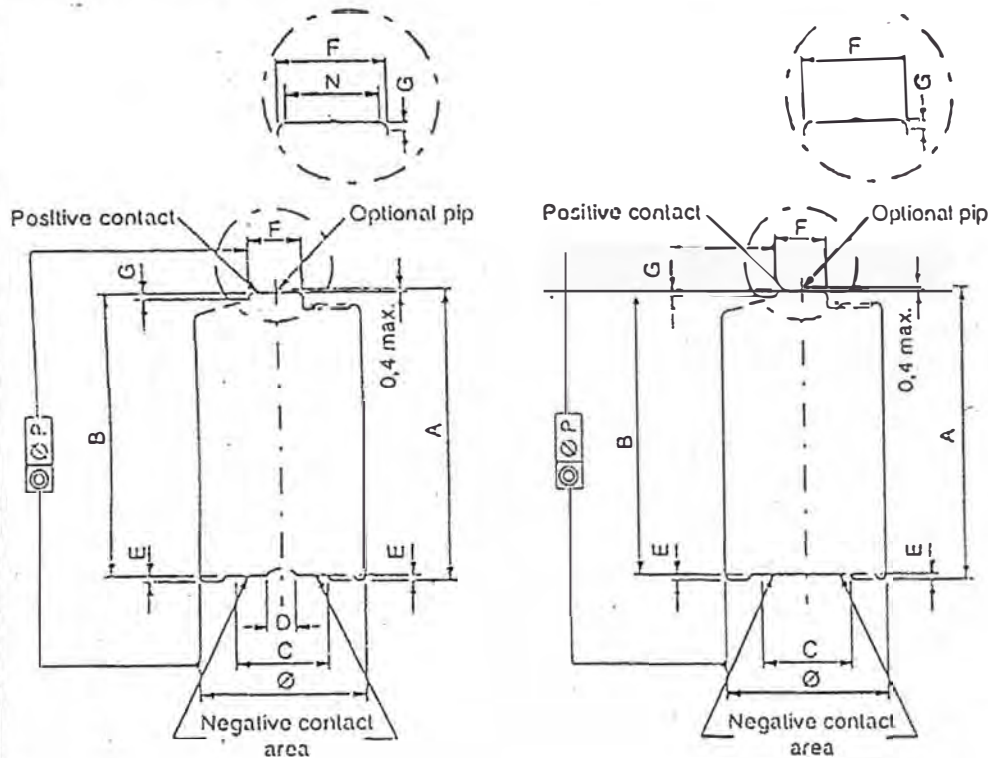
In each case the drawings show the shape of the relevant batteries. Dimensions for each battery are shown in the tables.

7 Battery specification tables and sheets

NOTE See annex C for ease of locating battery sizes.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 1 BATTERIES



The profile over the dotted line sections is not specified

The profile over the dotted line sections is not specified

IEC 2380/2000

IEC 2351/2000

Figure 1a

Figure 1b

For batteries complying with figures 1a and 1b, flat negative contact is not necessarily recessed.

When the flat negative contact surface forms the lower part of the battery, dimensions "A" and "B" are both measured from the surface and dimension "E" is zero.

Dimensions "P" to be measured in accordance with ISO 1101.

Batteries complying with these physical and electrical specifications are:

Designation	OCV Max. V
R1, R03, R6C, R6P, R6S, R14C, R14P, R14S R20C, R20P, R20S	1.725
2R10	3.450
LR8D425, LR1, LR03, LR6, LR14, LR20	1.65
CR12A604	3.7

For the definition of the dimensions, see clause 5.

The cylindrical surface is insulated from the contacts.

Terminals: flat/cap and base.

for terminal details, see respectively 4.1.3.5 and 4.1.3.2 of IEC 60086-1.

For general information, see IEC 60086-1.

Figure 1a: negative contact C may not be flat over the whole area.

Figure 1b: negative contact shall be essentially flat over the whole surface area.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 1 BATTERIES

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Dimensions mm									Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			A	B	C	E	F	G	Ø		ØP	R	Daily period	EV		
			Max.	Min.	Min.	Max.	Max.	Min.	Min.	Max.	Max.	Ω		V		
(see note)	R1	1,5	30,2	29,1	5,0	0,2	4,0	0,5	12,0	10,9	0,5	300	12 h	0,9	76 h	Hearing aids
												5,1	5 min	0,9	57 min	Portable lighting
	R03	1,5	44,5	43,3	4,3	0,5	3,8	0,8	10,5	9,5	0,4	5,1	^b	0,9	45 min	Portable lighting
												10	1 h	0,9	1,4 h	Personal cassette players and tape recorders
												75	4 h	0,9	20 h	Transistor radios
												3,6	^c	0,9	120 pulses	Pulse test
	R6C (high capacity)	1,5	50,5	49,2	7,0	0,5	5,5	1,0	14,5	13,5	0,5	43	4 h	0,9		Transistor radios
												3,9	1 h	0,8	40 min	Motor/toy
												10	1 h	0,9	3,5 h	Personal cassette players and tape recorders
												1,8	^c	0,9	46 pulses	Pulse test
	R6P (high power)	1,5	50,5	49,2	7,0	0,5	5,5	1,0	14,5	13,5	0,5	43	4 h	0,9	27 h	Transistor radios
												3,9	1 h	0,8	60 min	Motor/toy
												10	1 h	0,9	4,0 h	Personal cassette players and tape recorders
												1,8	^c	0,9	75 pulses	Pulse test
	R6S (standard)	1,5	50,5	49,2	7,0	0,5	5,5	1,0	14,5	13,5	0,5	43	4 h	0,9	22 h	Transistor radios

NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 30 % of MAD.

^a Standard conditions.

^b 4 min beginning at hourly intervals for 8 h per day.

^c 15 s on, 45 s off for 24 h per day.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 1 BATTERIES

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Dimensions mm									Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			A	B	C	E	F	G	Ø		ØP	R	Daily period	EV		
			Max.	Min.	Min.	Max.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Ω		V		
(see note)	R14C (high capacity)	1,5	50,0	48,6	13,0	0,9	7,5	1,5	26,2	24,9	1,0	3,9	^b	0,9	250 min	Portable lighting
												6,8	1 h	0,9	7 h	Tape recorders
												20	4 h	0,9	25 h	Transistor radios
												3,9	1 h	0,8	2,5 h	Toys
	R14P (high power)	1,5	50,0	48,6	13,0	0,9	7,5	1,5	26,2	24,9	1,0	3,9	^b	0,9	300 min	Portable lighting
												6,8	1 h	0,9	9 h	Tape recorders
												20	4 h	0,9	30 h	Transistor radios
												3,9	1 h	0,8	4,8 h	Toys
	R14S (standard)	1,5	50,0	48,6	13,0	0,9	7,5	1,5	26,2	24,9	1,0	3,9	^b	0,9	120 min	Portable lighting
												6,8	1 h	0,9	3,0 h	Tape recorders
												20	4 h	0,9	15 h	Transistor radios
												3,9	1 h	0,8	1,5 h	Toys
	R20C (high capacity)	1,5	61,5	59,5	18,0	1,0	9,5	1,5	34,2	32,3	1,0	2,2	^b	0,9	300 min	Portable lighting
												3,9	1 h	0,9	9 h	Tape recorders
												10	4 h	0,9	28 h	Transistor radios
												2,2	1 h	0,8	3,5 h	Toys

NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 80 % of MAD.

^a Standard conditions.

^b 4 min beginning at hourly intervals for 8 h per day.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS											CATEGORY 1 BATTERIES					
Electro-chemical system	Designation	Vn V	Dimensions mm									Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			A	B	C	E	F	G	Ø		ØP	R Ω	Daily period	EV V		
			Max.	Min.	Min.	Max.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.					
(see note 1)	R20P (high power)	1,5	61,5	59,5	18,0	1,0	9,5	1,5	34,2	32,3	1,0	2,2	^b	0,9	320 min	Portable lighting
												3,9	1 h	0,9	13 h	Tape recorders
												10	4 h	0,9	35 h	Transistor radios
												2,2	1 h	0,8	6 h	Toys
	R20S (standard)	1,5	61,5	59,5	18,0	1,0	9,5	1,5	34,2	32,3	1,0	2,2	^b	0,9	100 min	Portable lighting
												3,9	1 h	0,9	4 h	Tape recorders
												10	4 h	0,9	18 h	Transistor radios
												2,2	1 h	0,8	2 h	Toys
	2R10	3,0	74,6	71,5	9,0	0,8	6,8	1,0	21,8	20,0		6,8	5 min	1,8	85 min	Portable lighting
	NOTE 1 Delayed discharge performance after 12 months is 80 % of MAD.															
(see note 2)	LR8D425	1,5	42,5	41,5	2,3 ^c	0,1	3,8	0,7	8,3	7,7	0,1	5,1	5 min	0,9	90 min	Lighting
												75	1 h	1,1	22 h	Laser pointer
												75	1 h	0,9	27 h	Service output test
	LR1	1,5	30,2	29,1	5,0	0,2	4,0	0,5	12,0	10,9	0,5	300	12 h	0,9	130 h	Hearing aids
												5,1	5 min	0,9	94 min	Portable lighting
												3 000	^d	0,9	888 h	Paging test
NOTE 2 Delayed discharge performance after 12 months is 90 % of MAD.																
^a Standard conditions. ^b 4 min beginning at hourly intervals for 8 h per day. ^c This battery does not fulfill the requirement C > F due to constructional constraints. ^d 24 h per day, plus 10 Ω for 5 s at hourly intervals for 24 h per day.																

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 1 BATTERIES

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Dimensions mm									Discharge conditions			MAD ^a (Initial)	Applications
			A	B	C	E	F	G	Ø		ØP	R	Daily period	EV		
			Max.	Min.	Min.	Max.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Ω		V		
L (see note)	LR03	1,5	44,5	43,3	4,3	0,5	3,8	0,8	10,5	9,5	0,4	5,1	^b	0,9	130 min	Portable lighting
												10	1 h	0,9	5,0 h	Personal cassette players and tape recorders
												75	4 h	0,9	44 h	Transistor radios
												3,6	^c	0,9	350 pulses	Pulse test
	LR6	1,5	50,5	49,2	7,0	0,5	5,5	1,0	14,5	13,5	0,5	43	4 h	0,9	60 h	Transistor radios
												3,9	1 h	0,8	4,0 h	Toys (motor)
												10	1 h	0,9	11 h	Personal cassette players and tape recorders
												1,8	^c	0,9	320 pulses	Pulse test
	LR14	1,5	50,0	48,6	13,0	0,9	7,5	1,5	26,2	24,9	1,0	3,9	^b	0,9	750 min	Portable lighting
												6,8	1 h	0,9	23 h	Tape recorders
												20	4 h	0,9	75 h	Transistor radios
												3,9	1 h	0,8	12 h	Toys (motor)
	LR20	1,5	61,5	59,5	18,0	1,0	9,5	1,5	34,2	32,3	1,0	2,2	^b	0,9	786 min	Portable lighting
												3,9	1 h	0,9	25 h	Tape recorders
												10	4 h	0,9	80 h	Transistor radios
												2,2	1 h	0,8	15 h	Toys (motor)

NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 90 % of MAD.

^a Standard conditions.

^b 4 min beginning at hourly intervals for 8 h per day.

^c 15 s on, 45 s off for 24 h per day.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 1 BATTERIES

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Dimensions mm									Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			A	B	C	E	F	G	Ø		R Ω	Daily period	EV V			
			Max.	Min.	Min.	Max.	Max.	Min.	Max.	Min.				Max.		
C (see note)	CR12A604 ^b	3	60,4	58,0	4,8	-	4,5	0,3	12,0	10,7		2 000	24 h	2,0	840 h	Service output test

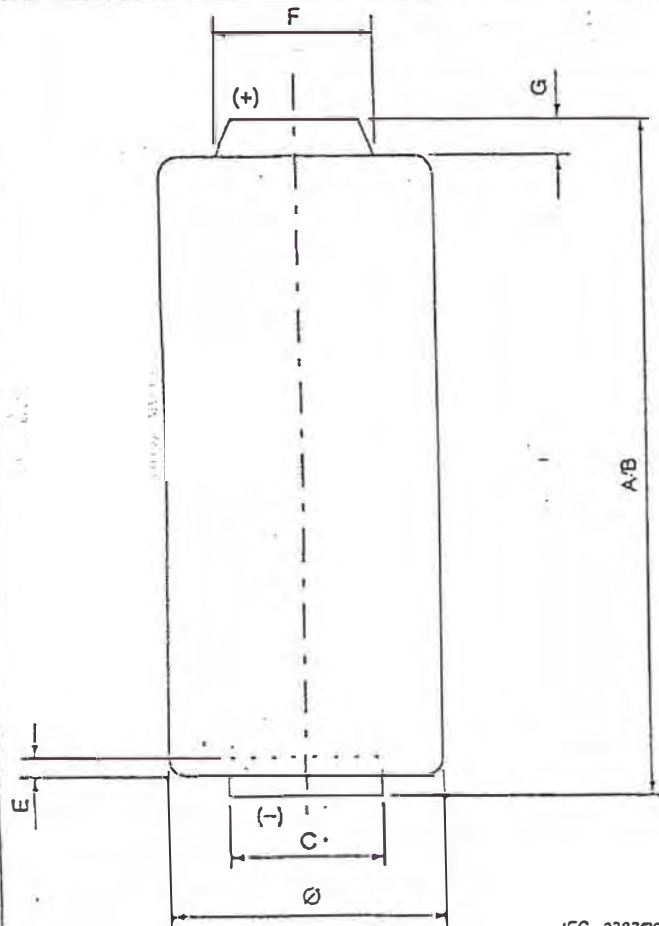
NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 98 % of MAD.

^a Standard conditions

^b Marking: subclause 4.1.6.2 of IEC 60086-1 is applicable.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 2 BATTERIES



IEC 2382/2000

Batteries complying with these physical and electrical specifications are as follows:

Designation	OCV Max. V
CR14250, CR17345, CR17450	3.7
BR17335, BR17345	3.7

For the definition of the dimensions, see clause 5.

The cylindrical surface is insulated from the contacts.

Terminals: flat/cap and base.

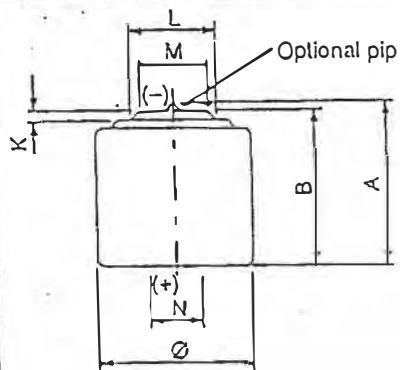
for terminal details, see respectively 4.1.3.5 and 4.1.3.2 of IEC 60086-1.

For general information, see IEC 60086-1.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS											CATEGORY 2 BATTERIES					
Electro-chemical system	Designation	Vn V	Dimensions mm								Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications	
			A/B		C	E		F	G	Ø		R	Daily period			EV
			Max.	Min.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	kΩ				V
C (see note 1)	CR14250	3	25,0	23,5	5,0			8,0	0,4	14,5	13,5	3	24 h	2,0	750 h	Service output test
	CR17345	3	34,5	33,5	11,0	0,9	0,5	9,6	1,0	17,0	16,0	0,1	24 h	2,0	40 h	Service output test
												(Current drain) 900 mA	3 s on 27 s off 24h/d	1,55	1 400 pulses	Photo
	CR17450	3	45,0	43,5	5,0			8,0	0,4	17,0	16,0	1	24 h	2,0	710 h	Service output test
NOTE 1 Delayed discharge performance after 12 months is 98 % of MAD.																
B (see note 2)	BR17335	3	33,5	32,0	5,0			8,0	0,1	17,0	16,0					
	BR17345	3	34,5	33,5	11,0	0,9	0,5	9,6	1,0	17,0	16,0	0,1	24 h	2,0	40 h	Service output test
												(Current drain) 900 mA	3 s on 27 s off 24h/d	1,55	1 200 pulses	Photo
NOTE 2 Delayed discharge performance after 12 months is 98 % of MAD.																
^a Standard conditions.																

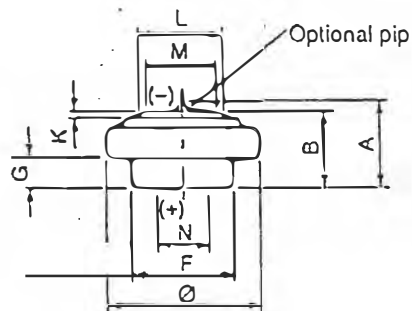
PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 3 BATTERIES



IEC 2393/2000

Figure 2



IEC 2394/2000

Figure 3

No part of the battery shall project beyond the positive contact area.

Marking: 4.1.6.2 of IEC 60086-1 is applicable.

Batteries complying with these physical and electrical specifications are as follows:

Designation	OCV Max. V
LR9, LR53	1,65
CR11108	3,7

For the definition of the dimensions, see clause 5.

The cylindrical surface is connected to the positive terminal.

Terminals: flat/cap and case.

for terminal details, see respectively 4.1.3.5 and 4.1.3.3 of IEC 60086-1.

For general information, see IEC 60086-1.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS												CATEGORY 3 BATTERIES					
Electro-chemical system	Designation	V _n V	Dimensions .mm										Discharge conditions			MAD ^a (Initial)	Applications
			A	B	F	G	K	L	M	N	Ø		R	Daily period	EV		
			Max.	Min.	Max.	Min.	Min.	Max.	Min.	Min.	Max.	Min.	Ω		V		
L (see note 1)	LR9	1,5	6,2	5,6	13,5	2,0	0,2	12,5	10,0	10,0	16,0	15,2	390	24 h	0,9	48 h	Service output test
	LR53	1,5	6,1	5,4	20,9	2,1	0,2	21,0	15,3	18,7	23,2	22,6	470	24 h	0,9	50 h	Service output test
NOTE 1 Delayed discharge performance after 12 months is 90 % of MAD.																	
C (see note 2)	CR11108	3	10,8	10,4	-	-	0,2	9,0	3,0	9,0	11,6	11,4	15000	24 h	2,0	620 h	Service output test
NOTE 2 Delayed discharge performance after 12 months is 98 % of MAD.																	
^a Standard conditions.																	

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 4 BATTERIES

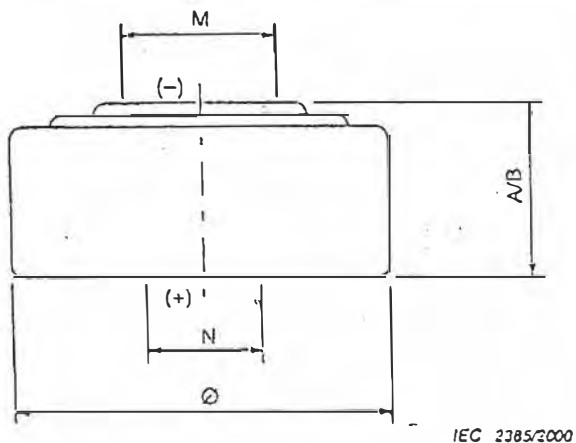


Figure 4

Any difference between the height of the battery and the distance between the contacts shall not exceed 0,1 mm.

No part of the battery shall project beyond the positive contact.

Marking: 4.1.6.2 of IEC 60086-1 is applicable.

Batteries complying with these physical and electrical specifications are as follows:

Designation	OCV Max. V
PR70, PR41, PR48, PR43, PR44	1,68
LR41, LR55, LR54, LR43, LR44	1,65
SR62, SR63, SR65, SR64, SR60, SR67, SR66, SR58, SR68, SR59, SR69, SR41, SR57, SR55, SR48, SR56, SR54, SR42, SR43, SR44	1,63
CR1025, CR1216, CR1220, CR1616, CR2012, CR1620, CR2016, CR2025, CR2320, CR2032, CR2330, CR2430, CR2354, CR3032, CR2450	3,7
BR1225, BR2016, BR2020, BR2320, BR2325, BR3032	3,7

For the definition of the dimensions, see clause 5.

The cylindrical surface is connected to the positive terminal. Positive contact should be made to the side of the battery but may be made to the base.

Terminals: flat/cap and case.

for terminal details, see respectively 4.1.3.5 and 4.1.3.3 of IEC 60086-1.

The flat negative contact shall project.

Contact pressure resistance, see 4.1.3.1 of IEC 60086-1.

For general information see IEC 60086-1.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 4 BATTERIES

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Dimensions mm						Discharge conditions			MAD ^a (Initial)	Applications
			A/B		M	N	∅		R	Daily period	EV		
			Max.	Min.	Min.	Min.	Max.	Min.	kΩ		V		
P (see note)	PR70 ^{b c}	1,4	3,6	3,3	-	-	5,8	5,55	3	12 h	0,9	90 h	Hearing aids
									3	^d	1,0	45 h	High power service output test
	PR41 ^{b c}	1,4	3,6	3,3	3	3,8	7,9	7,55	1,5	12 h	0,9		Hearing aids
									1,5	^e	1,0	25 h	High power service output test
	PR48 ^{b c}	1,4	5,4	5,0	3	3,8	7,9	7,55	1,5	12 h	0,9	195 h	Hearing aids
									1,5	^f	1,0	30 h	High power service output test
	PR43 ^{b c}	1,4	4,2	3,8	3,8	3,8	11,6	11,25	1	12 h	0,9		Service output test
	PR44 ^{b c}	1,4	5,4	5,0	3,8	3,8	11,6	11,25	0,620	12 h	0,9	195 h	Hearing aids
									0,620	^g	1,0	38 h	High power service output test

NOTE. Delayed discharge performance after 12 months is 95 % of MAD.

^a Standard conditions.

^b A period of at least 10 min shall elapse between activation and commencement of electrical measurement.

^c Equipment designers' attention is drawn to the importance of making positive electrical contact on the side of the battery so that air access is not impeded for "P" system batteries.

^d 24 h per day, plus 510 Ω for 1 s on/3 s off for 12 h per day.

^e 24 h per day, plus 160 Ω for 1 s on/3 s off for 12 h per day.

^f 24 h per day, plus 110 Ω for 1 s on/3 s off for 12 h per day.

^g 24 h per day, plus 43 Ω for 1 s on/3 s off for 12 h per day.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 4 BATTERIES

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Dimensions mm						Discharge conditions			MAD ^a : (initial)	Applications
			A/B		M	N	Ø		R	Daily period	EV		
			Max.	Min.	Min.	Min.	Max.	Min.	kΩ		V		
L (see note)	LR41	1,5	3,6	3,3	3	3,8	7,9	7,55	22	24 h	1,2	300 h	Service output test
	LR55	1,5	2,1	1,85	3,8	3,8	11,6	11,25	22	24 h	1,2	275 h	Service output test
	LR54	1,5	3,05	2,75	3,8	3,8	11,6	11,25	15	24 h	1,2	350 h	Service output test
	LR43	1,5	4,2	3,8	3,8	3,8	11,6	11,25	10	24 h	1,2	359 h	Service output test
	LR44	1,5	5,4	5,0	3,8	3,8	11,6	11,25	6,8	24 h	1,2	340 h	Service output test

NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 90 % of MAD.

^a Standard condillons.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 4 BATTERIES

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Dimensions mm						Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			A/B		M	N	Ø		R kΩ	Daily period	EV V		
			Max.	Min.	Min.	Min.	Max.	Min.					
S (see note)	SR62	1,55	1,65	1,45	2,5	3,8	5,8	5,55	82	24 h	1,2	390 h	Service output test
	SR63	1,55	2,15	1,9	2,5	3,8	5,8	5,55	68	24 h	1,2	560 h	Service output test
	SR65	1,55	1,65	1,45	3,0	-	6,8	6,6	100	24 h	1,2	810 h	Service output test
	SR64	1,55	2,7	2,4	2,5	3,8	5,8	5,55	56	24 h	1,2		Service output test
	SR60	1,55	2,15	1,9	3,0	3,8	6,8	6,5	68	24 h	1,2	685 h	Service output test
	SR67	1,55	1,65	1,45	3,0	-	7,9	7,65	68	24 h	1,2	820 h	Service output test
	SR66	1,55	2,6	2,4	3,0	-	6,8	6,6	47	24 h	1,2	680 h	Service output test
	SR58	1,55	2,1	1,85	3	3,8	7,9	7,55	47	24 h	1,2	518 h	Service output test
	SR68	1,55	1,65	1,45	3,8	-	9,5	9,25	47	24 h	1,2	680 h	Service output test
	SR59	1,55	2,6	2,3	3	3,8	7,9	7,55	33	24 h	1,2	530 h	Service output test
	SR69	1,55	2,1	1,85	3,8	-	9,5	9,25	33	24 h	1,2	663 h	Service output test
	SR41	1,55	3,6	3,3	3	3,8	7,9	7,55	22	24 h	1,2	450 h	Service output test
	SR57	1,55	2,7	2,4	3,8	3,8	9,5	9,15	22	24 h	1,2	500 h	Service output test
	SR55	1,55	2,1	1,85	3,8	3,8	11,6	11,25	22	24 h	1,2	450 h	Service output test
SR48	1,55	5,4	5,0	3	3,8	7,9	7,55	1,5	12 h	0,9	40 h	Hearing aids	
								15	24 h	1,2	580 h	Service output test	

NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 90 % of MAD.

^a Standard conditions.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 4 BATTERIES

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Dimensions mm						Discharge conditions			MAD ^a (Initial)	Applications
			A/B		M	N	Ø		R kΩ	Daily period	EV V		
			Max.	Min.	Min.	Min.	Max.	Min.					
S (see note)	SR56	1,55	2,6	2,3	3,8	3,8	11,6	11,25	15	24 h	1,2	490 h	Service output test
	SR54	1,55	3,05	2,75	3,8	3,8	11,6	11,25	15	24 h	1,2	580 h	Service output test
	SR42	1,55	3,6	3,3	3,8	3,8	11,6	11,25	15	24 h	1,2	670 h	Service output test
	SR43	1,55	4,2	3,8	3,8	3,8	11,6	11,25	10	24 h	1,2	620 h	Service output test
	SR44	1,55	5,4	5,0	3,8	3,8	11,6	11,25	6,8	24 h	1,2	620 h	Service output test
									5,6	^b	0,9	450 h	^c

NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 90 % of MAD.

^a Standard conditions.

^b 24 h per day, plus 39 Ω for 1 s every 6 s, for 5 min per day.

^c Accelerated application test for automatic cameras.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 4 BATTERIES

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Dimensions mm						Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			A/B		M	N	Ø		R kΩ	Daily period	EV V		
			Max.	Min.	Min.	Min.	Max.	Min.					
C (see note)	CR1025	.3	2,5	2,2	3,0	-	10,0	9,7	68	24 h	2,0	630 h	Service output test
	CR1216	3	1,6	1,4	4,0	-	12,5	12,2	62	24 h	2,0	480 h	Service output test
	CR1220	3	2,0	1,8	4,0	-	12,5	12,2	62	24 h	2,0	700 h	Service output test
	CR1616	3	1,6	1,4	5,0	-	16,0	15,7	30	24 h	2,0	480 h	Service output test
	CR2012	3	1,2	1,0	8,0	-	20,0	19,7	30	24 h	2,0	530 h	Service output test
	CR1620	3	2,0	1,8	5,0	-	16,0	15,7	47	24 h	2,0	900 h	Service output test
	CR2016	3	1,6	1,4	8,0	-	20,0	19,7	30	24 h	2,0	675 h	Service output test
	CR2025	3	2,5	2,2	8,0	-	20,0	19,7	15	24 h	2,0	540 h	Service output test
	CR2320	3	2,0	1,8	8,0	-	23,0	22,6	15	24 h	2,0	590 h	Service output test
	CR2032	3	3,2	2,9	8,0	-	20,0	19,7	15	24 h	2,0	920 h	Service output test
	CR2330	3	3,0	2,7	8,0	-	23,0	22,6	15	24 h	2,0	1 320 h	Service output test
	CR2430	3	3,0	2,7	8,0	-	24,5	24,2	15	24 h	2,0	1 300 h	Service output test
	CR2354	3	5,4	5,1	8,0	-	23,0	22,6	7,5	24h	2,0	1 260 h	Service output test
	CR3032	.3	3,2	2,9	8,0	-	30,0	29,6	7,5	24 h	2,0	1 250 h	Service output test
CR2450	3	5,0	4,6	8,0	-	24,5	24,2	7,5	24 h	2,0	1 200 h	Service output test	

NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 98 % of MAD.

^a Standard conditions.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 4 BATTERIES

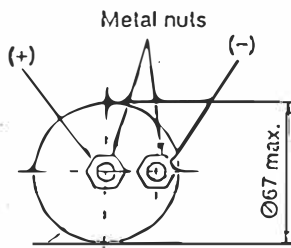
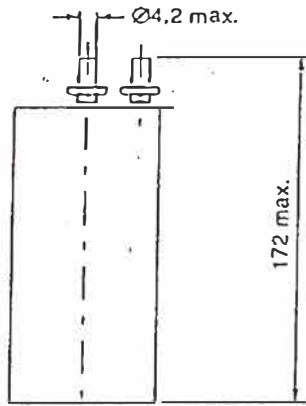
Electro-chemical system	Designation	Vn V	Dimensions mm						Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			A/B		M	N	Ø		R	Dally period	EV		
			Max.	Min.	Min.	Min.	Max.	Min.	kΩ		V		
B (see note)	BR1225	3	2,5	2,2	4,0	-	12,5	12,2	30	24 h	2,0	395 h	Service output test
	BR2016	3	1,6	1,4	8,0	-	20,0	19,7	30	24 h	2,0	636 h	Service output test
	BR2020	3	2,0	1,8	8,0	-	20,0	19,7	15	24 h	2,0	490 h	Service output test
	BR2320	3	2,0	1,8	8,0	-	23,0	22,6	15	24 h	2,0	468 h	Service output test
	BR2325	3	2,5	2,2	8,0	-	23,0	22,6	15	24 h	2,0	696 h	Service output test
	BR3032	3	3,2	2,9	8,0	-	30,0	29,6	7,5	24 h	2,0	1 310 h	Service output test

NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 98 % of MAD.

^a Standard condilions.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 5 BATTERIES



IEC 2336:2000

Designation	OCV Max. V
R40	1,725

Terminals: Screw terminals which comply with 4.1.3.4 of IEC 60086-1.

For general information see IEC 60086-1.

Dimensions in millimetres.

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			R Ω	Daily period	EV V		
See note	R40	1,5	6,8	^b	0,93	200 days	Industrial equipment ^c
			2,7	^d	0,85	60 h	Industrial equipment ^c
			10	24 h	0,85	280 h	Industrial equipment
			51	24 h	0,9	80 days	Electric fence controllers

NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 80 % of MAD.

^a Standard conditions.

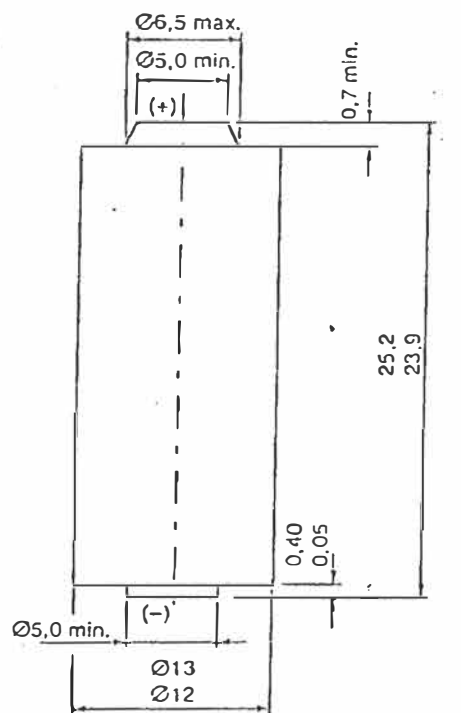
^b Ten periods of 4 min each beginning at hourly intervals during six days per week. On the seventh day, five periods beginning at 2 h intervals.

^c The battery must comply with both tests.

^d 1 h on, 6 h off, 1 h on, 16 h off.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 5 BATTERIES



Designation.	OCV Max. V
4LR44	6,60
2CR13252	7,4
4SR44	6,52

Dimensions in millimetres.
 The cylindrical surface is insulated from the contacts.
 Terminals: flat.
 for terminal details, see 4.1.3.5 of IEC 60036-1
 For general information see IEC 60086-1.

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			R kΩ	Daily period	EV V		
L (see note 1)	4LR44	6,0	27	^b	3,6	310 h	^c
			27	24 h	3,6	420 h	Service output test
			0,1	^d	3,6	950 pulses	Pulse test
C (see note 2)	2CR13252	6	30	24 h	4,0	620 h	Service output test
S (see note 1)	4SR44	6,2	27	^b	3,6	570	^c
			27	24 h	3,6	620 h	Service output test
			0,1	^d	3,6	1 000 pulses	Pulse test

NOTE 1 Delayed discharge performance after 12 months is 90 % of MAD.

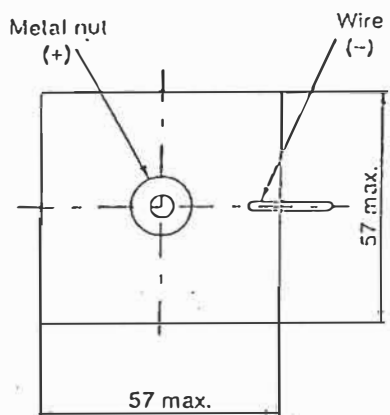
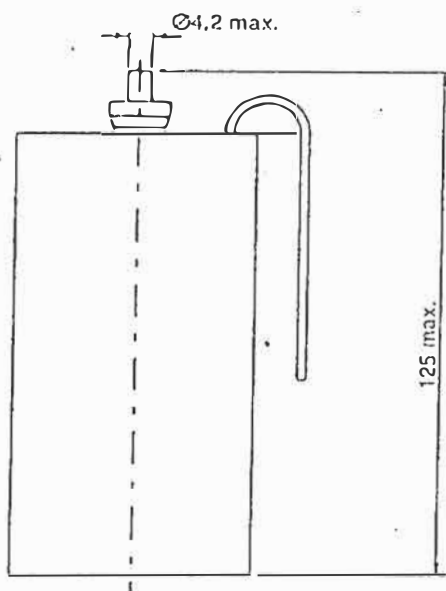
NOTE 2 Delayed discharge performance after 12 months is 98 % of MAD.

- ^a Standard conditions.
- ^b 24 h per day, plus 160 Ω for 1 s every 6 s for 5 min per day.
- ^c Accelerated application test for automatic cameras.
- ^d 24 h per day, 2 s on, 1 s off.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS			CATEGORY 5 BATTERIES				
			Designation		OCV Max.		
			5AR40		V		
			<p>Dimensions in millimetres.</p> <p>Terminals: Screw terminals.</p> <p>for terminal details, see 4.1.3.4 of IEC 60086-1.</p> <p>Terminals located on top surface.</p> <p>Maximum terminal stud diameter: 4,2 mm.</p> <p>For general information, see IEC 60086-1.</p>				
Dimension	Max.						
Overall height	190,0						
Diameter	184,0						
Electro-chemical system	Designation	Vn V	Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			R Ω	Daily period	EV V		
A (see note)	5AR40 ^b	7,0	240	24 h	4,5	120 days	Electric fence controllers
NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 80 % of MAD.							
^a Standard conditions.							
^b Equipment designers' attention is drawn to the importance of ensuring that air access is not impeded for "A" system batteries.							

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 6 BATTERIES



IEC 2388-2000

Designation	OCV Max. V
S4	1,725

Dimensions in millimetres.

Terminals:

- negative: wire, approximate free length 90 mm.
- positive: screw terminal (metal nut).
- for terminal details, see respectively 4.1.3.9 and 4.1.3.4 of IEC 60086-1.

For general information, see IEC 60086-1.

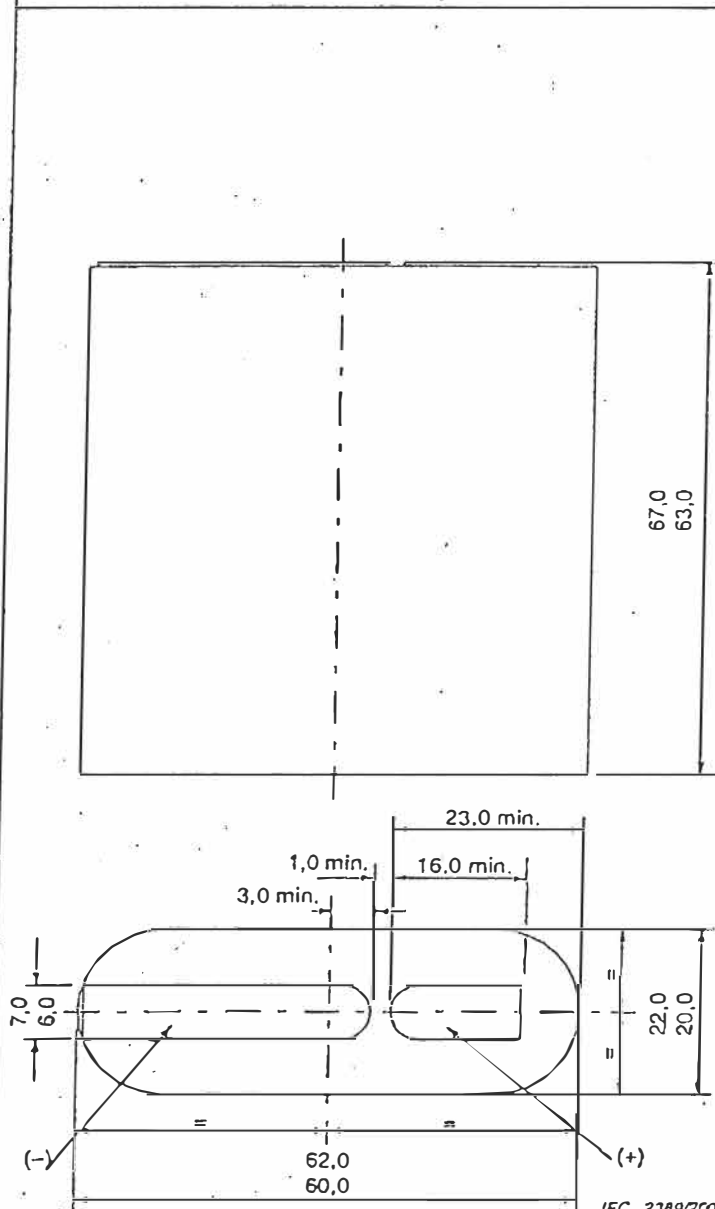
Electro-chemical system	Designation	V _n V	Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			R Ω	Daily period	EV V		
See note	S4	1,5	20	24 h	0,85	500 h	Industrial equipment

NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 80 % of MAD

^a Standard conditions.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 6 BATTERIES



IEC 2389/2000

Designation

OCV Max.

V

3R12C

5,175

3R12P

5,175

3R12S

5,175

3LR12

4,95

Dimensions in millimetres.

Terminals: spring clips.

for terminal details, see 4.1.3.10 of
IEC 60086-1.

For general information, see IEC 60086-1.

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			R Ω	Daily period	EV V		
See note 1	3R12C (high capacity)	4,5	20	1 h	2,7	4,5 h	Portable lighting
			220	4 h	2,7	96 h	Transistor radios
	3R12P (high power)	4,5	20	1 h	2,7	5,5 h	Portable lighting
			220	4 h	2,7	96 h	Transistor radios
	3R12S (standard)	4,5	20	1 h	2,7	3,5 h	Portable lighting
			220	4 h	2,7	96 h	Transistor radios
L (see note 2)	3LR12	4,5	20	1 h	2,7	12 h	Portable lighting
			220	4 h	2,7	300 h	Transistor radios

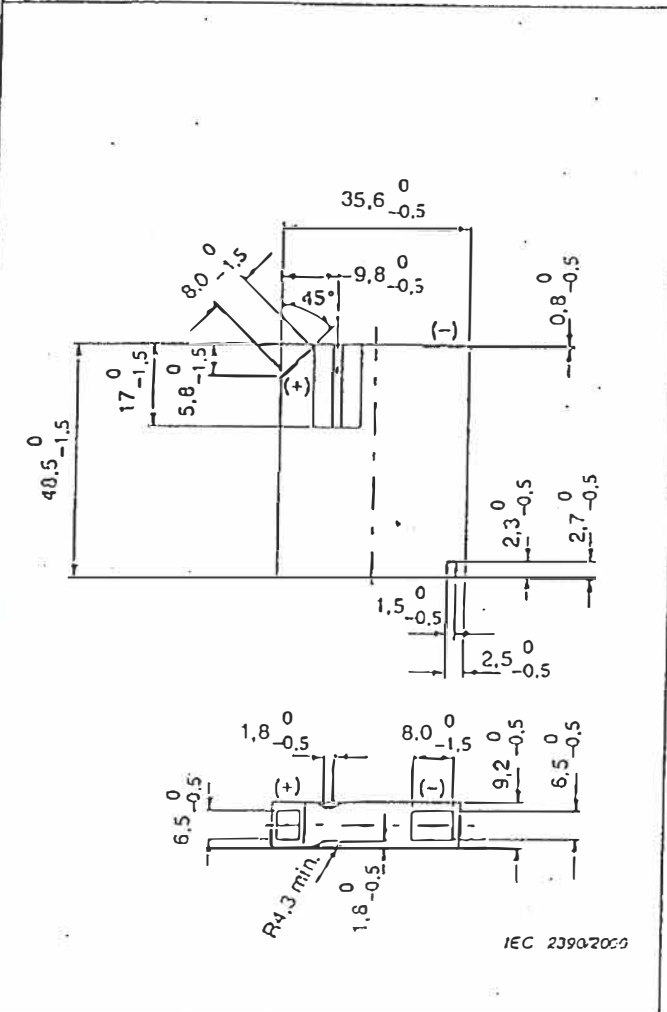
NOTE 1 Delayed discharge performance after 12 months is 80 % of MAD.

NOTE 2 Delayed discharge performance after 12 months is 90 % of MAD.

^a Standard conditions.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 6 BATTERIES



Designation	OCV Max.
4LR61	V
	6,60

Dimensions in millimetres.
 Terminals: flat contacts.
 for terminal details, see 4.1.3.5 of IEC 60086-1.
 For general information, see IEC 60086-1.

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			R kΩ	Daily period	EV V		
L (see note)	4LR61	6,0	0,33	24 h	3,6	24 h	Electronic equipment
			6,8	24 h	3,6	700 h	Service output test

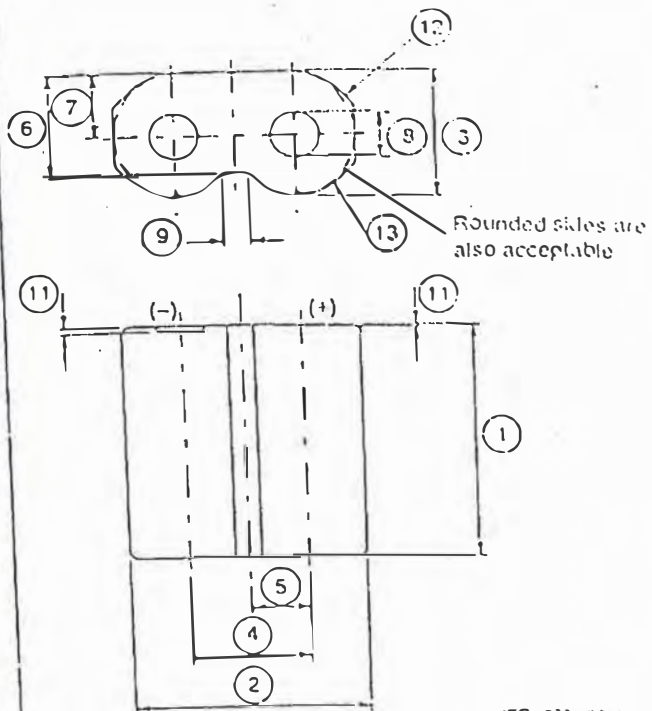
NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 90 % of MAD.

^a Standard conditions.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 6 BATTERIES

Designation	OCV Max. V
CR-P2	7,4
BR-P2	7,4



Dimensions in millimetres

Dimension	Max.	Min.
①	36,0	34,5
②	35,0	32,5
③	19,5	18,5
④	16,8	
⑤	8,4	
⑥	16,2	15,3
⑦	9,8	9,2
⑧	8,7	7,5
⑨		1,3
⑩	1,0	0,1
⑪	1,5	0,7
⑫	10,0	7,4
⑬	10,0	7,4

Terminals: flat contacts.

for terminal details, see 4.1.3.5 of IEC 60086-1.

contacts are recessed.

For general information, see IEC 60086-1.

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			R Ω	Daily period	EV V		
C (see note)	CR-P2	6	200	24 h	4,0	40 h	Service output test
			(Current drain) 900 mA	3 s on, 27 s off continuously	3,1	1 400 pulses	Photo test
B (see note)	BR-P2	6	200	24 h	4,0	40 h	Service output test
			(Current drain) 900 mA	3 s on, 27 s off continuously	3,1	1 000 pulses	Photo test

NOTE: Delayed discharge performance after 12 months is 98 % of MAD.

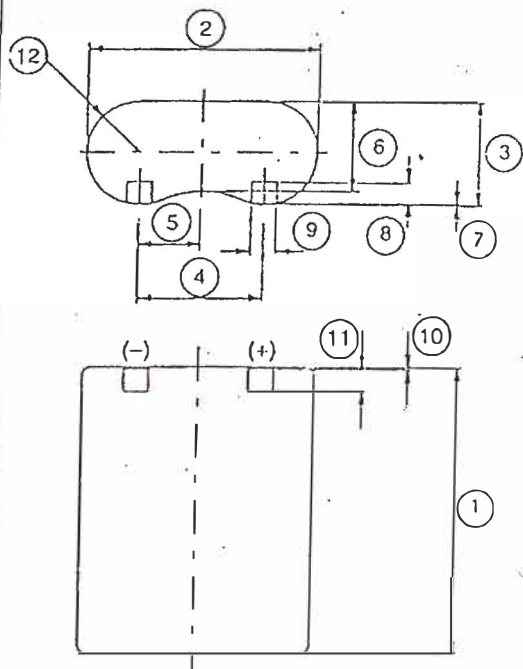
^a Standard conditions.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 6 BATTERIES

Designation	OCV Max. V
2CR5	7,4

Dimensions in millimetres



IEC 2332 2000

Dimension	Max.	Min.
①	45,0	43,0
②	34,0	32,5
③	17,0	16,0
④	16,0	
⑤	8,0	
⑥	15,5	
⑦	1,0	0,2
⑧	4,5	3,5
⑨	4,6	3,5
⑩	0,9	0,1
⑪	4,5	3,5
⑫	9,0	8,0

Terminals: flat contacts.

for terminal details, see 4.1.3.5 of IEC 60086-1.

For general information, see IEC 60086-1.

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			R Ω	Daily period	EV V		
C (see note)	2CR5	6	200	24 h	4,0	40 h	Service output test
			(Current drain) 900 mA	3 s on 27 s off continuously	3,1	1 400 pulses	Photo test

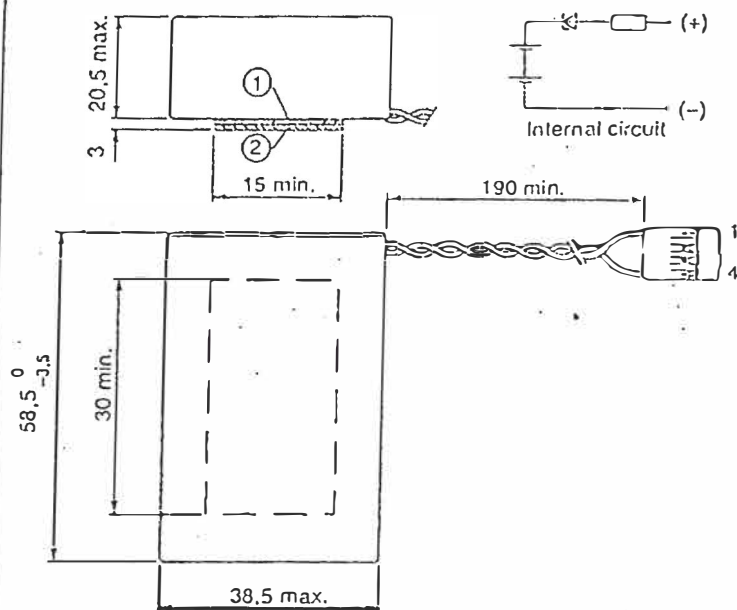
NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 98 % of MAD.

^a Standard conditions.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 6 BATTERIES

Fastener: Ⓞ Loops

Ⓞ Hooks: mushrooms 75-85/cm²

IEC 2393/2000

Connector with four receptacles:

- 1 negative terminal
- 2 blank
- 3 polarizing key
- 4 positive terminal

Features: dual-metal contact.

Gold plating over nickel.

Mating data:

- 2,54 mm distance.
- 0,64 mm square or round pins.
- 5,84 mm nominal pin length.

Designation

OCV Max.

V

2EP3863

7,8

Dimensions in millimetres.

Terminals: Two flexible wires with connector.

Positive terminal: red.

Negative terminal: black.

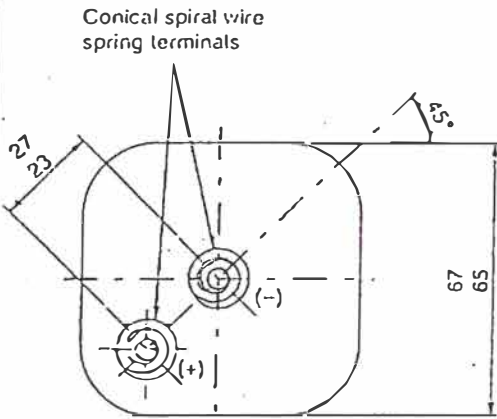
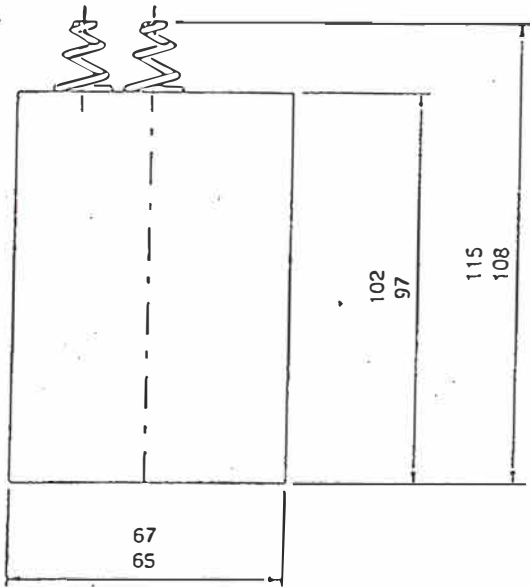
For general information, see IEC 60086-1.

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Discharge conditions			MAD ^a	Applications
			R kΩ	Daily period	EV V		
E	2EP3863	6	3,3	24 h	3	650 h	Service output test

^a Standard conditions.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 6 BATTERIES



IEC 239-2:2000

Designation	OCV Max. V
4R25X	6,900
4LR25X	6,60

Dimensions in millimetres.

Terminals: spiral springs having at least three complete windings compressible to within 3 mm of the flat surface of the box.

This battery has rounded or bevelled corners and must pass freely through a gauge having a diameter of 82,6 mm.

For general information, see IEC 60086-1.

Electro-chemical system	Designation	V _n V	Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			R Ω	Daily period	EV V		
See note 1	4R25X	6,0	8,2	30 min	3,6	350 min	Portable lighting 1
			9,1	^b	3,6	270 min	Portable lighting 2
			110	12 h	3,6	155 h	Road warning lamps
L (see note 2)	4LR25X	6,0	8,2	30 min	3,6	900 min	Portable lighting 1
			9,1	^b	3,6	1 020 min	Portable lighting 2
			110	12 h	3,6	310 h	Road warning lamps

NOTE 1 Delayed discharge performance after 12 months is 80 % of MAD.

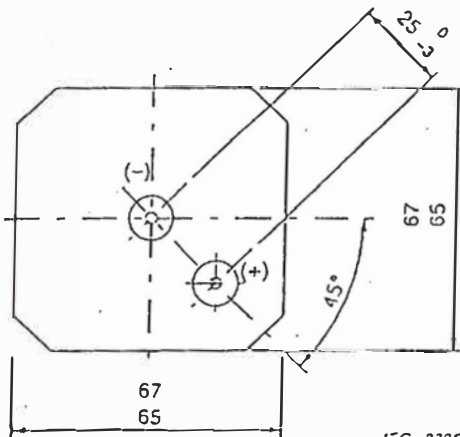
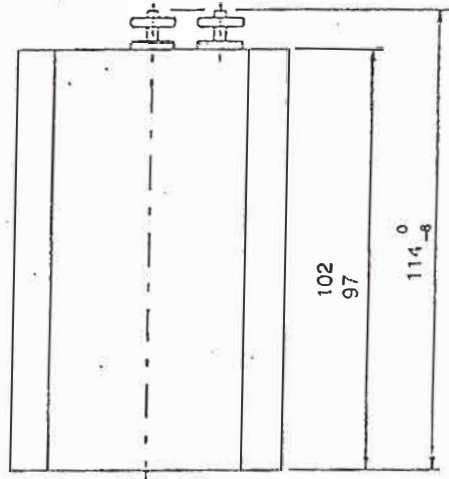
NOTE 2 Delayed discharge performance after 12 months is 90 % of MAD.

^a Standard conditions.

^b 30 min beginning at hourly intervals for 8 h per day.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 6 BATTERIES



IEC 2395/2000

Designation	OCV Max. V
4R25Y	6,900

Dimensions in millimetres.
 Terminals: screw terminals (insulated or metallic nuts).
 for terminal details, see 4.1.3.4 of IEC 60086-1.
 The maximum terminal stud diameter is 3,5.
 This battery has bevelled or rounded corners and must pass freely through a gauge having a diameter of 82,6 mm.
 For general information, see IEC 60086-1.

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Discharge conditions.			MAD ^a (initial)	Applications
			R Ω	Daily period	EV V		
See note	4R25Y	6,0	8,2	30 min	3,6	350 min	Portable lighting 1
			9,1	^b	3,6	270 min	Portable lighting 2
			110	12 h	3,6	155 h	Road warning lamps

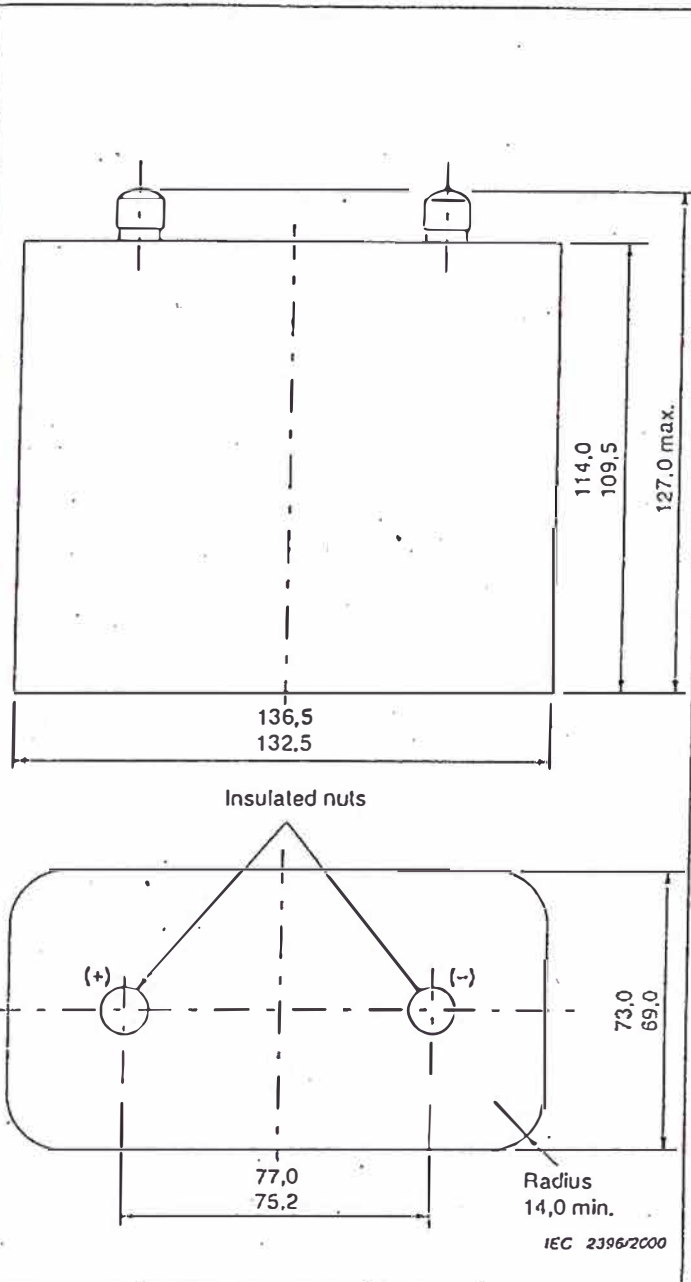
NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 80 % of MAD.

^a Standard conditions.

^b 30 min beginning at hourly intervals for 8 h per day.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 6 BATTERIES



Designation	OCV Max. V
4R25-2	6,900
4LR25-2	6,60

Dimensions in millimetres.
 Terminals: screw terminals (insulated nuts).
 for terminal details, see 4.1.3.4 of IEC 60086-1.
 Maximum terminal stud diameter = 4,2.
 Minimum diameter of bearing surface of terminal = 6,3.
 For general information, see IEC.60086-1.

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			R Ω	Daily period	EV V		
See note 1	4R25-2	6,0	8,2	30 min	3,6	900 min	Portable lighting 1
			9,1	^b	3,6	696 min	Portable lighting 2
			110	12 h	3,6	200 h	Road warning lamps
L (see note 2)	4LR25-2	6,0	8,2	30 min	3,6	1 800 min	Portable lighting 1
			9,1	^b	3,6	2 040 min	Portable lighting 2
			110	12 h	3,6	620 h	Road warning lamps

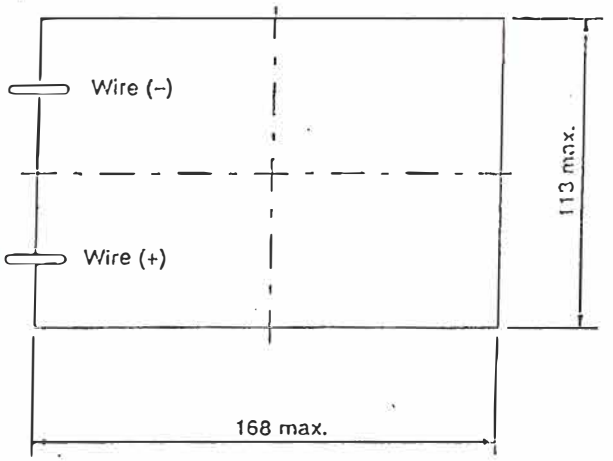
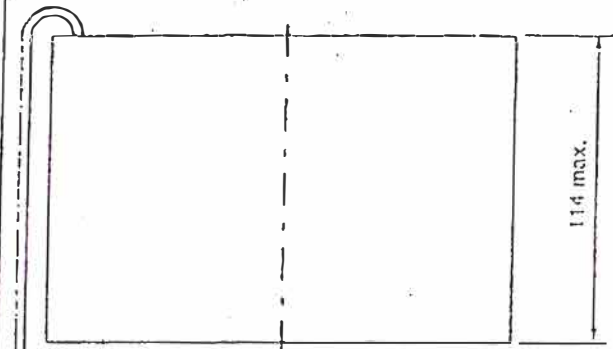
NOTE 1 Delayed discharge performance after 12 months is 80 % of MAD.

NOTE 2 Delayed discharge performance after 12 months is 90 % of MAD.

Standard conditions.
 30 min beginning at hourly intervals for 8 h per day.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 6 BATTERIES



IEC 2337/2000

Designation	OCV Max. V
6AS4	9,30

Dimensions in millimetres.
 Terminals: wire.
 for terminal details, see 4.1.3.9 of IEC 60086-1.
 Minimum free length of connecting wires = 200 mm.
 For general information, see IEC 60086-1.

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			R Ω	Daily period	EV V		
A (see note)	6AS4 ^b	8,4	300	24 h	5,4	80 days	Electric fence controllers

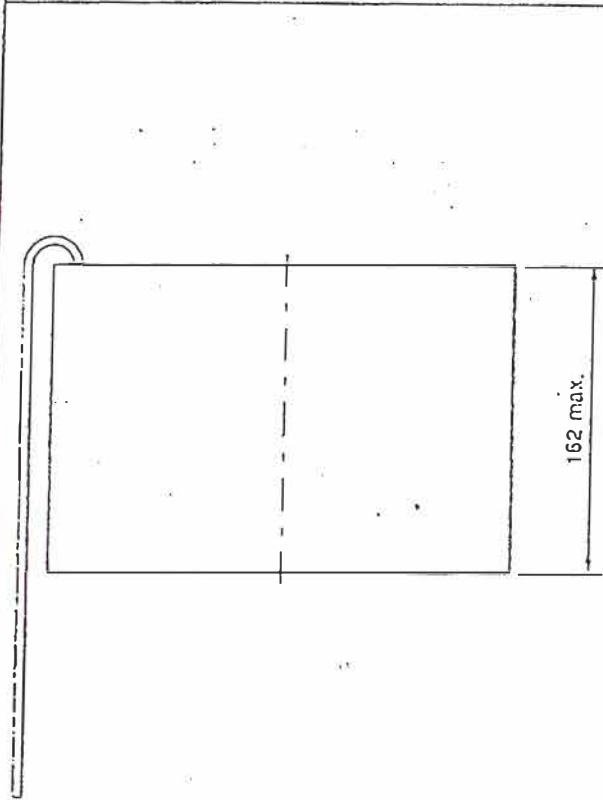
NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 80 % of MAD.

^a Standard conditions.

^b Equipment designers' attention is drawn to the importance of ensuring that air access is not impeded for "A" system batteries.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 6 BATTERIES



IEC 2398/2001

Designation	OCV Max. V
6AS6	9,30

Dimensions in millimetres.

Terminals: wire.

for terminal details, see 4.1.3.9 of IEC 60086-1.

Free length of connecting wires is approximately 200 mm.

The wire ends may be fitted with special terminals.

For general information, see IEC 60086-1.

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Discharge conditions			MAD. ^a (initial)	Applications
			R Ω	Daily period	EV V		
A (see note)	6AS6 ^b	8,4	300	24 h	5,4	120 days	Electric fence controllers

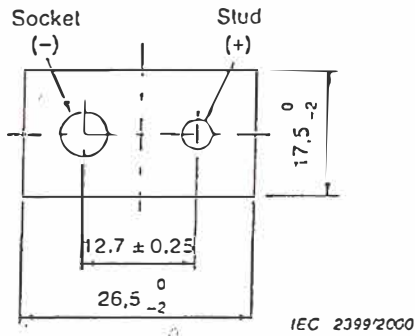
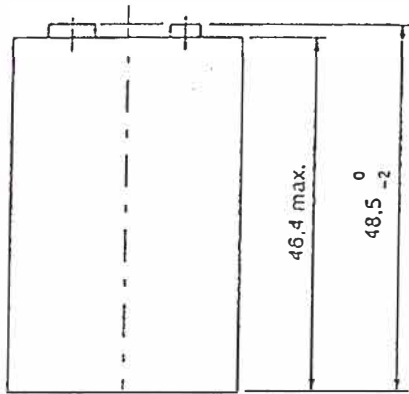
NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 80 % of MAD.

^a Standard conditions.

^b Equipment designers' attention is drawn to the importance of ensuring that air access is not impeded for "A" system batteries.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CATEGORY 6 BATTERIES



Designation	OCV Max. V
6F22	10,350
6LR61	9,90

Dimensions in millimetres.

Terminals: miniature snap fasteners.

for terminal details, see 4.1.3.8 of IEC 60086-1.

For general information, see IEC 60086-1.

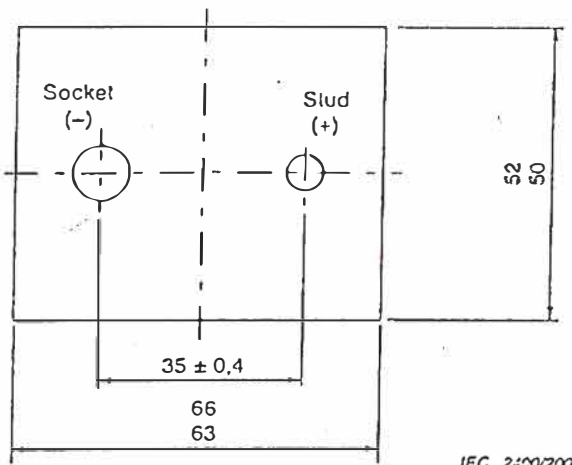
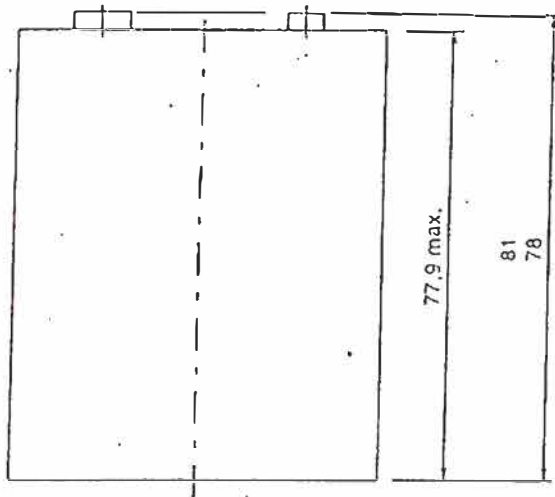
Electro chemical system	Designation	V _n V	Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			R Ω	Daily period	EV V		
See note 1	6F22	9,0	620	2 h	5,4	24 h	Transistor radios
			180	30 min	4,8	340 min	Pocket calculators
			270	1 h	5,4	7 h	Toys
L (see note 2)	6LR61	9,0	620	2 h	5,4	33 h	Transistor radios
			180	30 min	4,8	575 min	Pocket calculators
			270	1 h	5,4	12 h	Toys

NOTE 1 Delayed discharge performance after 12 months is 80 % of MAD.

NOTE 2 Delayed discharge performance after 12 months is 90 % of MAD.

^a Standard conditions.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS



IEC 2:50/2000

Designation	OCV Max. V
6F100	10,350

Dimensions in millimetres.

Terminals: standard snap fasteners.

for terminal details, see 4.1.3.8 of IEC 60086-1.

For general information, see IEC 60086-1.

Electro-chemical system	Designation	Vn V	Discharge conditions			MAD ^a (initial)	Applications
			R Ω	Daily period	EV V		
See note	6F100	9,0	240	4 h	5,4	126 h	Transistor radios

NOTE Delayed discharge performance after 12 months is 80 % of MAD.

^a Standard conditions.

Annex A (informative)

Tabulation of batteries by application

Each of the following tables lists all the batteries for which there is a discharge test given in this specification for that application.

Within each table the batteries are listed in ascending order of nominal voltage and, within each nominal voltage, in ascending order of volume.

Table A.1 – Road warning lamps

Designation	Nominal voltage V
4R25X	6,0
4LR25X	6,0
4R25Y	6,0
4R25-2	6,0
4LR25-2	6,0

Table A.2 – Industrial equipment

Designation	Nominal voltage V
S4	1,5
R40	1,5

Table A.3 – Electric fence controllers

Designation	Nominal voltage V
R40	1,5
5AR40	7,0
6AS4	8,4
6AS6	8,4

Table A.4 – Transistor radios

Designation	Nominal voltage V
R03	1,5
LR03	1,5
R6C	1,5
R6P	1,5
R6S	1,5
LR6	1,5
R14C	1,5
R14P	1,5
R14S	1,5
LR14	1,5
R20C	1,5
R20P	1,5
R20S	1,5
LR20	1,5
3R12C	4,5
3R12P	4,5
3R12S	4,5
3LR12	4,5
6F22	9,0
6LR61	9,0
6F100	9,0

Table A.5 – Electronic equipment

Designation	Nominal voltage V
4LR61	6,0

Table A.6 – Paging test

Designation	Nominal voltage V
LR1	1,5

Table A.7 – Hearing aids

Designation	Nominal voltage V
R1	1,5
LR1	1,5
PR41	1,4
PR44	1,4
PR48	1,4
PR70	1,4
SR48	1,55

Table A.8 – Photo test

Designation	Nominal voltage V
CR17345	3,0
BR-P2	6,0
CR-P2	6,0
2CR5	6,0

Table A.9 – Portable lighting

Designation	Nominal voltage V
LR8D425	1,5
R1	1,5
LR1	1,5
R03	1,5
LR03	1,5
R14C	1,5
R14P	1,5
R14S	1,5
LR14	1,5
R20C	1,5
R20P	1,5
R20S	1,5
LR20	1,5
2R10	3,0
3R12C	4,5
3R12P	4,5
3R12S	4,5
3LR12	4,5
4R25X	6,0
4LR25X	6,0
4R25Y	6,0
4R25-2	6,0
4LR25-2	6,0

Table A.10 – Pocket calculators

Designation	Nominal voltage V
6F22	9,0
6LR61	9,0

Table A.11 – Toys (motor)

Designation	Nominal voltage V
R6C	1,5
R6P	1,5
LR6	1,5
R14C	1,5
R14P	1,5
R14S	1,5
LR14	1,5
R20C	1,5
R20P	1,5
R20S	1,5
LR20	1,5
6F22	9,0
6LR61	9,0

Table A.12 – Accelerated application test for automatic camera

Designation	Nominal voltage V
SR44	1,55
4SR44	6,2

Table A.13 – Tape recorders (personal cassette player)

Designation	Nominal voltage V
R03	1,5
LR03	1,5
R6C	1,5
R6P	1,5
LR6	1,5
R14C	1,5
R14P	1,5
R14S	1,5
LR14	1,5
R20C	1,5
R20P	1,5
R20S	1,5
LR20	1,5

Annex B (informative)

Cross-reference index

Batteries having the same physical dimensions may belong to a different electrochemical system.

In order to allow physically interchangeable batteries from different electrochemical systems to be compared in terms of electrical performance, a cross-reference is given below.

Batteries are ranked per category and in each category by chemistry and by shape/size.

Batteries are always ranked by voltage and in each voltage by volume.

Category 1 batteries Round batteries according to figures 1a and 1b	
Ranking by electrochemical system	Ranking by shape/volume
R1, R03, R6C, R6P, R6S, R14C, R14P, R14S, R20C, R20P, R20S, 2R10 LR8D425, LR1, LR03, LR6, LR14, LR20 CR12A604	LR8D425 R1, LR1 R03, LR03 R6C, R6P, R6S, LR6 R14C, R14P, R14S, LR14 R20C, R20P, R20S, LR20 CR12A604 2R10

Category 2 batteries Round batteries	
Ranking by electrochemical system	Ranking by shape/volume
CR14250, CR17345, CR17450 BR17335, BR17345	CR14250 BR17335 CR17345, BR17345 CR17450

Category 3 batteries Round batteries according to figures 2 and 3	
Ranking by electrochemical system	Ranking by shape/volume
LR9, LR53 CR11108	CR11108 (figure 2) LR9 (figure 3) LR53 (figure 3)

Category 4 batteries	
Round batteries according to figure 4	
Ranking by electrochemical system	Ranking by shape/volume
PR70, PR41, PR48, PR43, PR44	SR62
	SR63
LR41, LR55, LR54, LR43, LR44	SR65
	SR64
SR62, SR63, SR65, SR64, SR60, SR67, SR66, SR58,	SR60
SR68, SR59, SR69, SR41, SR57, SR55, SR48, SR56,	SR67
SR54, SR42, SR43, SR44	SR66
	PR70
CR1025, CR1216, CR1220, CR1616, CR2012,	SR58
CR1620, CR2016, CR2025, CR2320, CR2032,	SR68
CR2330, CR2430, CR2354, CR3032, CR2450	SR59
	SR59
BR1225, BR2016, BR2020, BR2320, BR2325, BR3032	PR41, LR41, SR41
	SR57
	CR1025
	CR1216
	LR55, SR55
	CR1220
	PR48, SR48
	SR56
	BR1225
	CR1616
	LR54, SR54
	CR2012
	SR42
	CR1620
	PR43, LR43, SR43
	CR2016, BR2016
	PR44, LR44, SR44
	BR2020
	CR2025
	CR2320, BR2320
	CR2032
	BR2325
	CR2330
	CR2430
	CR2354
	CR3032, BR3032
	CR2450

Category 5 batteries	
Other round batteries – Miscellaneous	
Ranking by electrochemical system	Ranking by shape/volume
R40 4LR44 2CR13252 4SR44 5AR40	4LR44, 2CR13252, 4SR44 R40 5AR40

Category 6 batteries	
Non-round batteries – Miscellaneous	
Ranking by electrochemical system	Ranking by shape/volume
S4, R12C, R12P, R12S, 4R25X, 4R25Y, 4R25-2, 6F22 6F100 3LR12, 4LR61, 4LR25X, 4LR25-2, 6LR61 6AS4, 6AS6 CR-P2, 2CR5 BR-P2 2EP3863	4LR61 6F22, 6LR61 CR-P2, BR-P2 2CR5 2EP3863 3R12C, 3R12P, 3R12S, 3LR12 6F100 S4 4R25X, 4LR25X 4R25Y 4R25-2, 4LR25-2 6AS4 6AS6

Annex C (informative)

Index

This index provides for the relation between a particular battery and its physical dimensions and application/service output test requirements.

In this index the batteries are ranked by increasing number of the numerical part after the alphabetical part of the designation. In the case where two batteries have the same numerical part, they are ranked alphabetically according to the alphabetical part of the designation. In the case where these two rules still do not allow a clear ranking, further distinction is made by the increasing number of the numerical part before the alphabetical part of the designation.

Table C.1 – Index

Battery	Page	Battery	Page	Battery	Page
LR1	13	R40	27	PR70	21
R1	11	LR41	22	6F100	42
BR-P2	33	PR41	21	LR80425	13
CR-P2	33	SR41	23	CR12A604	15
LR03	14	SR42	24	CR1025	25
R03	11	LR43	22	CR1216	25
6AS4	39	PR43	21	CR1220	25
S4	30	SR43	24	BR1225	26
2CR5	34	LR44	22	CR1616	25
6AS6	40	4LR44	28	CR1620	25
LR6	14	PR44	21	CR2012	25
R6C	11	SR44	24	BR2016	26
R6P	11	4SR44	28	CR2016	25
R6S	11	PR48	21	BR2020	26
LR9	19	SR48	23	CR2025	25
2R10	13	LR53	19	CR2032	25
3LR12	31	LR54	22	BR2320	26
3R12C	31	SR54	24	CR2320	25
3R12P	31	LR55	22	BR2325	26
3R12S	31	SR55	23	CR2330	25
LR14	14	SR56	24	CR2354	25
R14C	12	SR57	23	CR2430	25
R14P	12	SR58	23	CR2450	25
R14S	12	SR59	23	BR3032	26
LR20	14	SR60	23	CR3032	25
R20C	12	4LR61	32	2EP3863	35
R20P	13	6LR61	41	CR11108	19
R20S	13	SR62	23	2CR13252	28
6F22	41	SR63	23	CR14250	17
4LR25X	36	SR64	23	BR17335	17
4LR25-2	38	SR65	23	BR17345	17
4R25X	36	SR66	23	CR17345	17
4R25Y	37	SR67	23	CR17450	17
4R25-2	38	SR68	23		
5AR40	29	SR69	23		