



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA  
FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS DE CARRERA ING. ELECTROMECAÁNICA

*Oscar Felipe Lombardo*

*Diseño de sistema de generación de energía eléctrica a partir de  
bicicletas fijas de Spinning*



***Comisión evaluadora:***

*Ing. Juan Carlos Stecca*

*Ing. Eduardo Garín*

*Ing. Guillermo Murcia*

***Director: Ing. Claudio Oscar Dimenna***

*Mar del Plata, Junio de 2015*



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

### ***DEDICATORIA***

A mi madre, quien me ha apoyado a lo largo de toda mi carrera y se ha sacrificado para que yo pueda llegar hasta acá y lo seguirá haciendo eternamente y a la memoria de mi padre que fue quien me impulso a seguir esta carrera y siempre le estaré agradecido.

A mis hermanas, por estar siempre y empujarme a seguir adelante.

A mis amigos que, entre muchas cosas, han sido mi apoyo en estos últimos años especialmente.

### ***AGRADECIMIENTOS***

A mi tutor, Claudio Dimenna, que ha sido un gran guía en el desarrollo del presente trabajo y sin cuya ayuda hubiese sido mucho más difícil de llevar a cabo.

A todas las personas que he consultado en el transcurso de este trabajo y me han brindado amablemente su ayuda, opinión y recomendaciones.

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, mis docentes a lo largo de la carrera, y a todos los que trabajan en ella, que me han dado la oportunidad de obtener el título de Ingeniero Electromecánico.

A todos ellos, muchas gracias.

### ***RESUMEN***

A lo largo de este trabajo el autor ha desarrollado el diseño de un sistema que permita generar electricidad a partir de una fuente renovable que en este caso es la energía cinética generada por personas durante su práctica de Spinning, actividad aeróbica que se realiza sobre una bicicleta estática en un gimnasio. Dicha energía actualmente no se aprovecha y se disipa en forma de calor.

El objetivo de este proyecto es aprovechar esa energía desperdiciada acumulándola en baterías reemplazando, total o parcialmente, la energía eléctrica de la red. El sistema está formado por elementos que se encuentran disponibles actualmente en el mercado y se explica brevemente el funcionamiento de cada uno de ellos a los efectos de entender el funcionamiento global del sistema.

El autor ha relevado los consumos eléctricos presentes en el establecimiento, que se ha tomado como ejemplo práctico, a fin de poder analizar la demanda actual de energía eléctrica.

Definidos los elementos que componen el sistema y de acuerdo a los precios de mercado, se indagó el costo del mismo y cómo impacta positivamente en la reducción de energía eléctrica de la red y consecuente protección del medio ambiente.

La principal conclusión de este trabajo es que con las condiciones imperantes de mercado, los productos disponibles actualmente y las dificultades para importar productos de otros países, el proyecto no es rentable actualmente para una empresa. Sin embargo, la idea apunta a ser aplicada como estrategia de Responsabilidad Social Empresarial que refleje un fuerte compromiso con el medio ambiente y la sociedad.

## **INTRODUCCION**

La actual crisis energética que sufre actualmente nuestro país y el mundo fue la principal fuente de motivación del presente trabajo. El sistema eléctrico nacional está al borde del colapso y la demanda de energía eléctrica aumenta año tras año, por este motivo es necesario tomar conciencia de la importancia del desarrollo de las energías alternativas.

La nueva conciencia global en cuestiones de medio ambiente en general, y en particular en cuanto a la necesidad de potenciar, a todos los niveles, el uso de energías limpias o renovables, hacen prever importantes cambios tecnológicos para las primeras décadas del milenio.

Con el ánimo de contribuir a la sensibilización de la comunidad por el cuidado del medio ambiente, y la correcta utilización de los recursos energéticos disponibles, el presente trabajo busca la implementación de sistemas de generación de energía más limpia.

Se contempla el diseño de una aplicación energética sostenible, con el propósito de reducir el consumo de energía eléctrica de la red pública; lo cual se logrará, principalmente, a partir de la generación de energía eléctrica en sitio y de un diseño arquitectónico con enfoque bioclimático.

Una aplicación energética sostenible es aquel sistema que permite satisfacer necesidades (confort visual, confort térmico, uso de equipo electrónico, etc.) al interior de una edificación sin consumir energía (p.e. arquitectura bioclimática) o generándola en sitio (p.e. fuentes de energía renovables).

En este informe se presenta el diseño de una aplicación energética basada en el aprovechamiento de la energía cinética desarrollada en un gimnasio en una clase de spinning. Generalmente, esta energía es transformada y desperdiciada en forma de calor, resultante de la fricción entre la transmisión, el volante y el freno de estas unidades.

## ***INTRODUCCIÓN AL PROYECTO Y PLANTEAMIENTO DE LA NECESIDAD***

### ***DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD***

- El presente trabajo nace a partir de la detección de tres necesidades principales:
- Disminuir los costos de la energía eléctrica
- Reducir el impacto ambiental de generación de energía eléctrica
- Aprovechar la energía disipada en forma de calor generada en las clases de Spinning

Estas necesidades son comunes a todos los gimnasios en todo el país. Algunos gimnasios limitan el uso de ciertos equipamientos como las cintas para correr en un intento desesperado de reducir los costos. Medidas como ésta molestan y perjudican a los usuarios y no resultan efectivas en el largo plazo.

### ***OBJETIVO Y METODOLOGÍA DE TRABAJO***

El presente trabajo tiene como objetivo general determinar si es factible técnicamente el aprovechamiento de la energía cinética generada durante una actividad física como es el indoor cycling, para transformarla en energía eléctrica con elementos disponibles actualmente en el mercado, a un precio que resulte accesible para el inversor. De esta manera, se genera energía “limpia”, se logra reducir la dependencia de la red eléctrica, y se disminuyen los costos operativos. El proyecto aquí desarrollado no apunta a obtener un beneficio económico, ya que las energías renovables se encuentran aún en etapa de desarrollo, sino que pretende ofrecerse como herramienta de Responsabilidad Social Empresarial para la empresa que decida aplicarlo.

### ***CRISIS DE LAS ENERGÍAS NO RENOVABLES***

La crisis energética en Argentina se agrava cada año. El país evidencia una clara falta de inversión en infraestructura energética que se manifiesta cada verano con los cortes de luz, los cuales deberían ser considerados inadmisibles en un país industrializado donde más del 90% del PBI corresponde a la industria y las empresas de servicios. A esto se le suma cada invierno, desde 2004, las restricciones al suministro de gas a las industrias y a las estaciones de servicio que expenden gas natural comprimido (GNC) bajo el argumento de “priorizar el consumo domiciliario”. La situación planteada en Buenos Aires y toda la zona central del país en los últimos días del 2013 es suficientemente ilustrativa acerca del estado actual de la provisión de energía en la Argentina, y no es objeto de este estudio indagar en sus causas complejas y profundas.

El gas natural, principal insumo energético de la Argentina, fue la gran preocupación de los asesores oficiales. Según datos de la Secretaría de Energía, en un contexto de crecimiento a tasas chinas, fuerte suba de la demanda industrial y residencial, la producción de gas cayó un 15,6% desde 2003 hasta 2012, mientras que en Tierra del

Fuego, una de las principales provincias proveedoras de gas del país, la producción disminuyó un 80% en 10 años. Como consecuencia de este déficit de producción, hoy se importa el 25% de la demanda de gas de la Argentina, según informes privados. Esta situación es todavía más preocupante si se considera que el 50% de la energía eléctrica generada en el país se produce en centrales térmicas (las cuales utilizan gas para la generación de energía eléctrica). En 2012 se gastaron US\$ 11.000 millones para cubrir el déficit energético. De esta manera el gasto público de ese año en combustibles equivaldría a inversiones por unas cinco presas como las del complejo hidroeléctrico Kirchner-Cepernic proyectado para la provincia de Santa Cruz, que en conjunto aportarían más de 4.300 [MW] ó 19,7% de la generación actual y estarían finalizadas en 66 meses.

### ***ENERGÍAS RENOVABLES: ACTUALIDAD Y FUTURO EN LA ARGENTINA***

La producción de energías renovables en Argentina es incipiente; si bien hay desarrollos tecnológicos importantes, no hay políticas de uso de energías alternativas. Así lo analiza un experto en energías renovables y afirma que la crítica situación energética actual requiere de acciones urgentes y políticas innovadoras que tengan en cuenta opciones que permitan modificar el escenario presente. “Podríamos tener uno de los campos eólicos más importantes del mundo” sostiene.



El docente Jorge Follari (profesor asociado de la tecnicatura en Energías Renovables de la Universidad de San Luis) analizó las condiciones energéticas actuales que obligan al país a gastar millones de dólares en importación de gas, naftas, gasoil y electricidad. “Argentina bajó a la mitad sus reservas de gas en los últimos ocho años. La producción nacional de energías convencionales declina y el consumo interno es creciente. El país gastó en el año 2010, 4.700 millones de dólares en la compra de estos recursos energéticos, cifra que en 2011 aumentó a US\$ 10.400 millones. Esto es grave y no se revierte rápidamente. Por ello las energías renovables son una alternativa viable que debe tenerse en cuenta”, señaló a Argentina Investiga el investigador.

La oferta no alcanza a la demanda creciente y para ello es necesario establecer políticas energéticas que reviertan la situación. “Por ejemplo, la Unión Europea planteó que para 2020 deberán alcanzar un 20% de ahorro energético y que el uso de energías renovables debe llegar al 20%”, detalló Follari y agregó ejemplos de otros países como China: “Este país oriental produce más de 40 millones de metros cuadrados de colectores térmicos solares por año y construye numerosas granjas eólicas. Por otro lado, Brasil, líder en América Latina, produce 1 millón de metros cuadrados de colectores solares térmicos y 47% de su parque automotor funciona con biocombustible realizado con alcohol de caña”.

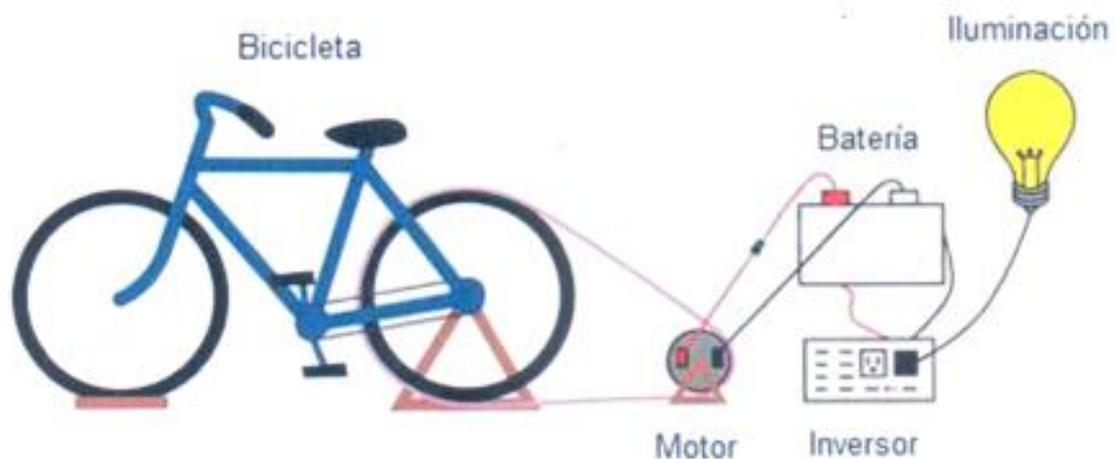
Entre las acciones que el especialista aconseja deberían llevarse a cabo, se cuenta una política agresiva de exploración y explotación de petróleo y gas, en la parte convencional, y por otro lado, la construcción de viviendas que ahorren energía y usen calefones solares para el agua caliente, a fin de disminuir la demanda de gas importado.

Acerca de la disponibilidad de energías renovables en el país, el investigador explicó que “el campo eléctrico argentino es algo mayor a 20.000 megavatios. En Santa Cruz, por ejemplo, en un espacio de 100 x 100 km se puede generar esa potencia con energía eólica. En la Puna, en un terreno de 15 x 15 km se produciría esa potencia con energía solar en sus dos variantes, fotovoltaica o concentración térmica, y en San Luis se obtiene en una superficie de 18 x 18 km. Podríamos tener uno de los campos eólicos más importantes del mundo ya que es una provincia con un alto potencial de energía eólica. Tenemos mediciones muy positivas en la zona de La Punta, Retama, el área Norte de El Morro y el Filo de las Sierras de los Comechingones. Además, en la provincia, se han instalado cientos de paneles solares en hogares rurales y alejados de las ciudades”, afirma.

Desde hace algunos años, las empresas automotrices desarrollan automóviles eléctricos. Muchos de ellos tienen fuerte impacto en las grandes ciudades, porque son pequeños, tienen una autonomía de entre 60 y 90 km y pueden cargarse en el hogar. El docente del departamento de Física de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales y de la Tecnicatura en Energías Renovables indicó al respecto que “todo hace pensar que el transporte eléctrico aumentará la demanda en los próximos años. En un futuro cercano habrá un gran desarrollo de energías renovables como la eólica, la biomasa, la solar térmica (concentradores que generan vapor) y la fotovoltaica, que ya es competitiva. El transporte se irá volcando al uso de la energía eléctrica y lo mismo ocurrirá con las industrias”.

# CAPITULO I

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA



El aprovechamiento de energía se dará al convertir la energía cinética en energía eléctrica, a partir de un generador de corriente continua.

Este tipo de generador puede operar para un amplio margen de velocidades, tal como es el régimen de uso de una bicicleta estática; y se puede instalar de forma no invasiva, evitando la pérdida de la garantía de la bicicleta estática.

En cada bicicleta se sujetará mecánicamente un generador por medio de una estructura de soporte; tal combinación se denomina acople.

El diseño del sistema de generación consiste en el siguiente sistema (Fig. I. 1) donde se identifican las etapas de generación y de gestión de energía.

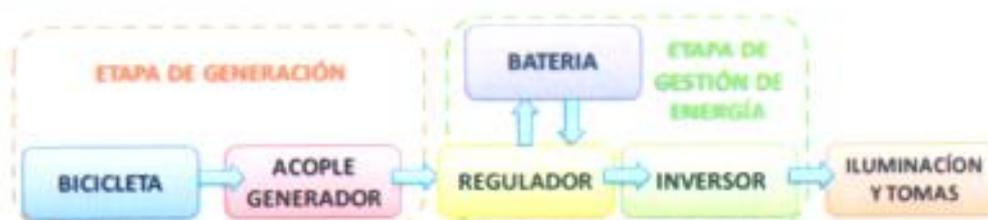


Fig. I. 1

La totalidad de las bicicletas funcionan de forma independiente, dado que no es posible una conexión en paralelo de los generadores, debido a la variabilidad en la velocidad de

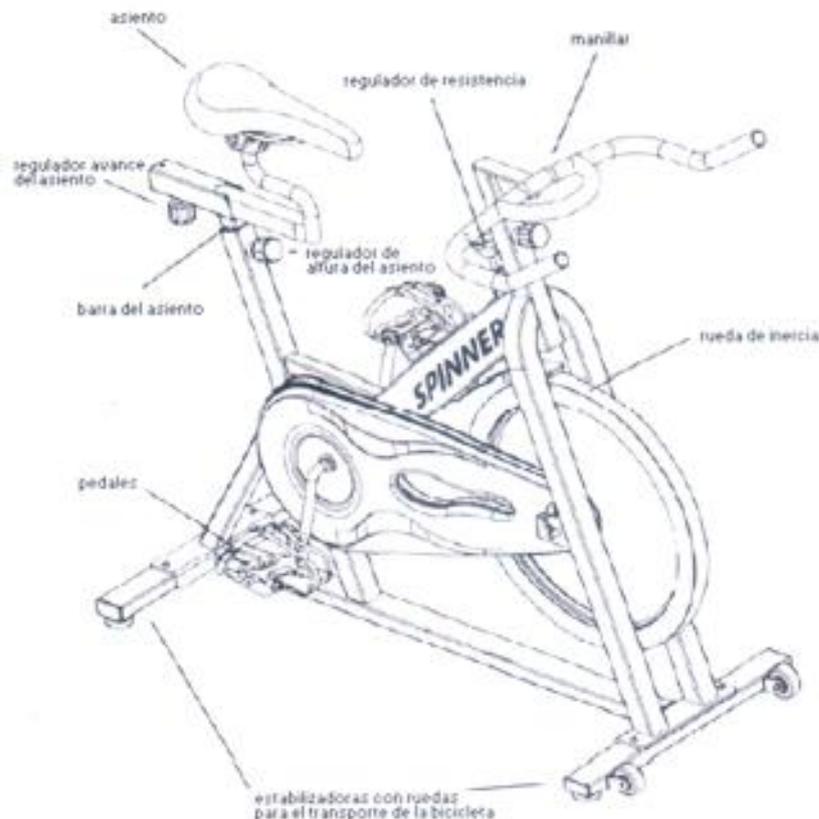
pedaleo que tendrá cada persona; y en consecuencia, en la tensión de bornes del generador.

El sistema tendrá como objeto alimentar cargas específicas (iluminación y tomacorrientes), a partir de la energía generada por las bicicletas de spinning y almacenada en las baterías.

### ***1.1. Generalidades de la generación eléctrica a partir de bicicletas estáticas***

El acondicionamiento físico a partir de bicicletas estáticas permite un mejoramiento en el metabolismo, en el sistema cardiovascular y respiratorio, una quema significativa de calorías y aumenta la tonicidad y la masa muscular de caderas, glúteos, piernas, pantorrillas y abdomen; además, de un beneficio emocional (reduce el estrés).

La siguiente figura (Fig. 1. 2) muestra las partes de una unidad.



*Fig. 1. 2*

### ***1.11. Mecánica del sistema de generación***

El funcionamiento mecánico de la bicicleta requiere un simple impulso de un par de pedales con las piernas (parte del cuerpo humano que tiene mayor potencia muscular).

Este esfuerzo puede ajustarse a partir de un sistema de fricción manual, denominado regulador de resistencia.

Poseen una rueda de inercia o volante de varios kilogramos, a fin de facilitar el pedaleo, y que para efectos del sistema a diseñarse, es la parte de contacto a partir de la cual se transmitirá la energía de la bicicleta al generador de corriente continua.

### ***1.III. Cómo calcular la fuerza de pedaleo***

Un medidor de potencia puede proporcionar una medida extremadamente precisa para calcular la intensidad del entrenamiento, pero también es un aparato extremadamente caro.

### ***1.IV. Estimación de potencia de pedaleo***

Al consultar con profesores de Spinning, se pudo determinar que la velocidad de pedaleo de una persona oscila entre 50 y 120 rpm con un promedio de 80 rpm.

Una clase de Spinning dura 55 minutos, durante la cual una persona “quema” entre 500 y 1.000 calorías en 55 minutos de ejercicio. Pero no toda esta energía se transforma en energía mecánica. Por ello es necesario saber qué potencia mecánica puede entregar una persona durante una clase.

Prácticamente cualquier persona adulta puede entregar 100 [W] de manera continua, mientras que un ciclista profesional puede entregar hasta 450 [W] durante una hora. Una persona adulta saludable puede entregar, de manera continua durante una hora, una potencia de 300 a 400 [W] [1]. A los fines del diseño se tomará para en el análisis este último rango de potencia promedio.

La siguiente figura (Fig. I. 3) ilustra la dinámica de pedaleo de un tripulante.



*Fig. I. 3*

El par generado por la fuerza ejercida en el pedaleo está dado por:

$$T = F \times d \quad (1)$$

La fuerza promedio que pueden aplicar los adultos, sin distinción de sexo es de 294,3 N<sup>1</sup>; por lo tanto, de acuerdo a la ecuación (1), el par sería:

$$T = F \times d$$

$$T = 294,3 \text{ N} \times 0,2 \text{ m}$$

$$T = 58,86 \text{ N}\cdot\text{m}$$

De acuerdo con la ecuación (2), si se logra una velocidad angular de una rps o  $2\pi$  rad/seg, la potencia alcanzada sería: 0,5 HP

$$P_m = T \times \omega \quad (2)$$

$$P_m = 58,86 \text{ N}\cdot\text{m} \times 2\pi \text{ rad/seg}$$

$$P_m = 370 \text{ W}$$

Al considerar un total de 16 unidades, esto representaría 5.92 kW de potencia mecánica, y para una eficiencia del sistema eléctrico aproximada de 75% (considerando disminución en el rendimiento principalmente por el tipo de acople bicicleta-alternador seleccionado, como se verá más adelante), la potencia eléctrica generada por bicicleta ascendería a:  $370\text{W} \cdot 0,75 = 277,5\text{W}$ , y un total generado de 4.44 kW.

#### ***1.V. Comportamiento tipo tripulante-generator***

Para determinar el comportamiento de la variable potencia eléctrica generada en función de la velocidad desarrollada por un tripulante, se deben conocer:

- La curva de potencia - velocidad característica del generador.
- La relación entre las velocidades del eje del generador y la velocidad del volante.

La curva potencia - velocidad se obtiene a partir de la ficha técnica del generador; mientras, la relación entre las velocidades exige el conocimiento de los diámetros de las

---

[1] "Generador eléctrico accionado por fuerza humana: una nueva alternativa de generación de energía" por Arturo Osorio

partes involucradas; asimismo, el comportamiento de la velocidad de pedaleo del tripulante, razón por la cual, se realizó una prueba de campo para determinarlo.

De acuerdo a los valores relevados de una clase típica de Spinning tenemos los siguientes datos:

Intensidad (1 a 10)	Tiempo (minutos)	Cadencia (rpm)
3- Pedaleo suave	5	90
4	5	90
5	6	80
6	2	100
4	3	110
6	2	100
4- Pedaleo suave	5	90
8- En pie. Con fuerza	1	70
4- Pedaleo suave	5	100
6	8	90
7- Sentado. Con fuerza	2	80
4	4	110
3- Vuelta a la calma	5	90

Tabla 1.1

### ***1.VI. Bicicleta de spinning considerada***

Las bicicletas utilizadas en el gimnasio considerado son marca Reebok modelo B4.5s.



Fig. 1.4

De acuerdo al despiece de la misma tenemos:

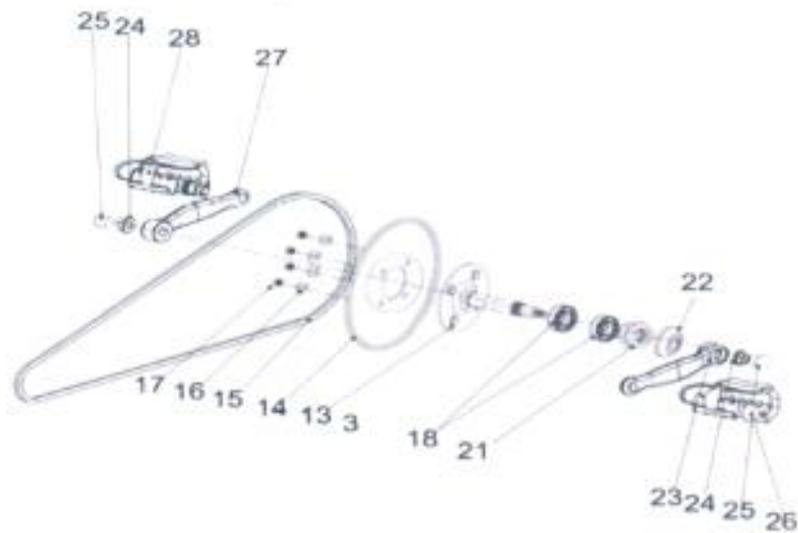


Fig. I. 5

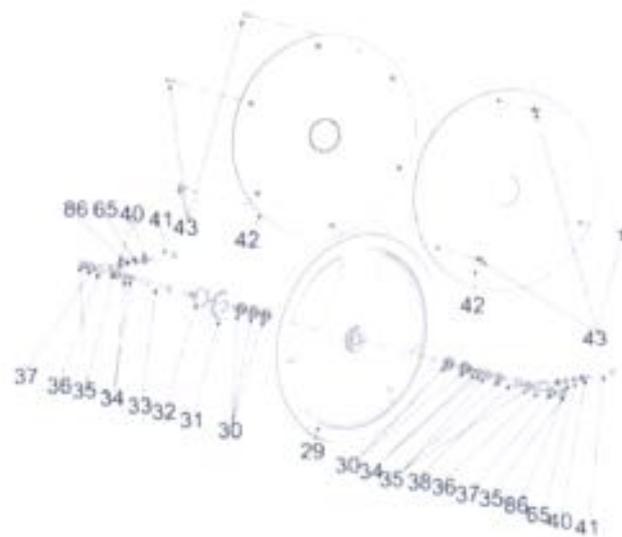


Fig. I. 6

Para realizar los cálculos necesitamos el diámetro de la polea solidaria a los pedales (número 14 en el despiece, Fig. I. 5), el diámetro de la polea solidaria a la rueda volante (número 31 en el despiece, Fig. I. 6) y el diámetro de la rueda volante (número 29 en el despiece, Fig. I. 6).

Por lo tanto:

Diámetro polea (14):  $\Phi_1 = 210 \text{ mm}$

Diámetro polea (31):  $\Phi_2 = 71$  mm

Diámetro rueda volante (29):  $\Phi_3 = 450$  mm

Para determinar las rpm ( $\omega_2$ ) a la que gira el volante tenemos:

$\omega_1$ ,  $\omega_2$  y  $\omega_3$ : velocidades de la polea 14, polea 31 y de la rueda volante respectiva 29.

Entonces:

$$\omega_1 \cdot \Phi_1 = \omega_2 \cdot \Phi_2 \text{ y } \omega_2 = \omega_3$$

$$\omega_3 = (\omega_1 \cdot \Phi_1) / \Phi_2$$

Reemplazando las velocidades de giro de los pedales de acuerdo a la Tabla 1, obtenemos la velocidad de giro de la rueda volante para cada periodo de tiempo:

Tiempo (minutos)	Cadencia de pedaleo (rpm)	Velocidad rueda volante (rpm)
5	90	266,20
5	90	266,20
6	80	236,62
2	100	295,77
3	110	325,35
2	100	295,77
5	90	266,20
1	70	207,04
5	100	295,77
8	90	266,20
2	80	236,62
4	110	325,35
5	90	266,20

Tabla 1.2

Si calculamos el promedio ponderado tenemos:

Tiempo (minutos)	Cadencia de pedaleo (rpm)	Velocidad rueda volante (rpm)	Promedio ponderado
5	90	266,20	25,11
5	90	266,20	25,11
6	80	236,62	26,79
2	100	295,77	11,16
3	110	325,35	18,42
2	100	295,77	11,16
5	90	266,20	25,11
1	70	207,04	3,91
5	100	295,77	27,90
8	90	266,20	40,18
2	80	236,62	8,93
4	110	325,35	24,55
5	90	266,20	25,11
Tiempo total = 53 min			Promedio = 273,45 rpm

Tabla 1.3

### ***I.VII. Características de desempeño del grupo acople-generator***

Las velocidades del eje del generador y del volante de la bicicleta están relacionadas a partir de sus diámetros de la siguiente forma:

$$D \times n_1 = d \times n_2$$

La siguiente figura esboza el proceso de transmisión de velocidad desde el pedal de la bicicleta hasta el eje del generador. La velocidad varía de acuerdo con los diámetros de cada uno de los componentes.



### *I.VIII. Selección de los componentes del sistema*

Una vez descritas las generalidades del sistema de generación, se especifican los aspectos considerados para la selección de sus componentes: acople (generador-sujetador), inversores, reguladores y baterías.

# CAPITULO II

## DEMANDA ENERGÉTICA DEL GIMNASIO

---

A fin de conocer los requerimientos de energía eléctrica del gimnasio, se hizo un relevamiento de los equipos presentes por zona y la demanda de potencia (expresada en Watts) de cada equipo.

A continuación se detallan los equipos que utilizan energía eléctrica de la red.

### *II.1. Equipos eléctricos del gimnasio por zona*

#### **Sala de Spinning**

- 6 Luminarias de tubos fluorescentes dobles
- 2 ventiladores de techo
- 1 equipo de música
- 2 parlantes grandes

#### **Sector de musculación y aeróbico**

- 4 Cintas para correr
- 16 Luminarias de tubos fluorescentes dobles
- 1 Televisor
- 3 Ventiladores de techo
- 4 Ventiladores de pared
- 8 Parlantes chicos
- 1 equipos de aire acondicionado
- 1 Computadora de escritorio

#### **Recepción**

- 1 Computadora de escritorio
- 1 Exhibidora vertical (heladera)
- 2 Luminarias de tubos fluorescentes dobles
- 2 Lámparas dicroicas

#### **Sala de usos múltiples**

- 6 Luminarias de tubos fluorescentes dobles
- 2 Ventiladores de techo

- 4 Parlantes chicos
- 1 equipo de música

**Baños**

- 10 Luminarias de tubos fluorescentes dobles
- 8 Lámparas dicroicas
- 4 extractores de vapor

**II.II. Calculo de la demanda energética**

A continuación se incorporan los siguientes conceptos:

- Coeficiente de utilización: es el porcentaje de horas diarias que funciona cada equipo según la zona.

$$\text{Coeficiente de utilización} = \text{Horas de utilización} / \text{Horas día}$$

- Potencia total: se calculó en cada zona como el producto de la potencia [W] de cada equipo por la cantidad de equipos del mismo tipo.

$$\text{Potencia total [W]} = \text{Potencia [W]} \times \text{Cantidad}$$

- Demanda promedio: se calculó como el producto de la potencia total [W] multiplicada por el coeficiente de utilización:

$$\text{Demanda promedio [W]} = \text{Pot. Total [W]} \times \text{Coef. De utilización}$$

Las cargas que tenemos en el gimnasio son:

ZONA	EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA [W]	COEFICIENTE DE UTILIZACION	DEMANDA PROMEDIO [W]
Sala de Spinning	Luminaria de tubos fluorescentes doble	6	420	0,25	105,00
	Ventilador de techo	2	160	0,25	40,00
	Equipo de música	1	50	0,25	12,50
	Parlantes grandes	2	200	0,25	50,00

<b>Total (sector)</b>			830		207,50
<b>Sector de musculación y aeróbico</b>	Cintas para correr	4	4.400	0,17	748,00
	Luminaria de tubos fluorescentes doble	16	1.120	0,40	448,00
	Televisor	1	90	0,67	60,00
	Ventilador de techo	3	240	0,17	40,01
	Ventilador de pared	4	800	0,17	133,36
	Parlantes chicos	8	160	0,67	106,67
	Aire acondicionado	1	2.000	0,13	250,00
	Computadora de escritorio	1	450	0,67	300,02
<b>Total (sector)</b>			9.260		2.086,06
<b>Recepción</b>	Computadora de escritorio	1	450	0,67	300,02
	Exhibidora vertical	1	250	0,25	62,50
	Luminaria de tubos fluorescentes doble	2	140	0,40	56,00
	Lámparas dicróicas	2	100	0,40	40,00
<b>Total (sector)</b>			940		458,52

Sala de usos múltiples	Luminaria de tubos fluorescentes doble	6	420	0,40	168,00
	Ventilador de techo	2	160	0,17	26,67
	Parlantes chicos	4	80	0,67	53,34
	Equipo de música	1	50	0,67	33,34
<b>Total (sector)</b>			710		281,34
Baños	Luminaria de tubos fluorescentes doble	10	700	0,30	210,00
	Lámparas dicroicas	8	400	0,30	120,00
	Extractores de vapor	4	76	0,30	22,80
<b>Total (sector)</b>			1.176		352,80
<b>Total (gimnasio)</b>			12.916		3.386,22

Tabla II.1

La demanda horaria total calculada es:

$$\text{Demanda horaria total [kW]} = \sum \text{Demanda horaria sectores}$$

$$\text{Demanda horaria total [kW]} = (207.50 \text{ [W]} + 2086.06 \text{ [W]} + 458.52 \text{ [W]} + 281.34 \text{ [W]} + 352.80 \text{ [W]}) / 1000 = 3.38 \text{ [kW]}$$

$$\text{Demanda horaria total [kW]} = 3.38 \text{ [kW]}$$

El gimnasio podría generar como máximo:

$$\text{Generación horaria total máxima [kW]} = 370 \text{ W} \times 0,75 \times 16b = 4.44 \text{ [kW]}$$

Esta generación máxima se daría únicamente si las 16 bicicletas estarían continuamente generando.

La generación máxima total es 4,44 kW, y la demanda máxima 3,38 kW, incluyendo dentro de ésta cargas no esenciales para el funcionamiento del gimnasio como ventiladores de techos, equipos de música, aire acondicionado y extractores de vapor.

A efectos de no sobredimensionar el banco de baterías y la capacidad del regulador – inversor, se resuelve dimensionar los mismos considerando únicamente la iluminación del gimnasio, con lo cual se descartan las cargas no esenciales y que funcionan en forma esporádica, como las mencionadas en el párrafo anterior.

Existe la posibilidad de que se conecten las cargas no tenidas en cuenta, o bien que no se estén utilizando todas las bicicletas, en cuyo caso la demanda será mayor a la generación, con lo cual la tensión del banco de baterías caerá por debajo de la tensión mínima admitida y entrará en servicio el cargador inversor, alimentando baterías y carga, hasta restablecer la tensión del banco de baterías, desconectando la alimentación exterior, repitiéndose el ciclo.

Siempre el consumo energético total del local será menor que en el caso de no contar con este sistema recuperador de energía.

También existe la posibilidad de que si no están funcionando todas las bicicletas, pueden ubicarse físicamente las 16 bicicletas en dos grupos, de manera tal que permita parte de la iluminación, con un sentido lógico de racionalización de consumos.

### ***II.III. Demanda eléctrica de la iluminación***

Partiendo del análisis anterior resulta inviable abastecer eléctricamente a todos los consumos del gimnasio. Por este motivo se realizara el análisis para abastecer la iluminación únicamente.

El consumo de la iluminación es el siguiente:

<b>ZONA</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA [W]</b>	<b>COEFICIENTE DE UTILIZACION</b>	<b>DEMANDA PROMEDIO [W]</b>
<b>Sala de Spinning</b>	Luminaria de tubos fluorescentes doble	6	420	0,25	105,00
<b>Total (sector)</b>			420		105,00

<b>Sector de musculación y aeróbico</b>	Luminaria de tubos fluorescentes doble	16	1.120	0,40	448,00
<b>Total (sector)</b>			1.120		448,00
<b>Recepción</b>	Luminaria de tubos fluorescentes doble	2	140	0,40	56,00
	Lámparas dicroicas	2	100	0,40	40,00
<b>Total (sector)</b>			240		96,00
<b>Sala de usos múltiples</b>	Luminaria de tubos fluorescentes doble	6	420	0,40	168,00
<b>Total (sector)</b>			420		168,00
<b>Baños</b>	Luminaria de tubos fluorescentes doble	10	700	0,30	210,00
	Lámparas dicroicas	8	400	0,30	120,00
<b>Total (sector)</b>			1.100		330,00
<b>Total (gimnasio)</b>			3.300		1.147,00

Tabla II. 2

Como se observa en la tabla anterior, la potencia total de iluminación que consume el gimnasio es de 1147 [W], por lo que se resuelve dimensionar el sistema considerando únicamente la iluminación.

# CAPITULO III

## BANCO DE BATERÍAS

---



El banco de baterías cumple las siguientes funciones:

- Almacenar la energía generada hasta que los puntos de demanda la requieran.
- Permite prescindir de la energía eléctrica de la red durante los horarios pico de demanda.
- Cubrir los picos de demanda de potencia que superen la potencia generada por las bicicletas.
- Entregar una potencia estable y constante (dentro de cierto rango), ya que la potencia generada es fluctuante.

Las baterías de auto no son apropiadas para esta aplicación, ya que las continuas cargas y descargas de las mismas reducen considerablemente su vida útil. Las mismas están diseñadas para entregar altas corrientes en tiempos breves (el arranque de un motor) y la energía es luego restablecida por el alternador. Aun la mejor batería automotriz no soportaría más que unos pocos ciclos.

El voltaje del banco de baterías debe coincidir con la tensión de trabajo de los alternadores, es decir que el banco será de 12 [V].

### ***III.1.1. ¿Para qué sirve una batería?***

Las baterías sirven para almacenar electricidad y suministrar dicha energía eléctrica a un sistema o a un aparato eléctrico (o varios) cuando ellos lo requieran.

### ***III.1.2. Acumuladores alcalinos de níquel-cadmio***

El diseño de las baterías de níquel-cadmio se basa en las celdas de Jungner o elementos abiertos de placas de bolsa, la cual ha sido fabricada desde 1910. El elemento abierto con placas de bolsa sinterizada fue desarrollado durante las décadas del 50 y 60. A partir de la década del 70 fue desarrollada la celda sellada con electrolito sólido.

### ***III.1.3. Fabricación de baterías con placas de bolsa***

Los materiales activos consisten para el electrodo positivo en un compuesto de níquel y cobalto, mezclados con grafito, y para el electrodo negativo un compuesto de cadmio y hierro, a los que se le agregan pequeñas cantidades de níquel y grafito. Los electrodos de placas planas se construyen mediante una cinta delgada de acero que es cortada en tiras del ancho adecuado y luego se las perfora mediante agujas de acero, se pliegan y se introduce entre las cintas el material activo. Las placas se cortan del largo adecuado, se prensan y se colocan en un marco también de acero al que se sueldan para asegurar la resistencia mecánica y eléctrica.

Los grupos de placas positivas y negativas son intercaladas mediante separadores plásticos para formar los elementos. Desde el principio del siglo 20 la chapa de acero ha sido el material standard para vasos de celdas alcalinas de níquel, sin embargo desde hace 20 años se introdujo los vasos de plástico para celdas con placas de bolsa.

Actualmente la mayoría de las celdas medianas y pequeñas son provistas con vasos de poliestireno de alto impacto, polipropileno y polietileno, los vasos cuentan con nervaduras internas para separar las placas, y las tapas exteriores están construidas en polietileno inyectado.

Las celdas grandes están provistas con vasos de acero níquelados, ya que los esfuerzos mecánicos son demasiado severos para ser soportados por los plásticos. La etapa final en la fabricación del acumulador es el llenado de los vasos con el electrolito que consiste en una solución de hidróxido de potasio con una densidad de 1,18 gr/cm<sup>3</sup>, con o sin agregado de hidróxido de litio.

El agregado del hidróxido de litio demostró poseer efectos favorables sobre las placas positivas, que trabajan por ciclos, y especialmente cuando se opera a altas temperaturas. Actualmente se fabrican tres distintos tipos de celdas con placas de bolsa (que se

describirán con posterioridad), de acuerdo al régimen de descarga a que va a ser sometido el acumulador.

#### ***III.I.IV. Principio y reacciones químicas de funcionamiento***

Las reacciones básicas para la carga y descarga de una celda de níquel cadmio se puede resumir diciendo que en el electrodo positivo, un hidróxido de níquel trivalente, reacciona con el agua para formar iones hidróxidos, e hidróxidos bivalentes. En el electrodo negativo el cadmio reacciona con los iones hidroxilos y se forma hidróxido de cadmio. Durante la carga se producen las reacciones opuestas. El electrolito, formado por hidróxido de potasio no interviene en las reacciones químicas.



#### ***III.I.V. Propiedades de las baterías alcalinas con placas de bolsa***

Las propiedades más importantes para todas las baterías secundarias de níquel-cadmio son:

- Desempeño en descarga a distintos regimenes y temperaturas.
- Resistencia interna baja.
- Buena retención de carga.
- Duración y confiabilidad.
- Resistencia a los abusos.
- Buena resistencia mecánica.
- Poco mantenimiento.

En descarga, la capacidad de las baterías de Ni-Cd con placas de bolsa es bastante independiente del régimen de descarga y temperaturas extremas.

Sus propiedades de retención de carga son muy buenas y pueden ser almacenadas con o sin electrolito durante largos periodos de tiempo, en cualquier estado de carga, sin ningún deterioro.

Estos tipos de acumuladores son muy resistentes y pueden soportar golpes y vibraciones. Resisten también ante el maltrato eléctrico como sobrecargas, inversiones de polaridad, y cortocircuitos.

### III.I.VI. Características de la descarga

El régimen de descarga a que va a ser sometido el acumulador es un factor importante en la elección del mismo.

Regímenes altos de descarga dan como resultado una tensión final baja del acumulador, pero es mucho menos pronunciada que en las baterías de plomo ácido. A continuación se muestran las curvas características de descarga típicas para un acumulador de Ni-Cd a corrientes de descarga constantes:

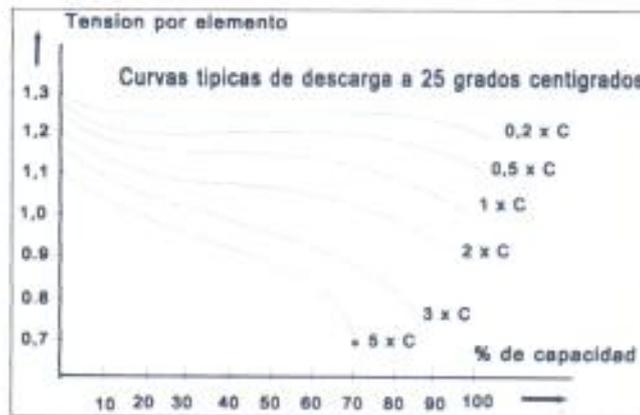


Fig. III. 1

Puede observarse del gráfico anterior (Fig. III. 1) que para un régimen de descarga igual a 5 veces la capacidad nominal en Amper, el elemento puede liberar el 70 % de su carga total, llegándose a una tensión de 9,7 volts.

Las propiedades de descarga de todas las celdas electroquímicas son más o menos influenciadas por la temperatura, sin embargo los elementos de níquel cadmio es uno de los mejores en ese sentido, y muy superior al elemento de plomo ácido. Las celdas de placas de bolsa pueden ser usadas en temperaturas extremas pudiéndose usarse hasta con - 50 grados centígrados.

### III.I.VII. Resistencia interna

La resistencia interna está compuesta por los componentes resistivos del electrolito, separadores, electrodos y terminales. La resistencia interna no se ve muy afectada por el estado de carga del acumulador hasta que sus celdas liberan alrededor de 2/3 de su capacidad. Al disminuir la temperatura, la resistencia aumenta poco y esto es debido exclusivamente a cambios en la resistencia del electrolito.

### III.I.VIII. Características de carga

Las celdas de níquel cadmio pueden ser cargadas de acuerdo a cualquiera de los sistemas tradicionales de carga: corriente constante, tensión constante o una combinación de ambos que constituye un cargador autorregulado.

A temperatura ambiente la gasificación es insignificante hasta que se llega al final de la carga. En este momento, toda la corriente tomada de la fuente de carga es consumida en evolución de gases.

La sobrecarga no resulta perjudicial para las celdas, pero requiere mayor mantenimiento cuando se sobrecarga repetidamente debido a la gasificación.

Durante la carga, la batería está conectada en paralelo a una fuente de corriente continua adecuada y su corriente está limitada de 0,2 a 0,4 x C (capacidad en amp), y la tensión de 1,5 a 1,65 volts. Es frecuente encontrar baterías alcalinas conectadas en paralelo con la carga y el cargador, aquí el cargador se encarga de mantener a la batería a "flote", es decir permanentemente cargada a una tensión que es en general 1,4 volts por celda. Este valor de tensión dará una corriente de carga pequeña y que es suficiente para compensar la autodescarga de la batería.

Se necesita bastante tiempo para recuperar la batería ante una descarga parcial, con lo cual este procedimiento es válido si se prevén descargas poco frecuentes. Si las descargas son más frecuentes o más profundas, debe equiparse al cargador con un dispositivo de carga rápida.

### ***III.IX. Retención de la carga***

En las baterías de Ni-Cd con placas de bolsa, las pérdidas de capacidad cuando están en reposo son pequeñas.

La retención de carga a temperatura ambiente va variando con el tiempo, pero en general, después de un período de inactividad de seis meses la capacidad disponible se encuentra entre el 65 y 80 %, dependiendo esta variación del tipo de placa y estado conservación de la batería.

### ***III.IX. Vida útil***

La vida útil de una batería puede ser expresada en números de ciclos de carga-descarga o en años. Como la vida útil puede variar en función de las condiciones de operación es imposible dar fechas exactas, pero debido a mediciones estadísticas, las baterías de Ni-Cd soportan como mínimo 2000 ciclos de carga-descarga.

La vida total de un acumulador en años se estima que oscila entre 10 y 25 años (dependiendo de las condiciones de funcionamiento). Los fabricantes han detectado récords de baterías que han superado los 3000 ciclos y perdurado en actividad más de 58 años

### ***III.IXI. Efecto memoria***

El efecto memoria se define como la tendencia de la batería a ajustar sus funciones eléctricas a un determinado ciclo, al cual ha sido sometida durante un largo período de

tiempo. Por ejemplo, si una batería ha sido sometida a numerosos ciclos con determinado límite de profundidad de descarga, la batería no dará más capacidad que la correspondiente al régimen de carga aplicado anteriormente.

Este efecto es exclusivo de las baterías de níquel cadmio con placas sinterizadas, mientras que las de placas de bolsa no desarrollan este efecto.

### ***III.II Cálculo y elección de baterías alcalinas de ni-cd***

#### ***III.II.I. Consideraciones y criterios a tener en cuenta***

La determinación de la batería adecuada se basa principalmente en los siguientes criterios:

1. Tiempo de funcionamiento = tiempo de descarga.
2. Tensión de la batería y de la carga. Fluctuaciones máximas de tensión en la carga.
3. Corriente de carga y descarga.
4. Tensión mínima durante la descarga = tensión final.

Con el punto 1) se elige el tipo de elemento a utilizar, con el 2) se determina el número de elementos que componen la batería y las características del cargador del acumulador. Con los puntos 3) y 4) se selecciona el tamaño de los elementos, o capacidad del acumulador.

Como regla general se considera que la tensión nominal por elemento es de 1,2 V por elemento si el acumulador se encuentra aislado de un cargador, mientras que si la batería se encuentra en carga de mantenimiento o flotación se debe considerar una tensión de 1,4 V por elemento.

Por otra parte, cuando opera la batería, llega a una tensión final, y a partir de allí se comienza a recargar, debiéndose superar la tensión de 1,2 V/e., y la de flotación para recuperarla en un tiempo razonable. Estos conceptos se visualizan en el siguiente gráfico:



Fig. III. 2

Como vemos en la figura III.2, la batería se encuentra a flote a la tensión U2 hasta el tiempo T1, en el cual se produce el incremento de carga, disminuyendo instantáneamente la tensión hasta el valor U3, valor que oscila de 1,25 a 1,35 volts por elemento.

A medida que permanece conectada la carga, la tensión disminuye paulatinamente, llegando a la tensión U5 que es la tensión final de descarga, y que deberá ser superior al límite inferior de tensión del equipo que alimenta.

A efectos del mejor aprovechamiento de la batería, conviene que la tensión U5 sea lo más baja posible (aproximadamente 1 volt), por ello los fabricantes construyen las curvas para tensiones finales de 1,14 V, 1,10 V, 1,05 V y 1,0 V.

A partir del tiempo T2 comienza el periodo de carga de la batería, no solo hasta llegar a la tensión U2 (1,4 volts por elemento), sino que se supera este valor, aplicándosele una tensión superior U1 (aproximadamente 1,6 volts por elemento), para producir su carga a fondo, el periodo de carga normal y a fondo del acumulador se indican con las zonas 3 y 4 en el gráfico anterior.

Luego del tiempo T4 comienza nuevamente el periodo de mantenimiento a tensión de flote (zona 5). Con respecto al valor de U1 y el tiempo de carga, se tratará detalladamente cuando se trate el cargador a utilizar.

### III.II.II Calculo de la capacidad de la batería

Si la carga varía considerablemente mediante la conexión y desconexión de diferentes receptores, deberá dibujarse siempre la curva de descarga, es decir la característica corriente de descarga en función del tiempo, con el propósito de determinar la tensión

final que tendrá la batería, y además deberá determinarse el número de Ah (Amper-hora) que equivale a cada periodo de carga, y que resulta de efectuar la sumatoria de los productos parciales de corriente por el tiempo de permanencia.

La sumatoria de las descargas parciales constituye la capacidad mínima requerida de batería.

En el siguiente gráfico se esquematiza un diagrama de carga y el cálculo de la capacidad mínima requerida.

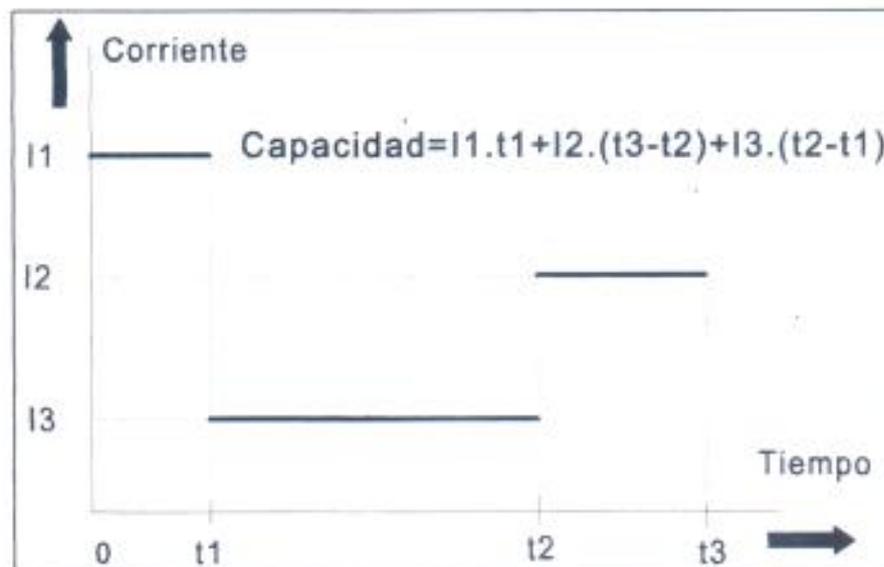


Fig. III. 3

Para el dimensionamiento, si la carga es variable, se considerará la siguiente expresión:

$$\text{Capacidad requerida} = \text{ultima corriente} \cdot t_k \quad \text{Ec. (1)}$$

En el caso de cargas constantes, como ser iluminación, calefacción, etc. se utilizará la siguiente expresión:

$$\text{Capacidad requerida} = \text{corriente media} \cdot t_k \quad \text{Ec. (2)}$$

El valor de la corriente para un  $t_k$  determinado (siendo  $t_k$  el tiempo de descarga de la batería) nos permitirá determinar el valor final de la tensión por elemento.

### III.II.III. Cálculo completo de la batería

Para realizar un cálculo más preciso sobre el consumo de potencia, se resuelve no considerar la potencia total instalada de iluminación de 1.147 [W] calculada en el punto III del capítulo II. Se tuvo en cuenta las potencias en W de las cargas que están conectadas en cada hora de funcionamiento del gimnasio.

Teniendo en cuenta la consideración anterior, y en base a un censo de demandas de potencia realizada en el gimnasio, el acumulador será sometido al siguiente régimen de descargas parciales diarias (*Tabla III.1*):

Hora [h]	Potencia [W]	Corriente [A]
6 a 7	1690	140,83
7 a 8	1690	140,83
8 a 9	1462	121,83
9 a 10	1042	86,83
10 a 11	1042	86,83
11 a 12	1042	86,83
12 a 13	1147	95,58
13 a 14	1042	86,83
14 a 15	1042	86,83
15 a 16	1042	86,83
16 a 17	1147	95,58
17 a 18	1042	86,83
18 a 19	2110	175,83
19 a 20	2110	175,83
20 a 21	2530	210,83
21 a 22	2110	175,83

*Tabla III. 1*

La corriente [A] se calculó como el cociente entre la potencia [W] consumida y la tensión del banco de baterías que en nuestro caso es de 12 [V], como se analizara en el punto III del capítulo III.

$$\text{Corriente [A]} = \text{Potencia [W]} / 12 \text{ [V]}$$

#### ***III.II.IV. Cálculo del número de elementos***

Dado que la batería se encuentra a un solo nivel de carga, se considerará que la tensión por elemento es de 1,43-1.50 V (de acuerdo a lo que recomienda el fabricante), con lo cual se tendrá:

$14,25V / 1,45 V \text{ elemento} = 9,83 \text{ elementos} \implies$  adoptamos 10 elementos

Se toma 14,25 V ya que es la tensión de absorción constante y la tensión que entrega el alternador-regulador de carga, como se explicara más adelante.

La tensión mínima al finalizar la descarga se calculara más adelante.

### III.II.V. *Calculo de la capacidad de la batería*

La carga de las baterías se realizará en 4 ocasiones: 8 am, 12 pm, 16 pm y 20 pm, horarios en los cuales se realizan las clases de Spinning. Por este motivo, realizamos el diagrama de carga por día (Fig. III. 4) y parciales (cada uno de 4 horas). Consideramos que cada etapa comienza con el inicio de una clase y finaliza con el inicio de la siguiente. Por eso la etapa número 4 va de 20 pm a 22 pm (horario de cierre del gimnasio) y de 6 am (horario de apertura del gimnasio) hasta las 8 am (horario de inicio de la clase).

Los diagramas parciales se toman de la siguiente manera:

De 8 am a 12 pm (Fig. III. 5)

De 12 pm a 16 pm (Fig. III. 6)

De 16 pm a 20 pm (Fig. III. 7)

De 20 pm a 22 pm y de 6 am a 8 am (Fig. III. 8)

En primer lugar graficaremos el diagrama de carga (carga se refiere al consumo de corriente de la iluminación en cada hora) para cada periodo:



Fig. III. 4

Etapa 1:

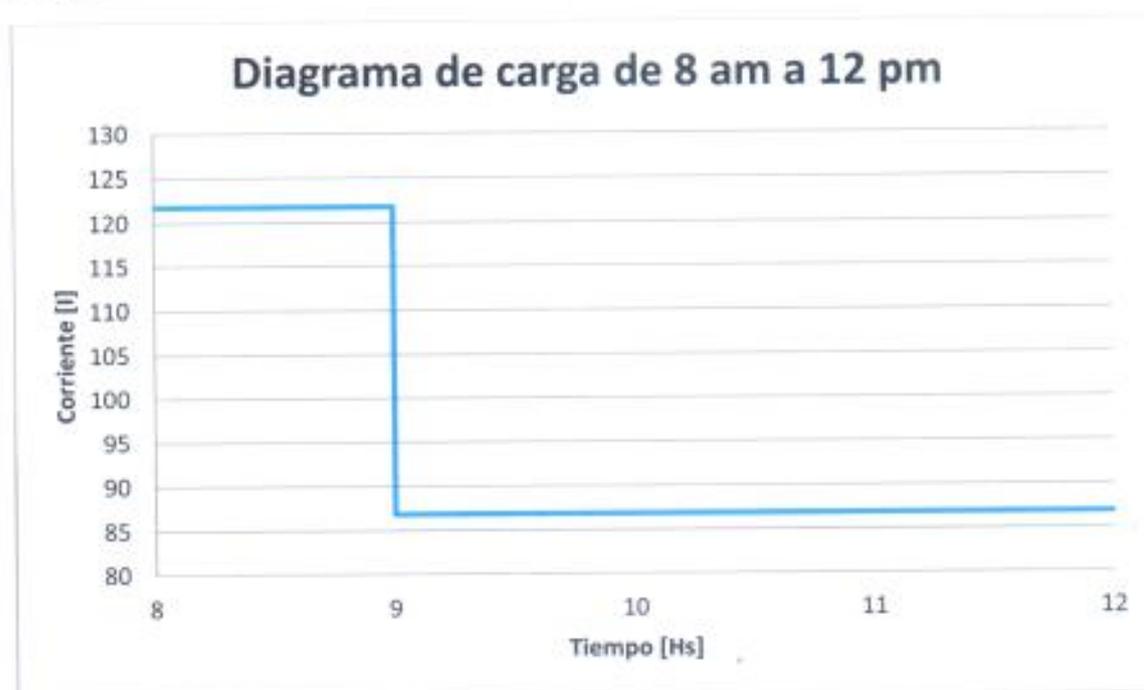


Fig. III. 5

Etapa 2:

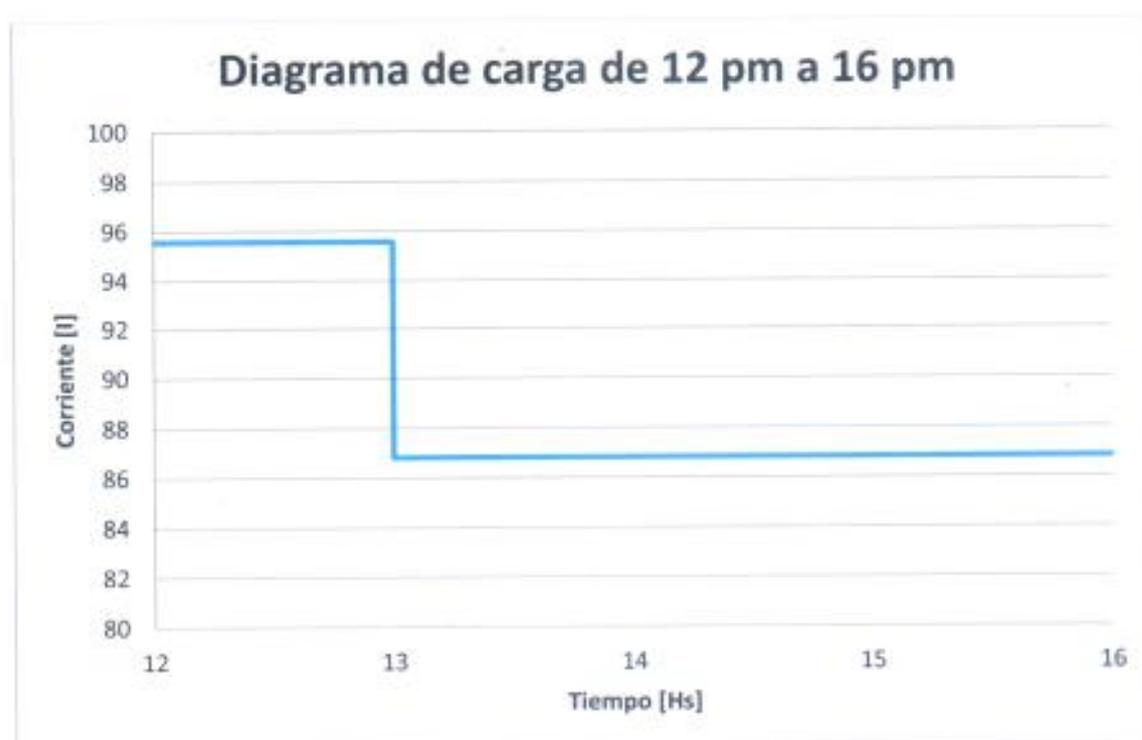


Fig. III. 6

Etapa 3:



Fig. III. 7

Etapa 4:

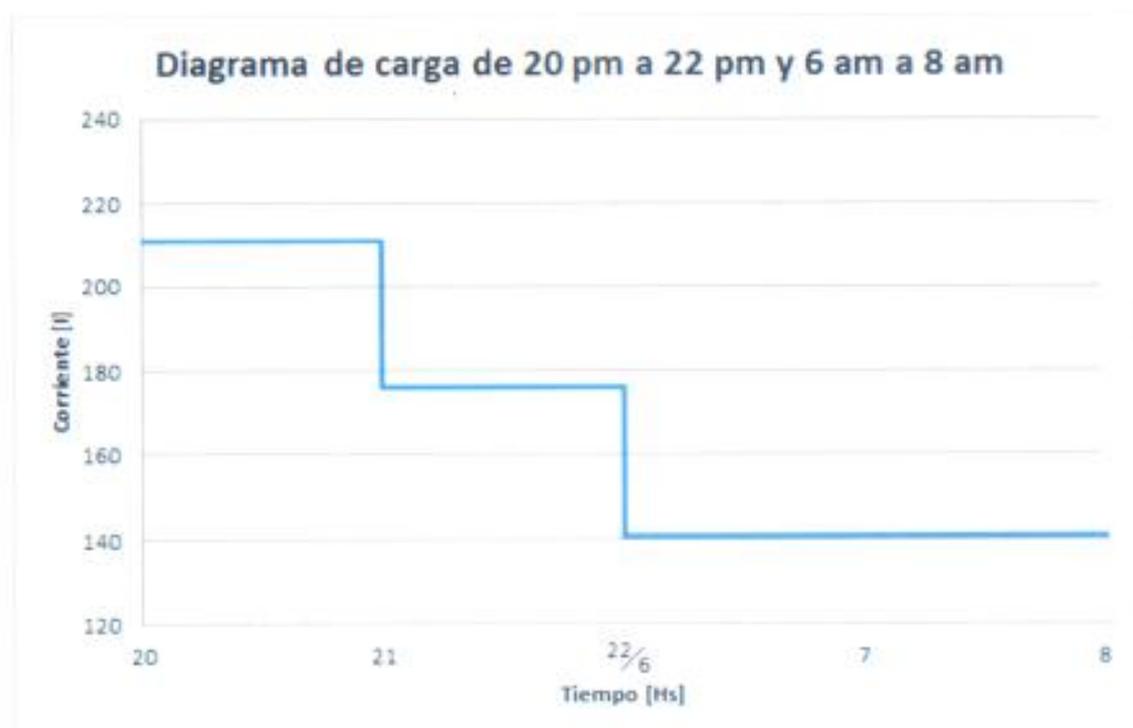


Fig. III. 8

Si consideramos la corriente que tienen que entregar los generadores durante la clase de Spinning, tenemos:

$$I_{\text{nominal generador}} = I_{\text{bateria}} + I_{\text{consumo}}$$

Por lo tanto, para el cálculo de la capacidad de la batería, no consideramos la capacidad utilizada durante la hora en que se desarrolla la clase de Spinning ya que será suministrada directamente por el generador. Si los generadores no entregan corriente ya que no hay bicicletas en funcionamiento, la carga tomara corriente de las baterías hasta que las mismas alcancen 1V/elemento, como se verá más adelante. Si las baterías llegan a la tensión de 1V/elemento, el regulador desconectara la carga y se debe conectar manualmente el inversor-cargador que tiene la doble función de alimentar a la carga y recargar el banco de baterías.

De acuerdo al gráfico del tipo de batería en función del tiempo de descarga visto, podemos adoptar un acumulador del tipo SBM (media duración), que tenga una capacidad, para cada etapa, mínima de:

$$Q_{\text{etapa}} = I_1[A].t_1[\text{hs}] + I_2[A].t_2[\text{hs}] + \dots + I_n[A].t_n[\text{hs}]$$

Para calcular la capacidad necesaria en cada etapa, no se considera la corriente que necesita la carga durante la clase, entonces:

$$Q_{\text{etapa1}} = 260.49 \text{ [Ah]}$$

$$Q_{\text{etapa2}} = 260.49 \text{ [Ah]}$$

$$Q_{\text{etapa3}} = 438.49 \text{ [Ah]}$$

$$Q_{\text{etapa4}} = 457.49 \text{ [Ah]}$$

Como disponemos de 16 bicicletas, para facilitar la instalación de los equipos, dividimos la capacidad total entre 16 baterías.

En el capítulo IX se detallara como se dispondrá el sistema, es decir la conexión de bicicletas, alternadores, reguladores e inversor y la conexión de estos al banco de baterías.

Entonces, la capacidad necesaria por batería, para cada etapa, es:

$$Q_{\text{etapa} \times \text{b}} = Q_{\text{etapa}} / 16$$

$$Q_{\text{etapa1} \times \text{b}} = Q_{\text{etapa1}} / 16 = 16.28 \text{ [Ah]}$$

$$Q_{\text{etapa2} \times \text{b}} = Q_{\text{etapa2}} / 16 = 16.28 \text{ [Ah]}$$

$$Q_{\text{etapa3} \times \text{b}} = Q_{\text{etapa3}} / 16 = 27.41 \text{ [Ah]}$$

$$Q_{\text{etapa4} \times \text{b}} = Q_{\text{etapa4}} / 16 = 28.50 \text{ [Ah]}$$

La etapa en donde necesitamos mayor capacidad es la 4. Por lo tanto a partir de la capacidad calculada pasamos a seleccionar la batería. Con la ayuda del catálogo correspondiente, se selecciona una batería SBM 30, la cual tiene una capacidad nominal de 30 Ah. Como se puede observar, el fabricante entrega tablas con distintos valores de corriente (carga constante), y tensiones finales por elemento. Como la tensión final mínima exigida por la carga era de 1 V/ elemento, seleccionamos la tabla con tensiones finales de 1 V/ elemento.

De acuerdo a lo expresado utilizamos la Ec (1) y analizamos las 4 etapas:

Capacidad requerida = última corriente . tk

En nuestro caso, directamente debemos considerar un tk de 3 hs ya que es el tiempo en que va a operar la batería en cada ciclo.

### **Etapas 1:**

Capacidad requerida = 16.28 Ah

Última corriente = 5.43 A

### **Etapas 2 = Etapas 1**

### **Etapas 3:**

Capacidad requerida = 27.40 Ah

Última corriente = 10.99 A

### **Etapas 4:**

Capacidad requerida = 28.59 Ah

Última corriente = 8.80 A

tk = 3 horas

Entrando en la tabla con 3 horas (*Fig. III. 9*), para una tensión final de 1 V/ elemento, encontramos que la corriente es 9.81 A, siendo la necesaria en la etapa 3 de 10.99 A, con lo cual se concluye que la batería no es suficiente.

Celda tipo	C5 Ah	Horas				
		10	8	5	3	2
SBM 11	11	1.12	1.39	2.20	3.60	5.24
SBM 15	15	1.52	1.89	3.00	4.91	7.14
SBM 22	22	2.23	2.77	4.40	7.19	10.5
<b>SBM 30</b>	30	3.04	3.78	6.00	<b>9.81</b>	14.3
SBM 43	43	4.36	5.42	8.60	14.1	20.6
SBM 56	56	5.68	7.06	11.2	18.3	26.8
SBM 65	65	6.60	8.10	12.0	21.2	31.1

Fig. III. 9

Analizamos la SMB 43 con una capacidad de 43 Ah

Entrando en la tabla con 3 horas (Fig. III. 10), para una tensión final de 1 V/ elemento, encontramos que la corriente 14.1 A, siendo la necesaria en la etapa 3 de 10.99 A, con lo cual se concluye que la batería es suficiente.

Celda tipo	C5 Ah	Horas				
		10	8	5	3	2
SBM 11	11	1.12	1.39	2.20	3.60	5.24
SBM 15	15	1.52	1.89	3.00	4.91	7.14
SBM 22	22	2.23	2.77	4.40	7.19	10.5
SBM 30	30	3.04	3.78	6.00	9.81	14.3
<b>SBM 43</b>	43	4.36	5.42	8.60	<b>14.1</b>	20.6
SBM 56	56	5.68	7.06	11.2	18.3	26.8
SBM 65	65	6.60	8.10	12.0	21.2	31.1

Fig. III. 10

A efectos de verificar lo dicho, se pueden utilizar las curvas de descarga indicadas desde la Fig. III-5 a Fig.III-8. Para ello consideramos las descargas parciales de capacidad del acumulador, que para nuestro caso es:

Adoptamos la SBM 43 con 43 Ah.

#### Etapa 1:

$$Q_1 = 16.28 \text{ [Ah]}$$

$$\% \text{ de descarga } _1 = [16.28 \text{ Ah}/43 \text{ Ah}] = 37,86 \% \text{ de la capacidad total.}$$

Al final del ciclo, la batería se descargará en total el 37.86 % de su capacidad.

**Etapa 2= Etapa 1**

**Etapa 3:**

$$Q_3 = 27.41 \text{ [Ah]}$$

$$\% \text{ de descarga } _3 = [27.41 \text{ Ah}/43 \text{ Ah}] = 63.74 \% \text{ de la capacidad total.}$$

Al final del ciclo, la batería se descargará en total el 63.74 % de su capacidad.

**Etapa 4:**

$$Q_4 = 28.50 \text{ [Ah]}$$

$$\% \text{ de descarga } _4 = [28.50 \text{ Ah}/43 \text{ Ah}] C = 66.27 \% \text{ de la capacidad total.}$$

Al final del ciclo, la batería se descargará en total el 66.27 % de su capacidad.

Sin embargo, para realizar una carga rápida la máxima corriente que podemos aplicar de acuerdo al tipo de batería es  $0.4 C$  para evitar dañar la batería, de acuerdo a lo que recomienda el fabricante. Es decir que en cada ciclo podemos descargar hasta un 40% de la capacidad de la batería.

La etapa más crítica es la N°4 con una descarga del 66.27% de la capacidad. Recalculamos, entonces, la capacidad de batería necesaria:

$Q_4 = 0.4 C$ , para verificar la descarga máxima del 40% de la capacidad de la batería

$$Q_4 = 28.50 \text{ Ah}$$

$$C = Q_4 / 0.4$$

$$C = 28.50 \text{ Ah} / 0.4$$

$$C = 71.25 \text{ Ah}$$

Vamos al catálogo para el tipo de batería SBM y corresponde el modelo SBM 84, con una capacidad de 84 Ah.

A partir de esta capacidad recalculamos los porcentajes de descargas en cada etapa:

**Etapa 1:**

$$Q_1 = 16.28 \text{ [Ah]}$$

$$\% \text{ de descarga } _1 = [16.28 \text{ Ah}/84 \text{ Ah}] = 19.38 \% \text{ de la capacidad total.}$$

Al final del ciclo, la batería se descargará en total el 19.38 % de su capacidad.

**Etapa 2= Etapa 1**

**Etapa 3:**

$$Q_3 = 27.41 \text{ [Ah]}$$

% de descarga  $_3 = [27.41 \text{ Ah}/84 \text{ Ah}] = 32.63 \%$  de la capacidad total.

Al final del ciclo, la batería se descargará en total el 32.63 % de su capacidad.

**Etapa 4:**

$$Q_4 = 28.50 \text{ [Ah]}$$

% de descarga  $_4 = [28.50 \text{ Ah}/84 \text{ Ah}] = 33.93 \%$  de la capacidad total.

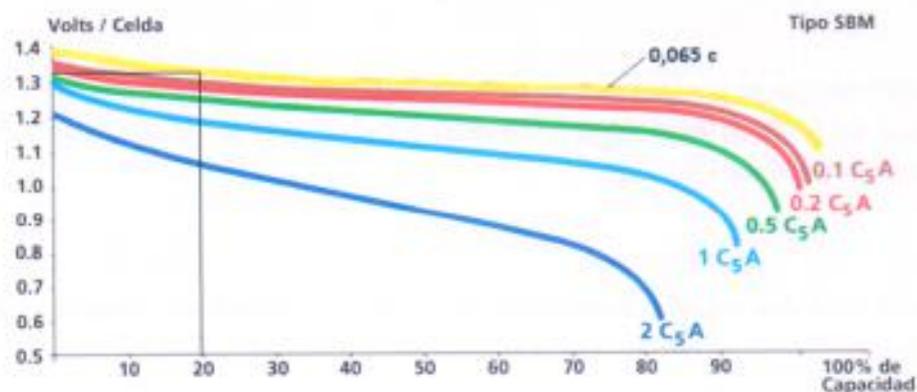
Al final del ciclo, la batería se descargará en total el 33.93 % de su capacidad.

Si se consideran las corrientes de descarga con respecto a la nominal de la batería, obtendremos las siguientes relaciones parciales, donde  $c$  es la capacidad de corriente nominal:

**Etapa 1(=Etapa 2):**

$$I = 5.42 \text{ A} \text{ -----} \rightarrow 5.42 \text{ A} / 84 \text{ A} = 0.065 \text{ c}$$

Con este valor ingresamos a las curvas típicas de descarga, obteniendo el siguiente gráfico:



*Fig. III. 11*

Puede observarse en el gráfico que al final de la descarga, es decir cuando la batería entregó el 19.38 % de su capacidad, la tensión por elemento es del orden de 1.32 V, lo que resulta suficiente para la carga.

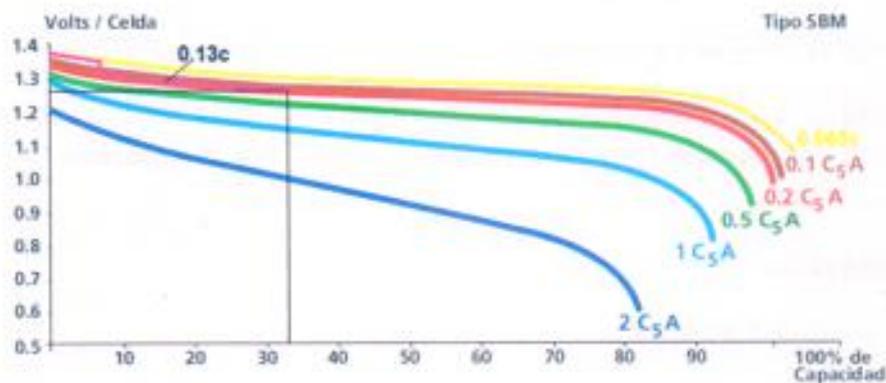
**Etapa 3:**

Consideramos los dos valores de corriente de carga que surgen del diagrama de carga para esta etapa:

$$I_{3-1} = 5.43 \text{ A} \text{ -----} \rightarrow 5.43 \text{ A} / 84 \text{ A} = 0.065 \text{ c}$$

$$I_{3-2} = 10.99 \text{ A} \text{ -----} \rightarrow 10.99 \text{ A} / 84 \text{ A} = 0.13 \text{ c}$$

Con este valor ingresamos a las curvas típicas de descarga, obteniendo el siguiente gráfico:



*Fig. III. 12*

Puede observarse en el gráfico que al final de la descarga, es decir cuando la batería entregó el 32.63 % de su capacidad, la tensión por elemento es del orden de 1.27 V, lo que resulta suficiente para la carga.

**Etapa 4:**

Consideramos los dos valores de corriente de carga que surgen del diagrama de carga para esta etapa:

$$I_{4-1} = 10.99 \text{ A} \text{ -----} \rightarrow 10.99 \text{ A} / 84 \text{ A} = 0.13 \text{ c}$$

$$I_{4-2} = 8.8 \text{ A} \text{ -----} \rightarrow 8.8 \text{ A} / 84 \text{ A} = 0.1 \text{ c}$$

Con este valor ingresamos a las curvas típicas de descarga, obteniendo el siguiente gráfico:

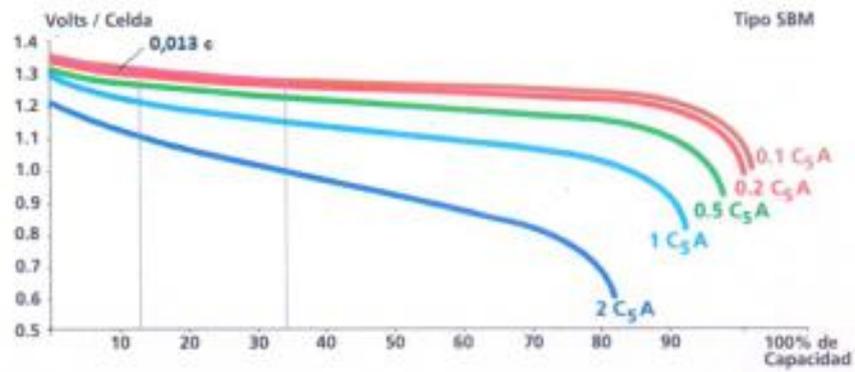


Fig. III. 13

Puede observarse en el gráfico que al final de la descarga, es decir cuando la batería entrega el 33.93 % de su capacidad, la tensión por elemento es del orden de 1.27 V, lo que resulta suficiente para la carga.

Del análisis hecho anteriormente, seleccionamos la batería **marca Saft modelo SBM 84** considerando **tensión mínima final por elemento de: 1V/celda.**

# CAPITULO IV

## EL GENERADOR

---



### *IV.I. Selección del generador*

Al momento de buscar un alternador, se consultó a vendedores mayoristas y minoristas de estas piezas. Se optó por el alternador Alpha de la marca Mastervolt, por las siguientes razones:

- Su calidad.
- La disponibilidad de los mismos en el mercado.
- La disponibilidad de catálogos e información técnica de fácil acceso.

También se consideraron los alternadores Magnetti Marelli y Bosch, ya que estas empresas cuentan con plantas en Argentina, pero la información técnica disponible es escasa.

### *IV.II. Principio de funcionamiento de los alternadores*

El principio básico de generación de corriente, es por inducción electromagnética. Cuando las líneas de fuerza producidas por un campo magnético cortan un conductor en movimiento, se obtiene en los extremos de éste una diferencia de potencial o tensión inducida. Si se conectan dichos extremos a un circuito provocarían una circulación de corriente eléctrica a través del mismo como se muestran en las figuras (Fig. IV. 1) a continuación.

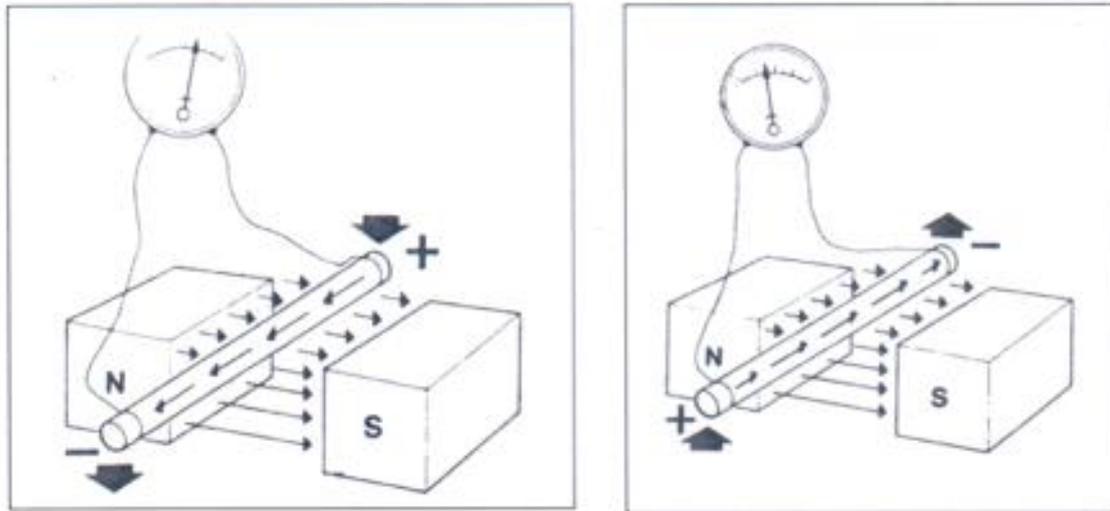


Fig. IV. 1

El sentido de circulación de la corriente varía de acuerdo a la dirección de desplazamiento del conductor dentro del campo magnético. Si con este conductor formamos ahora una espira a la cual hacemos dar un giro de 360 grados; obtendremos una onda de corriente alterna (Fig. IV. 2)

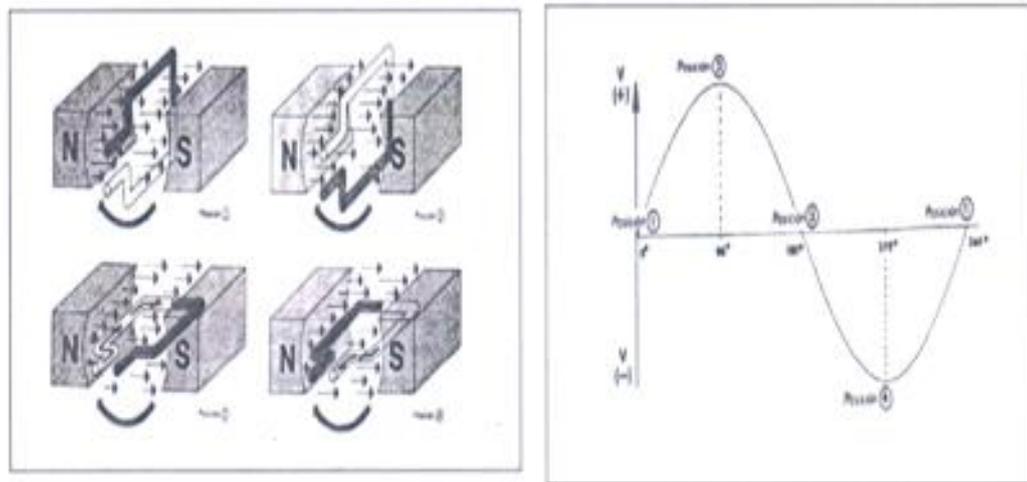


Fig. IV. 2

En los casos representados, el campo inductor permanece fijo, pero si ahora hacemos la operación inversa, es decir, movemos el campo inductor, tendremos el mismo efecto también para un giro del mismo de 0 grados a 360 grados.

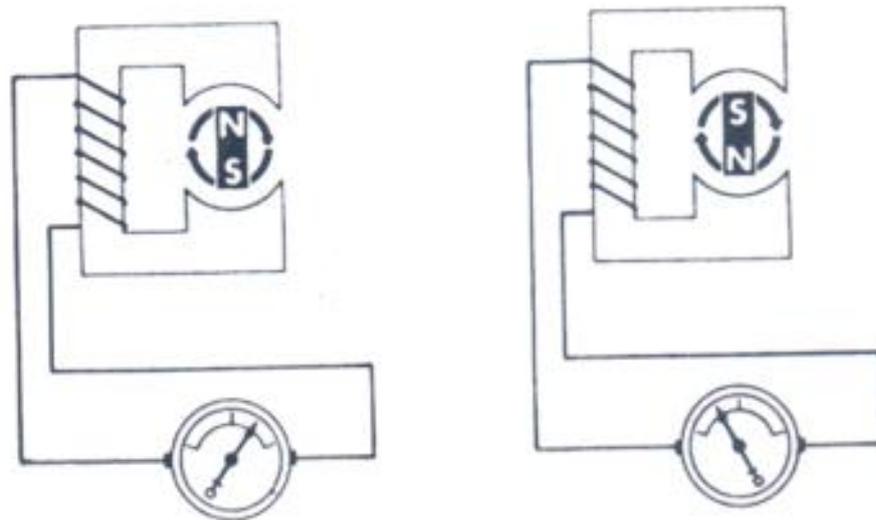


Fig. IV. 3

La representación gráfica de la corriente obtenida en el giro completo será la misma que para el caso anterior, es decir, una senoide.

Si en lugar de utilizar un imán permanente como campo inductor giratorio, utilizamos un arrollamiento giratorio, por el cual hacemos circular corriente, tendremos también un campo inductor, al cual llamaremos rotor. Mientras que el arrollamiento fijo o estacionario lo denominaremos estator. Por lo tanto, en el alternador, el rotor gira en el interior de los arrollamientos del estator. Cuando el bobinado del rotor es excitado con corriente continua a través del sistema escobillas y colector y comienza a girar, induce en los arrollamientos del estator una diferencia de potencial o tensión inducida.

Para un estator de una sola espira, el procedimiento sería el que muestran las figuras:

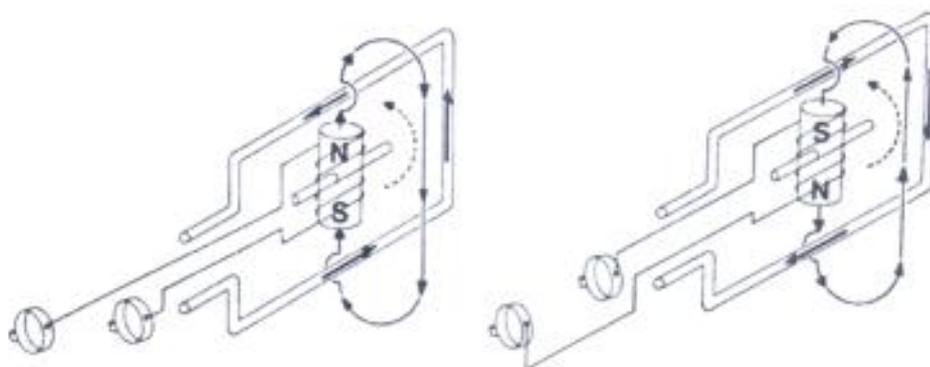


Fig. IV. 4

El bobinado del estator está compuesto por 3 arrollamientos que se encuentran interconectados entre sí en estrella (Fig. IV. 5) o, en algunos modelos de alternadores, la conexión de los bobinados del estator se realiza en triángulo (Fig. IV. 6).

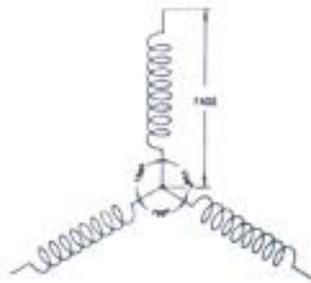


Fig. IV. 5

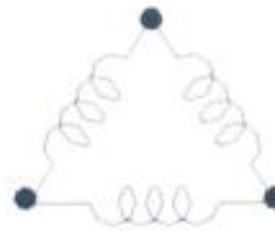


Fig. IV. 6

Por tal motivo se genera, en dichos arrollamiento, una corriente alterna trifásica cuya representación gráfica se muestra en la siguiente figura.

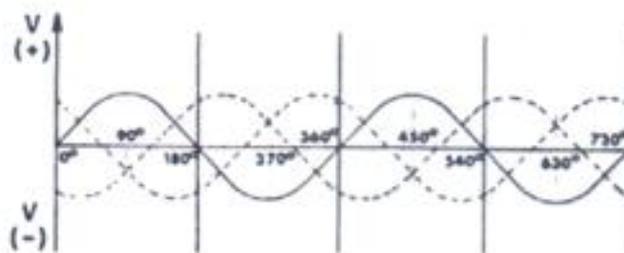


Fig. IV. 7

Pero considerando que los requerimientos de los sistemas de carga en los vehículos son de corriente continua, es preciso rectificar dicha onda de corriente utilizando para ello los denominados diodos de silicio.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, los diodos rectificadores presentan baja resistencia en un sentido, por lo que se puede considerar a estos como un conductor permitiendo el pasaje de la corriente del medio ciclo positivo (diodos positivos) cuando su conexión es la que se muestra en la figura:



Fig. IV. 8

Cuando la corriente es de signo contrario, la resistencia que presentan es muy elevada, pudiendo considerarse como un circuito abierto. En el caso de diodos negativos el efecto es inverso:

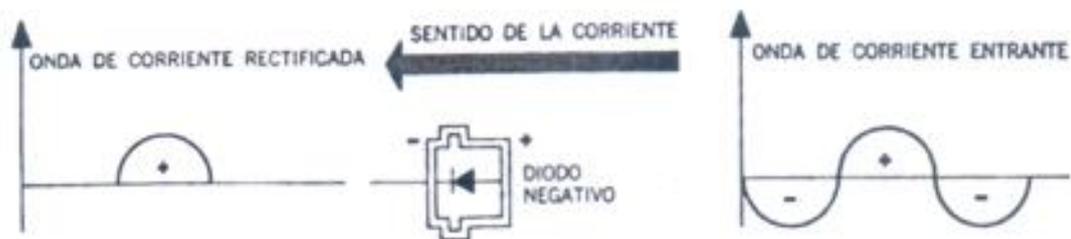


Fig. IV. 9

A los diodos se los denomina positivos cuando permiten el pasaje de la corriente que fluye por el terminal de conexión a su caja (cazoleta), la cual está montada en la placa portadiodos.

Mientras que se denominan negativos a aquellos que permiten el pasaje de la corriente que entra por su caja, saliendo por el terminal de conexión.

Básicamente para un estator de una sola espira el proceso de rectificación de corriente sería el siguiente:

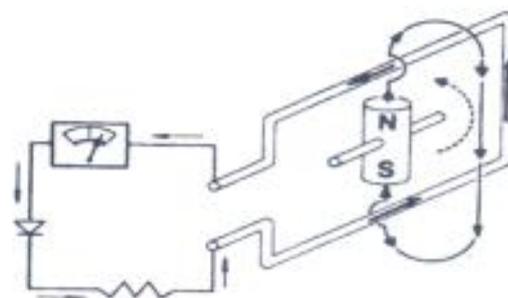


Fig. IV. 10

En este caso, como se trata de un diodo positivo, el circuito entregará una corriente pulsante de media onda.

Si ahora aumentamos el número de diodos y lo ubicamos como muestran las figuras:

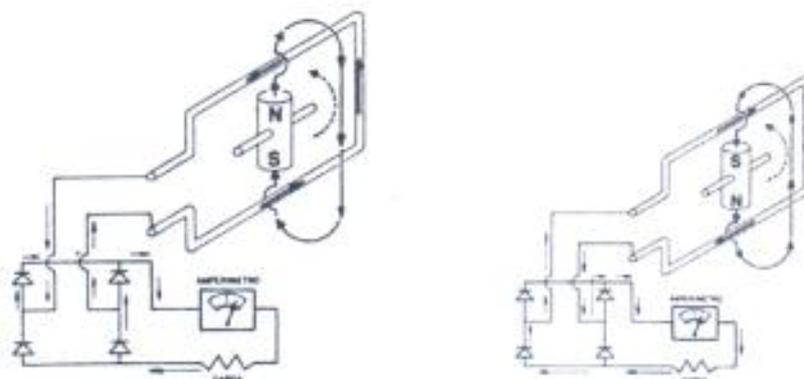


Fig. IV. 11

De esta forma tenemos una corriente pulsante de onda completa. En los alternadores el proceso de rectificación de corriente se logra a través de los diodos de silicio conectados a las salidas del estator.

De acuerdo a esto, la onda de corriente alterna trifásica rectificada presentara la siguiente forma:



Fig. IV. 12

La tensión así rectificada llega al borne positivo del alternador, siendo su valor controlado por medio de un regulador de voltaje, que varía la intensidad de la corriente que circula por el arrollamiento de campo.

#### **IV.III. Selección del alternador: Alternador alpha**

Los alternadores Alpha de Mastervolt se han fabricado específicamente para proporcionar alta potencia incluso a reducidas r.p.m. Con una relación de poleas de 1:2 – 1:3 y una velocidad del generador entre 700 y 800 r.p.m., de acuerdo a la Fig. IV. 13, el alternador de menor capacidad (Modelo 24/75, 24Vcc, I max 75A) comienza a entregar corriente a la carga.

Los alternadores Mastervolt resisten las altas temperaturas, lo que permite al generador tener dos funciones importantes: aportar energía al consumo y en realizar una carga rápida de las baterías de servicio.

Teniendo en cuenta la característica externa del alternador con regulador incluido, se espera que el mismo trabaje a velocidad lo más altas posible, y siempre lo más cercana a las 2.000 [rpm], como se observa en la Fig. IV 13.

Si se optara por trabajar con un alternador de 24 [V], las corrientes de salida serían menores, generando así caídas de tensión menores. Sin embargo, teniendo en cuenta la potencia generada por la bicicleta, la corriente de salida sería en promedio de entre 12,5 [A] y 16,67 [A]. De acuerdo a lo analizado en el punto IV del capítulo I, una persona adulta saludable puede entregar, de manera continua durante una hora, una potencia de 300 a 400 [W]. A los fines del diseño se tomará para el análisis este último rango de potencia promedio.

*Corriente de salida promedio = Potencia promedio / Tensión del alternador*

$$\text{Corriente de salida promedio}_1 = 300 \text{ [W]} / 24 \text{ [V]}$$

$$\text{Corriente de salida promedio}_1 = 12,5 \text{ A [V]}$$

$$\text{Corriente de salida promedio}_2 = 400 \text{ [W]} / 24 \text{ [V]}$$

$$\text{Corriente de salida promedio}_2 = 16,67 \text{ [A]}$$

Con esta corriente de salida, como se puede apreciar en la figura, la velocidad de rotación promedio del alternador estaría entre 1.100 y 1.200 [RPM], la cual es muy baja por estar muy próxima a la velocidad mínima de funcionamiento.

#### 24Vdc Mastervolt Alternators

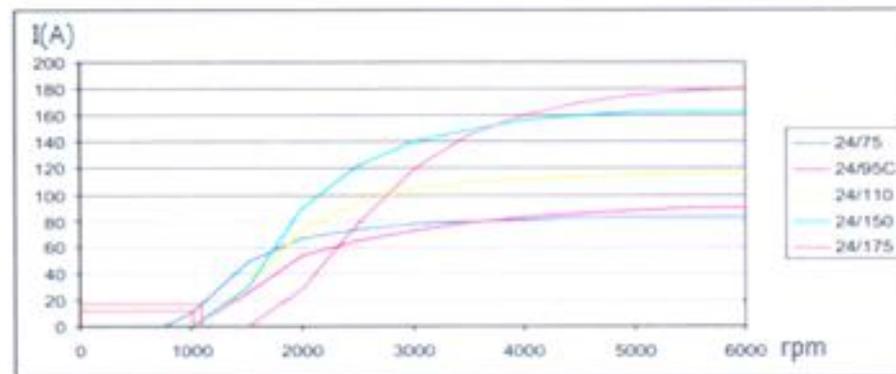


Fig. IV. 13

Trabajando con un alternador de 12 [V], la corriente de salida promedio sería de entre 25 y 33,33 [A].

*Corriente de salida promedio = Potencia promedio / Tensión del alternador*

$$\text{Corriente de salida promedio}_1 = 300 \text{ [W]} / 12 \text{ [V]}$$

$$\text{Corriente de salida promedio}_1 = 25 \text{ A [V]}$$

$$\text{Corriente de salida promedio}_2 = 400 \text{ [W]} / 12 \text{ [V]}$$

$$\text{Corriente de salida promedio}_2 = 33,33 \text{ [A]}$$

Con esta corriente de salida, la velocidad de rotación promedio del alternador sería de entre 1.700 y 1.800 [RPM]. Por esta razón es conveniente utilizar alternadores de 12 [V].

12Vdc Mastervolt Alternators

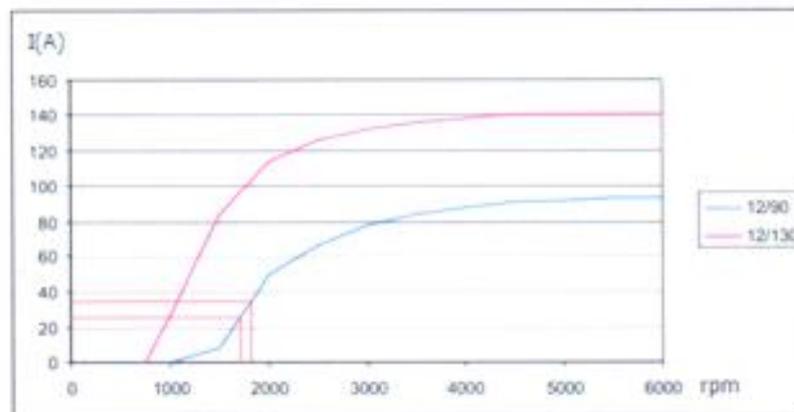


Fig. IV. 14

Los cargadores (alternador + regulador de carga) asociados a los bancos de baterías deberán ser dimensionados de manera tal que tengan aptitud para atender (en la peor condición, que es cuando el banco de baterías esté totalmente descargado) dos requerimientos básicos que pueden darse en simultáneo:

- La carga de baterías en régimen de fondo o carga rápida
- La alimentación de los consumos permanentes

Respecto a la corriente de carga de las baterías, los fabricantes en general recomiendan un régimen de carga rápida o de fondo de 0,20 de la Capacidad nominal del banco en Ah, coeficiente que puede elevarse hasta 0,40 en el caso de celdas de Ni-Cd siempre que la tensión por celda no provoque gasificación excesiva del electrolito.

En nuestro caso, debemos considerar un tiempo máximo de recarga de las baterías, podremos aplicar la siguiente fórmula:

$$I_{\text{Generador}} = (\%C_{\text{descargada}} \times C_{\text{bateria}}) / T + I_{\text{consumos}}$$

Al aplicar esta fórmula debemos verificar que la corriente resultante para carga de la batería no supere la máxima admitida por la misma.

Referencias:

$C_{\text{bateria}}$  = Capacidad de las baterías en Ah

$\%C_{\text{descargada}}$  = porcentaje de descarga de la batería en cada etapa.

T = Tiempo de Recarga en Horas.

Para calcular la corriente necesaria que debe suministrar el generador consideramos el porcentaje de descarga para las 4 etapas establecidas anteriormente.

**Etapa 1:**

Al final del ciclo, la batería se descargará en total el 19.38 % de su capacidad.

**Etapa 2= Etapa 1**

**Etapa 3:**

Al final del ciclo, la batería se descargará en total el 32.63 % de su capacidad.

**Etapa 4:**

Al final del ciclo, la batería se descargará en total el 33.93 % de su capacidad.

En cada etapa la batería solo se descarga un porcentaje de la capacidad total, entonces en el lugar de C debemos considerar el porcentaje de la capacidad descargado.

Llamamos a  $C_{etapa\ n}$  al porcentaje de carga que debe ser cargado en cada una de las cuatro etapas.

$$C_{etapa\ n} = \%C_{descargada} \times C_{batería}$$

$$C_{etapa\ 1} = 19,38\% \times 84\text{ Ah} = 16,28\text{ [Ah]}$$

$$C_{etapa\ 2} = 19,38\% \times 84\text{ Ah} = 16,28\text{ [Ah]}$$

$$C_{etapa\ 3} = 32,63\% \times 84\text{ Ah} = 27,41\text{ [Ah]}$$

$$C_{etapa\ 4} = 33,93\% \times 84\text{ Ah} = 28,50\text{ [Ah]}$$

El tiempo de carga de la batería es igual al tiempo de duración de la clase, por lo tanto  $T = 55\text{ min} / 60\text{ min} = 0.92\text{ hs}$ .

Tenemos:

Etapa	$C_{etapa\ n}$ [Ah]	$C_{etapa\ n} / T$ [A]	$I_{Batería}$ [A]	$I_{Consumo}$ [A]	$I_{Generador}$ [A]
1	16,28	17,7	17,7	7,62	25,32
2	16,28	17,7	17,7	7,96	25,66
3	27,41	29,8	29,8	7,96	37,76
4	28,5	30,98	30,98	17,57	48,55

Tabla. IV. 1

Donde:

$$I_{Generador} [A] = I_{Batería} [A] + I_{Consumo} [A]$$

De acuerdo a la tabla anterior tenemos que el rango de corriente que debe entregar el alternador es: 25,32 [A] – 48,55 [A].

Por lo tanto, el alternador seleccionado es **Alpha 12/90** de la marca **Mastervolt**.

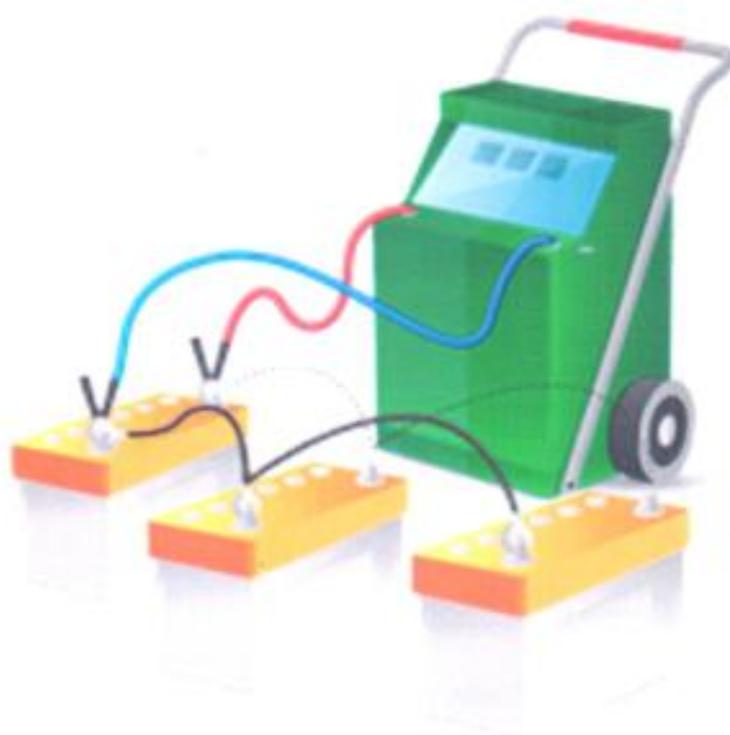
Modelo: 12/90	
Corriente de carga:	90A
Fusible recomendado	125A
Sección de los cables recomendado	
< 3 m	35mm <sup>2</sup>
3 – 5 m	50mm <sup>2</sup>
Voltaje nominal	12V
Regulador de carga:	Alpha Pro 12V
Diámetro de la polea doble:	Ø 73 mm
Correa	2x
Aislado de masa:	Si
Dirección de giro:	2
Velocidad máxima:	8000 rpm
Polea:	Doble
Correa de transmisión necesaria	Tipo A
Peso:	5.5 kg
Posiciones de montaje:	3

*Tabla. IV. 2*

# CAPITULO V

## DETERMINACION Y VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE CARGA Y DESCARGA DE LAS BATERIAS

---



### *V.1. Etapas de carga en baterías*

Como se mencionó anteriormente, las etapas de carga de baterías con un regulador suelen ser al menos tres.

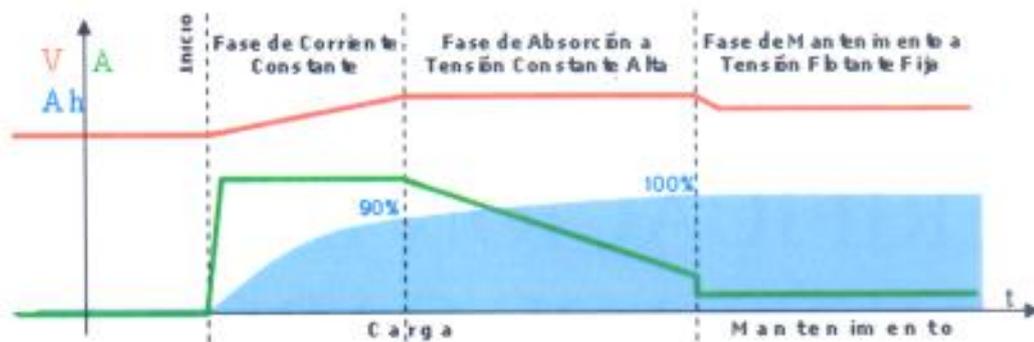


Fig. V. 1

1) **Bulk**, (carga en bruto) en esta etapa el regulador prácticamente no hace nada, a las baterías llega la corriente a intensidad máxima en cada momento. Al llegar al 90% de carga de la batería pasa a la siguiente etapa. Normalmente entre 14.4 V y 14.6 V. De no disponer de un regulador entre el panel y el acumulador la fase bulk sería permanente y la tensión-intensidad proveniente del generador podría destruir la batería por sobrecarga.

2) **Absorción**, la tensión permanece constante al nivel que en la fase anterior hasta que lentamente se completa la carga. La intensidad baja progresivamente.

3) **Flotación**, la tensión baja hasta unos 13,7 V y a intensidad muy baja para compensar la autodescarga.

Ciertos fabricantes engloban en una la etapa bulk y la de absorción. A efectos de carga es lo mismo.

Como etapa extraordinaria existe la llamada Ecuilibración (o Gaseo). La tensión se establece en unos 15 V y con una intensidad reducida se provoca que el electrolito burbujee. El ascenso del gas dentro del ácido lo remueve evitando así que en la parte inferior haya una densidad mayor, evitando la sulfatación de las placas y que la mezcla sea más homogénea.

## V.II. Métodos de carga

De acuerdo a la batería seleccionada, el fabricante nos indica:

### Cargas

Las baterías pueden ser cargadas mediante todos los métodos normales. Generalmente las baterías en paralelo que operan con el cargador (en nuestro caso, alternador) y el consumo son cargados con voltaje constante. Es recomendable en operaciones donde la batería está cargada en forma separada del consumo, cargarla con corriente constante o con corriente decreciente. Una alta corriente de sobrecarga no produce ningún daño en la batería, pero una carga excesiva aumenta el consumo de agua.

### **Carga a tensión constante**

Operación continua en paralelo, con ocasionales descargas de batería. Voltaje de descarga recomendable:

#### **Para dos niveles de carga:**

##### **Nivel de flote**

- 1.42 V/ celdas para SBLE
- 1.40 V/ celdas para SBM y SBH

##### **Nivel alto**

- 1.47 - 1.70 V/ celdas para SBLE
- 1.45 - 1.70 V/ celdas para SBM y SBH

Un alto voltaje aumentará la velocidad y eficacia de la recarga.

#### **Siendo:**

##### **Gama SBLE**

La gama SBLE está diseñada para aplicaciones que requieran una fuente de energía confiable a lo largo de periodos de descarga relativamente amplios. La corriente suele ser baja en relación con la energía total almacenada, y las descargas poco frecuentes. Suele utilizarse en alimentación de emergencia y almacenamiento masivo de energía.

##### **Gama SBM**

La gama SBM está diseñada para mantener cargas eléctricas entre 30 minutos y 3 horas o para cargas "mixtas" en las que interviene una combinación de niveles de descarga altos y bajos. Las aplicaciones pueden tener descargas frecuentes o poco frecuentes. Suele utilizarse en aplicaciones de alimentación de emergencia.

##### **Gama SBH**

La gama SBH está diseñada para aplicaciones que demandan una corriente relativamente alta a lo largo de periodos breves, generalmente de menos de 30 minutos de duración. Las aplicaciones pueden tener descargas frecuentes o poco frecuentes. Suele utilizarse en aplicaciones de arranque alimentación de emergencia y UPS.

#### **Para un solo nivel de carga:**

1.43 - 1.50 V/celdas

##### **Corriente de carga constante**

- Carga normal 0.2 C para 10 h
- Carga rápida recomendable 0.4 CA para 2.5 seguido de 0.2 C para 2.5

- Mínimo rango de descarga: 2mA por Ah

### V.III. Cálculo de la corriente del alternador

Debido a que en el momento en que termina el proceso de carga de la batería la misma es conectada al consumo, no es necesaria la etapa de mantenimiento.

El problema surge en la fase de absorción, ya que al necesitarse una carga rápida de una hora no podrá completarse la plena carga de la batería.

Ahora bien, al contar con 4 ciclos de carga debemos fijar un valor de corriente general que debe entregar el alternador para poder determinar la relación de transmisión entre el volante de la bicicleta y el eje del alternador.

Planteamos la siguiente ecuación, teniendo en cuenta que la carga inicial de la batería es igual a la carga final y que la corriente que entrega el alternador es constante:

$$\%C_{\text{inicial}} = \%C_{\text{final}}$$

$$I_{\text{generador}} = \text{constante}$$

$$T = (55 \text{ min} / 60 \text{ min}) = 0,92 \text{ hs}$$

$I_{\text{Consumo}}$  = Intensidad de corriente consumida por las cargas durante el proceso de carga de las baterías que es entregada directamente por el alternador.

$$\% C_{\text{descargada etapa n}} = C_{\text{etapa n}} [\text{Ah}] / 84 \text{ Ah} \times 100$$

Etapa	$C_{\text{etapa n}} [\text{Ah}]$	$\% C_{\text{descargada etapa n}}$	$I_{\text{Consumo}} [\text{A}]$
1	16,28	19,38	7,62
2	16,28	19,38	7,96
3	27,41	32,63	7,96
4	28,5	33,93	17,57

Tabla. V. 1

La siguiente ecuación surge de sumar y restar los porcentajes de carga y descarga de las baterías en el transcurso de un día completo (es decir que consideramos las 4 etapas):

$$\% C_{\text{inicial}} + (I_{\text{generador etapa 1}} - I_{\text{consumo etapa 1}}) \times T/84 \times 100 - \% C_{\text{descargada etapa 1}} + (I_{\text{generador etapa 2}} - I_{\text{consumo etapa 2}}) \times T/84 \times 100 - \% C_{\text{descargada etapa 2}} + (I_{\text{generador etapa 3}} - I_{\text{consumo etapa 3}}) \times T/84 \times 100 - \% C_{\text{descargada etapa 3}} + (I_{\text{generador etapa 4}} - I_{\text{consumo etapa 4}}) \times T/84 \times 100 - \% C_{\text{descargada etapa 4}} = \% C_{\text{final}}$$

Siendo  $(I_{\text{generador etapa n}} - I_{\text{consumo etapa n}}) \times T/84 \times 100$ , el porcentaje de carga de la batería en la etapa n

Como consideramos que la corriente que entrega el generador es constante:

$$I_{\text{generador etapa 1}} = I_{\text{generador etapa 2}} = I_{\text{generador etapa 3}} = I_{\text{generador etapa 4}} = I_{\text{generador}}$$

Entonces:

$$\% C_{\text{inicial}} + (I_{\text{generador}} - 7,62 \text{ [A]}) \times T/84 \times 100 - 19,38\% + (I_{\text{generador}} - 7,96 \text{ [A]}) \times T/84 \times 100 - 19,38\% + (I_{\text{generador}} - 7,96 \text{ [A]}) \times T/84 \times 100 - 32,63\% + (I_{\text{generador}} - 17,57 \text{ [A]}) \times T/84 \times 100 - 33,93\% = \% C_{\text{final}}$$

Simplificando y despejando  $I_{\text{generador}}$  la ecuación anterior queda:

$$4 \times I_{\text{generador}} \times T/84 \times 100 = 150,34 \%$$

$$I_{\text{generador}} = 34,32 \text{ [A]} \text{ (corriente media que entrega el generador)}$$

#### V.IV. Determinación del proceso de carga y descarga de las baterías

En cada etapa, de los 34,32 [A] que entregara el generador, la carga tomara la corriente de consumo, entonces recalculamos la corriente que recibirá la batería:

$$I_{\text{Batería [A]}} = (I_{\text{Generador [A]}} - I_{\text{Consumo [A]}})$$

$$\text{Etapa 1: } I_{\text{Batería 1 [A]}} = 34,32 \text{ [A]} - 7,62 \text{ [A]} = 26,7 \text{ [A]}$$

$$\text{Etapa 2: } I_{\text{Batería 2 [A]}} = 34,32 \text{ [A]} - 7,96 \text{ [A]} = 26,36 \text{ [A]}$$

$$\text{Etapa 3: } I_{\text{Batería 3 [A]}} = 34,32 \text{ [A]} - 7,96 \text{ [A]} = 26,36 \text{ [A]}$$

$$\text{Etapa 4: } I_{\text{Batería 4 [A]}} = 34,32 \text{ [A]} - 17,57 \text{ [A]} = 16,75 \text{ [A]}$$

Comparando estos valores con el valor máximo de corriente de carga que admiten el tipo de baterías seleccionadas, tenemos:

$$I_{\text{Batería etapa 1}}, I_{\text{Batería etapa 2}}, I_{\text{Batería etapa 3}}, I_{\text{Batería etapa 4}} < 0,4 C / T = 36,52 \text{ [A]}$$

A partir de las corrientes de carga,  $I_{\text{Batería [A]}}$ , realizamos un diagrama general del estado de carga de las baterías al final de los 4 ciclos de carga.

Etapa	$I_{\text{Batería [A]}}$	$\% C_{\text{carga}} = (I_{\text{Batería}} \times T / 84 \times 100)$	$\% C_{\text{descargada}}$
1	26,7	29,24	19,38
2	26,36	28,87	19,38
3	26,36	28,87	32,63
4	16,75	18,84	33,93

Tabla. V. 2

En el primer ciclo, como vemos en la tabla anterior (Tabla V. 2), la batería se descarga un 19,38% y se carga en la etapa 2 con una corriente de 26,36 [A] un 28,87%. En el segundo ciclo, la batería se descarga 19,38% y se carga en la etapa 3 con una corriente de 26,36 [A] un 28,87%. En el tercer ciclo, la batería se descarga 32,63% y se carga en la etapa 4 con una corriente de 16,75 [A] un 18,84%. En el cuarto ciclo, la batería se descarga 33,93% y se carga en la etapa 1 con una corriente de 26,7 [A] un 29,24%.

El diagrama queda:

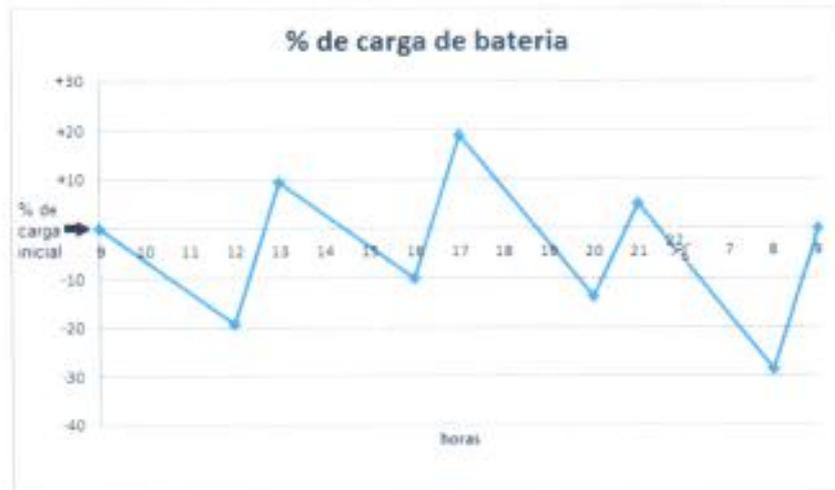


Fig. V. 2

A partir del grafico anterior (Fig. V. 2) debemos establecer como 90% (ya que es el porcentaje máximo de carga de la batería que lograremos con los ciclos de carga propuestos) el pico máximo de carga (el cual se da a las 17 hs) para así determinar el valor de carga inicial.

Del grafico anterior tenemos que a las 17 hs tenemos + 18,98%, entonces:

$$\% \text{ de carga inicial} = 90\% - 18,98\% = 71,02\%$$

El diagrama de carga queda:

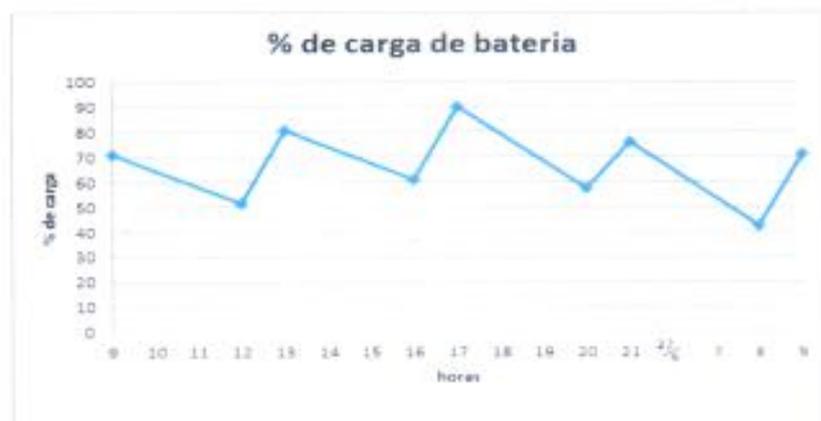


Fig. V. 3

El porcentaje mínimo de carga se da a las 8 am y tiene un valor de 41,78%.

Se debe verificar que la tensión por celda para 41,78% de carga sea superior a 1 V/celda. La corriente que entrega la batería en ese momento es:

Eta 4: Última corriente = 8,80 A

$$I_4 = 8,8 \text{ A} \rightarrow 8,8 \text{ A} / 84 \text{ A} = 0,1 \text{ c}$$

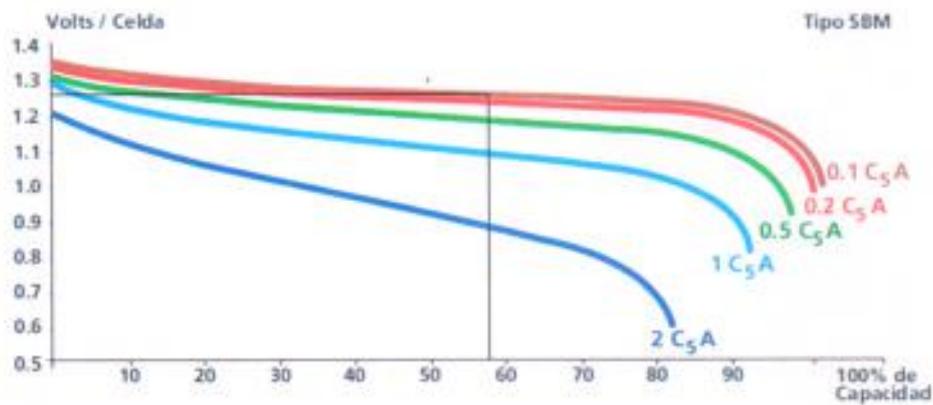
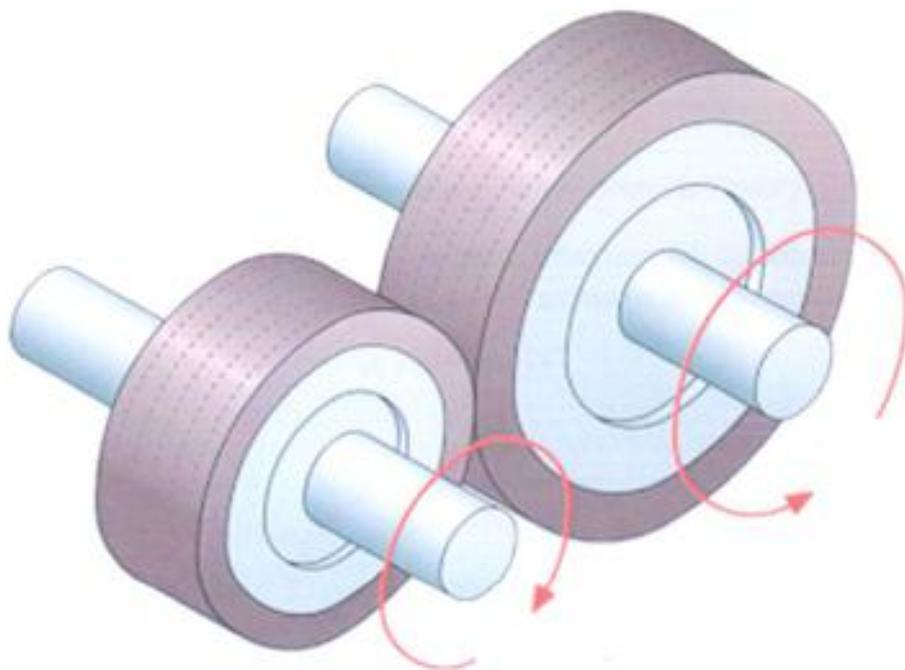


Fig. V. 3

La tensión por celda es 1,25 V/ celda, lo que resulta suficiente para la carga.

# CAPITULO VI

## RELACIÓN DE TRANSMISIÓN ENTRE EL ALTERNADOR Y LA RUEDA



### *VI.1. Calculo de la relación de transmisión*

La corriente que debe entregar el alternador es 34,32 [A]. De los cuales a la batería se le entrega, en cada etapa, los siguientes valores.

**Etapa 1:**  $I_{\text{Batería}} [\text{A}] = 34,32 [\text{A}] - 7,62 [\text{A}] = 26,7 [\text{A}]$

**Etapa 2:**  $I_{\text{Batería}} [\text{A}] = 34,32 [\text{A}] - 7,96 [\text{A}] = 26,36 [\text{A}]$

**Etapa 3:**  $I_{\text{Batería}} [\text{A}] = 34,32 [\text{A}] - 7,96 [\text{A}] = 26,36 [\text{A}]$

**Etapa 4:**  $I_{\text{Batería}} [\text{A}] = 34,32 [\text{A}] - 17,57 [\text{A}] = 16,75 [\text{A}]$

De acuerdo a la curva del alternador Alpha 12/90 para obtener una corriente de 34,32 [A] debe girar a una velocidad de rotación de 1850 [rpm].

### 12Vdc Mastervolt Alternators

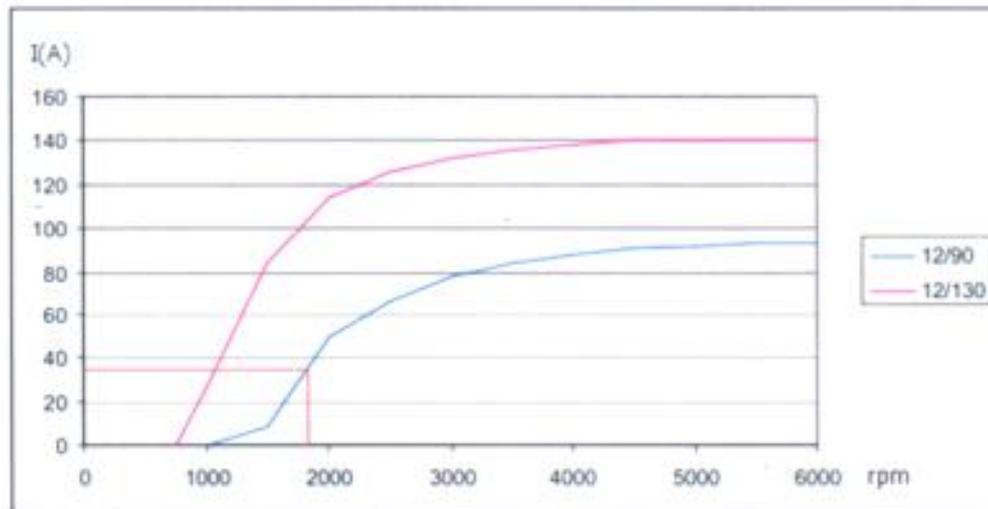


Fig. VI. 1 Curva de corriente en función de la velocidad del alternador

Las velocidades del eje del generador y del volante de la bicicleta están relacionadas a partir de sus diámetros de la siguiente forma:

$$D \times n_1 = d \times n_2$$



Fig. VI. 2

Entonces:

$$D = 450 \text{ [mm]}$$

$$n_1 = 273,45 \text{ [rpm]}$$

$$n_2 = 1850 \text{ [rpm]}$$

$$D \times n_1 = d \times n_2$$

$$d = (D \times n_1) / n_2$$

$$d = 450 \text{ [mm]} \times 273.45 \text{ [rpm]} / 1850 \text{ [rpm]}$$

$$d = 66,5 \text{ [mm]}$$

El diámetro del eje del alternador, para obtener una velocidad de rotación de 1850 [rpm], debe ser de 66,5 [mm].

De acuerdo a la ficha técnica del alternador seleccionado en el capítulo IV, el eje del mismo tiene un diámetro de 5/8" (15.875 mm).

A partir de los datos anteriores, se selecciona una polea de goma (en formato de buje), que se colocara en el eje del alternador y que asegura una buena transmisión entre el volante de la bicicleta (rueda) y el eje del alternador, evitando el deslizamiento entre los mismos.

El buje se fabrica a medida para obtener la relación de transmisión deseada.

El fabricante seleccionado es FARGOMAS, empresa dedicada a la fabricación de piezas de caucho.

El buje tendrá el siguiente formato:



*Fig. VI. 3*

Las medidas del mismo son:

Diámetro interno: 15.875 mm

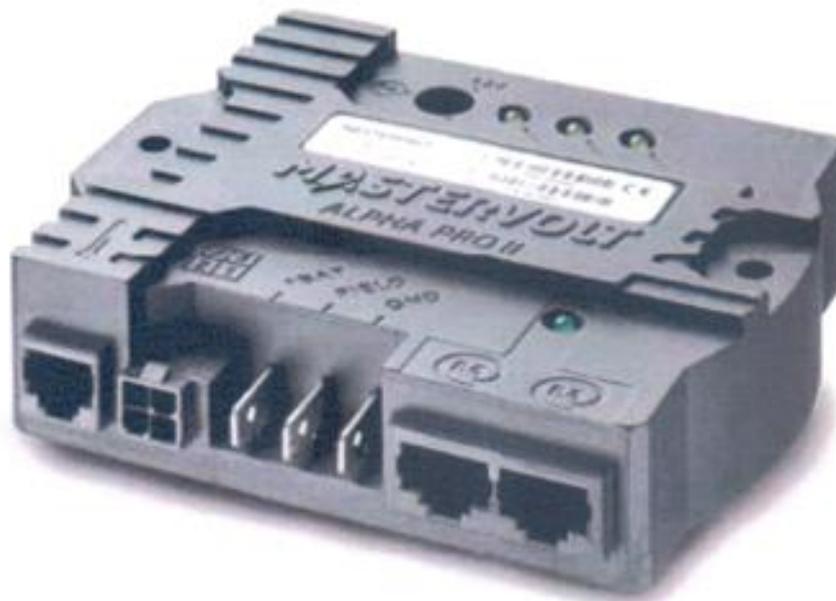
Diámetro externo: 66.5 mm

Alto: 35 mm

# CAPITULO VII

## EL REGULADOR DE CARGA

---



### ***VII.1. Función***

Es un dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas profundas.

El regulador de tensión controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. También genera alarmas en función del estado de dicha carga.

Los reguladores actuales introducen microcontroladores para la correcta gestión de un sistema de este tipo. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso los hay que memorizan datos que permiten conocer cuál ha sido la evolución de la instalación durante un tiempo determinado. Para ello, consideran los valores de tensión, temperatura, intensidad de carga y descarga, y capacidad del acumulador. Existen dos tipos de reguladores de carga, los lineales y los conmutados.

## ***VII.II. Regulación de la intensidad de carga de las baterías: igualación, carga profunda, flotación.***

### ***VII.II.I Igualación***

Esta respuesta del regulador permite la realización automática de cargas de igualación de los acumuladores tras un período de tiempo en el que el estado de carga ha sido bajo, reduciendo al máximo el gaseo en caso contrario.

### ***VII.II.II Carga profunda***

Tras la igualación, el sistema de regulación permite la entrada de corriente de carga a los acumuladores sin interrupción hasta alcanzar el punto de tensión final de carga. Alcanzado dicho punto el sistema de regulación interrumpe la carga y el sistema de control pasa a la segunda fase, la flotación.

Cuando se alcanza la tensión final de carga, la batería ha alcanzado un nivel de carga próximo al 90% de su capacidad, en la siguiente fase se completará la carga.

### ***VII.II.III Carga final y flotación***

La carga final del acumulador se realiza estableciendo una zona de actuación del sistema de regulación dentro de lo que denominamos “Banda de Flotación Dinámica”. La BFD es un rango de tensión cuyos valores máximo y mínimo se fijan entre la tensión final de carga y la tensión nominal + 10% aproximadamente.

Una vez alcanzado el valor de voltaje de plena carga de la batería, el regulador inyecta una corriente pequeña para mantenerla a plena carga, esto es, inyecta la corriente de flotación. Esta corriente se encarga por tanto de mantener la batería a plena carga y cuando no se consuma energía se emplea en compensar la autodescarga de las baterías.

## ***VII.III. Indicadores de estado: desconexión del consumo por baja tensión de baterías y alarmas de señalización***

### ***VII.III.I Desconexión del consumo por baja tensión de batería***

La desconexión de la salida de consumo por baja tensión de batería indica una situación de descarga del acumulador próxima al 70% de su capacidad nominal. Si la tensión de la batería disminuye por debajo del valor de tensión de maniobra de desconexión de consumo durante más de un tiempo establecido, se desconecta el consumo. Esto es para evitar que una sobrecarga puntual de corta duración desactive el consumo.

Tensión de desconexión del consumo: tensión de la batería a partir de la cual se desconectan las cargas de consumo.

### ***VII.III.II Alarma por baja tensión de batería***

La alarma por baja tensión de batería indica una situación de descarga considerable. A partir de este nivel de descarga las condiciones del acumulador comienzan a ser comprometidas desde el punto de vista de la descarga y del mantenimiento de la tensión de salida frente a intensidades elevadas.

Esta alarma está en función del valor de la tensión de desconexión de consumo (siempre se encontrará 0,05 volt/elem. por encima).

En el regulador DSD, Si la tensión de la batería disminuye por debajo del valor de la alarma durante más de 10 segundos aprox. se desconecta el consumo. El regulador entra entonces en la fase de igualación y el consumo no se restaurará hasta que la batería no alcance media carga. Además, incluye una señal acústica para señalar la batería baja.

### ***VII.IV. Protecciones típicas***

- Contra sobrecarga temporizada en consumo.
- Contra sobretensiones en baterías y consumo.
- Contra desconexión de batería.

### ***VII.V. Indicadores de estado/señalizaciones habituales***

- Indicadores de tensión en batería.
- Indicadores de fase de carga.
- Indicadores de sobrecarga/ cortocircuito.

### ***VII.VI. Parámetros importantes que determinan su operación***

- **Intensidad Máxima de Carga o de generación:** Máxima intensidad de corriente procedente del sistema de generación que el regulador es capaz de admitir.
- **Intensidad máxima de consumo:** Máxima corriente que puede pasar del sistema de regulación y control al consumo.
- **Voltaje final de carga:** Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador (I flotación).

Este sistema suministrará la energía eléctrica a cargas específicas (luminarias).

Cada configuración de este subsistema tendrá un regulador, un inversor y una batería, para la gestión y el almacenamiento de energía.

### VII.VII. Regulador Alpha Pro

El regulador de carga Alpha Pro controla el voltaje de salida del alternador. Se ha diseñado para la recarga óptima tanto de las baterías líquidas, como de gel y AGM. La carga de baterías se culmina mediante un proceso de tres fases: BULK, ABSORCIÓN y FLOAT. Este funcionamiento tan sencillo y automatizado es posible gracias a un microprocesador que ejerce de cerebro del regulador Alpha Pro.

#### VII.VII.I. Sistema de carga en tres etapas

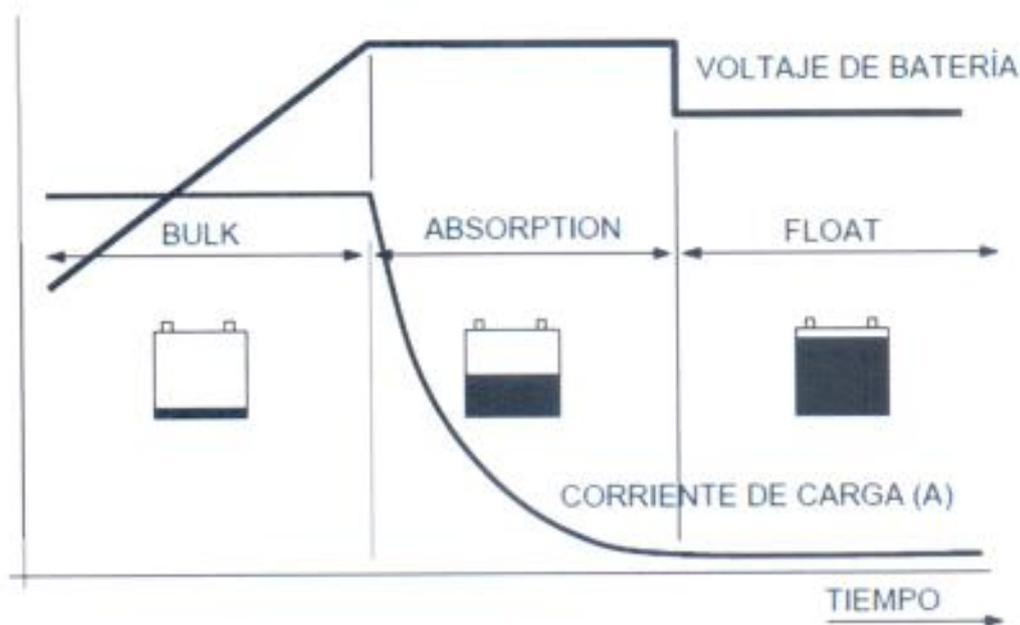


Fig. VII. 1

La primera etapa del sistema de carga Plus de tres etapas es la fase de BULK, en la que la corriente de salida del cargador es del 100%, y se carga rápidamente la mayor parte de la capacidad de la batería. La corriente carga las baterías y el voltaje asciende gradualmente al voltaje de absorción de 14.4V.

La duración de esta fase depende de la relación entre la batería y la capacidad del cargador, y naturalmente también del grado al que se descargaron las baterías para iniciar la carga. A la fase de Bulk le sigue la fase de Absortion. La carga de absorción se inicia cuando el voltaje en las baterías ha alcanzado los 14.4V, y finaliza cuando la batería está completamente llena. El voltaje de la batería permanece constante a 14.25V durante esta etapa, la corriente de carga depende del grado al que fue descargada la batería inicialmente, del modelo de batería, de la temperatura ambiente, etc.

Durante la fase de Float, el Mass Combi cambia a 13.25V y estabiliza este voltaje para mantener las baterías en condiciones óptimas. Las cargas CC conectadas son

alimentadas directamente por el cargador. Si la carga es superior a la capacidad del cargador, la potencia adicional necesaria proviene de la batería que se irá descargando progresivamente hasta que el cargador regrese automáticamente de nuevo a la fase de Bulk.

Cuando el consumo desciende, el cargador regresa al funcionamiento normal del sistema de carga de tres etapas.

El funcionamiento general del sistema de carga es el siguiente:

Este sistema de carga se ha diseñado para conseguir un alto rendimiento con pocas r.p.m.. Consta de los siguientes componentes principales:

- 1- Alternador Alpha
- 2 - Regulador de carga Alpha-Pro
- 3 - Baterías y fusibles

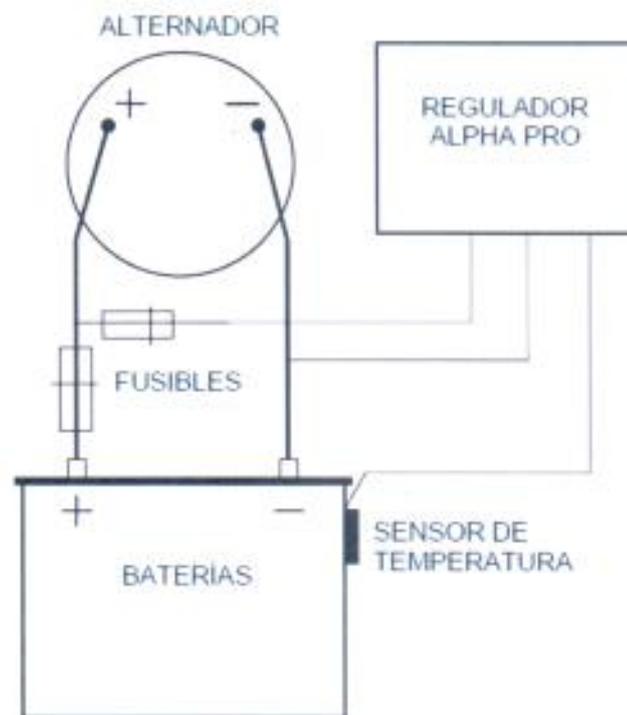


Fig. VII. 2

### ***VII.VII.II. Carga con compensación de temperatura***

El regulador Alpha Pro se suministra con un sensor de temperatura de batería. Al instalar este sensor de temperatura de batería, los voltajes de carga son adaptados automáticamente para las temperaturas desviadoras.

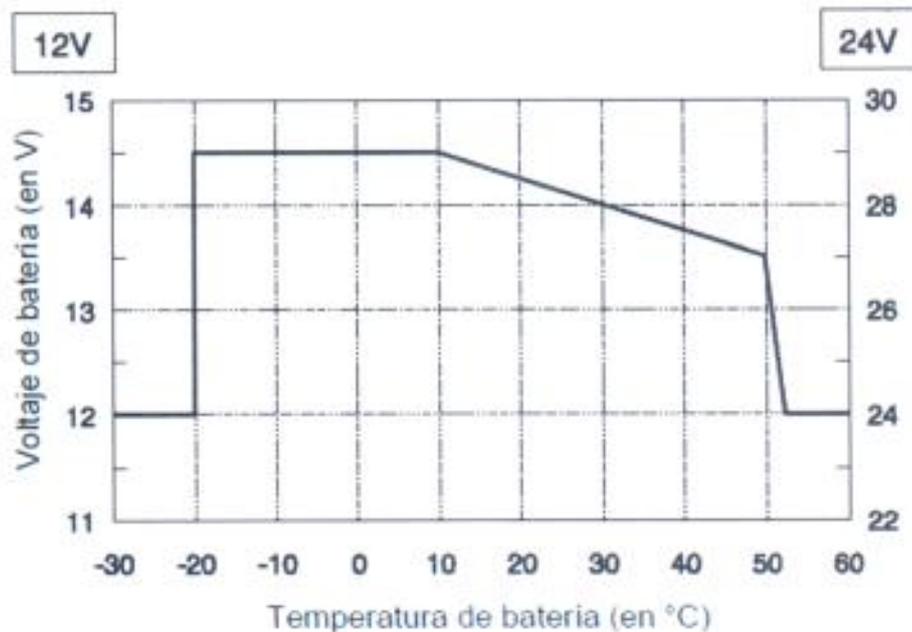


Fig. VII. 3

Cuando la temperatura de la batería es baja, la tensión de carga aumenta. Por otra parte, cuando la temperatura de la batería es elevada, la tensión de carga se reduce. De este modo se previene una sobrecarga y el burbujeo. Ello prolongará la vida útil de las baterías.

#### VI.VIII. *Calculo de los parámetros de selección del regulador de carga*

De acuerdo a los parámetros que determinan la operación del regulador de carga, mencionados en el punto VI de este capítulo (Intensidad Máxima de Carga o de generación, Intensidad máxima de consumo y voltaje final de carga), tenemos:

##### **Intensidad Máxima de Carga o de generación:**

Para determinar el valor de intensidad máxima de carga que debe admitir el regulador se considera adoptar un regulador de carga por alternador ya que la mayoría de los reguladores de carga comerciales no admiten intensidades de carga muy elevadas y, también, si disponemos, por ejemplo, un regulador de carga cada cuatro alternadores esto dificulta la colocación de interruptores (de ser necesarios) para el corte de la conexión entre las baterías y los reguladores de carga cuando está funcionando el inversor-cargador como se verá en el punto III del capítulo VIII debido a la corriente elevada que circularía por los conductores. Por lo tanto la intensidad máxima de carga que debe admitir el regulador de carga es igual a la intensidad que entrega el alternador.

De acuerdo a los márgenes de variación de la velocidad de rotación del alternador, la cual depende de las variaciones en el pedaleo de las personas, podemos considerar el rango de corriente siguiente, como se calculó en III del capítulo IV:

$$I_{\text{Alternador}} = 25,32 \text{ [A]} - 48,55 \text{ [A]}$$

En conclusión, el regulador de carga debe admitir una intensidad máxima de 48,55 [A].

**Intensidad máxima de consumo:**

Como se calculó en el punto III del capítulo V, la intensidad que toman tanto las baterías como las cargas conectadas en el momento de generación es:

$$I_{\text{máx. de consumo}} = 34,32 \text{ [A]}$$

**Voltaje final de carga:**

Como se determinó en el punto II.IV del capítulo III, el voltaje final de carga es 14,25[V], a partir de este voltaje se interrumpe la carga o el regulador de carga entrega la corriente de flotación. De todas maneras, debido al ciclo de carga-descarga determinado en el punto IV del capítulo V, la batería nunca llega a este valor de tensión.

Analizando los parámetros anteriores el regulador de carga seleccionado es **Alpha Pro 12V**.

Modelo:	Alpha Pro 12V
Tipo de alternador:	Modelos Alpha Pro 12/90 y 12/130 de Mastervolt
Voltaje nominal	12 V
Voltaje de carga – bulk / absorción*:	14.25V
Ajustabilidad – absorción:	13–15V
Ajustabilidad – flote:	13–13.9V
Compensación de temperatura:	–30mV por °C
Tiempo de absorción:	4 horas, ajustable desde 2 minutos a 4.5 horas
Largo de cable (regulador/alternador):	1.5 m
Largo del cable de sensor de temperatura	6m
Dimensiones (al x l x an) en mm	90x95x30
Peso:	0.4 kg
* Voltaje a 25°C (con sensor de temperatura conectado 14.4V a 20°C)	

*Tabla VII. 1*

# CAPITULO VIII

## INVERSOR DE CORRIENTE



### VIII.1. Tipos y características principales del inversor

En el mercado podemos encontrar dos tipos de inversores: Los de onda senoidal pura (PWM) y los de onda senoidal modificada (MSW).

Los inversores de onda senoidal modificada (MSW) pueden alimentar a la mayoría de los electrodomésticos actuales, sin embargo, pueden ocasionarnos problemas con aparatos con cargas inductivas, como son los motores. Los inversores de onda senoidal pura (PWM), "imitan" la forma de onda de la red eléctrica y en consecuencia son la mejor opción para alimentar a los equipos eléctricos y electrónicos actuales.

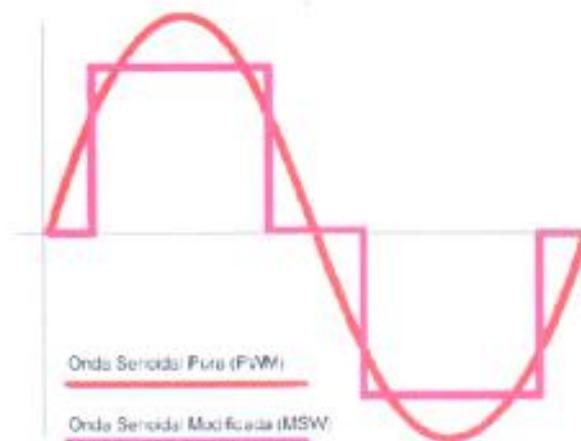


Fig. VIII. 1

Los inversores de onda senoidal modificada presentan una distorsión armónica total (THD) del % 20 y sus rendimientos son mayores al 90%.

En cambio los inversores de onda senoidal pura tienen un cuidadoso filtrado de la señal generada y constituyen la mejor opción no presentando ningún problema con la THD ni con la estabilidad de la tensión.

En el caso de los motores la forma de onda de la tensión que los alimenta debe aproximarse lo más posible a una onda senoidal pura, ya que el máximo rendimiento en el giro del motor se produce por el armónico fundamental a una frecuencia de 50Hz. Cualquier otro armónico que llegue al motor no produce giro, sino que disipa calor por efecto Joule lo que provoca calentamiento y pérdidas de rendimiento.

Las características más importantes a la hora de seleccionar los inversores son:

- Voltaje y corriente de entrada/salida.
- Tipo de forma de onda (cuadrada, senoidal).
- Límites del voltaje de entrada.
- Bajo autoconsumo y alto rendimiento.
- Distorsión armónica total (THD). A menor THD menor ruido e interferencias. Hay que tener en cuenta el factor de potencia de operación de las cargas.
- Potencia de salida.
- Capacidad de sobrecarga. Importante en caso de arranque de motores.
- Regulación de tensión de salida independiente de la tensión de entrada y del consumo.
- Regulación de la frecuencia de salida.
- Facilidad de reparación y mantenimiento.
- Umbral de arranque ajustable. (nivel mínimo de carga para que el inversor arranque).

Para el caso de un sistema autónomo podemos mencionar otros aspectos a tener en cuenta a la hora de elegir un inversor, ya que en este caso el inversor funcionará todo el tiempo conectado a un grupo de baterías entregando energía a las cargas de CA de la instalación.

Estos aspectos son:

- Rango de variación admisible de la tensión de entrada, ya que la tensión de la batería varía en función de su estado de carga.
- Estabilidad de la tensión a la salida.
- Rendimiento del inversor en función del factor de potencia de las cargas. Ya que el mismo disminuye cuando las cargas presentan factores de potencia menores a 0,95.

En síntesis, a la hora de seleccionar un inversor para una instalación autónoma necesitamos al menos conocer los siguientes datos:

- Tensión nominal
- Rango de tensión a la entrada
- Frecuencia
- Potencia nominal
- Tensión de salida (RMS)
- Rendimiento a la potencia nominal
- Consumo en vacío
- Protecciones incorporadas

### VIII.II. Cálculo y selección del inversor

Para seleccionar el inversor tenemos en cuenta la máxima demanda de potencia de acuerdo al diagrama de carga:



Fig. VIII. 2

El pico de potencia se da entre las 20 y las 21hs con un consumo de 210,83 [A] y 12 [V]:

$$P_{\text{pico}} = 210,83 \text{ [A]} \times 12 \text{ [V]} = 2529,96 \text{ [W]}$$

Como pueden haber días en que no contemos con el funcionamiento de los alternadores (por ejemplo por suspensión de alguna de las clases diarias), necesitamos un sistema auxiliar de recarga de las baterías para suplir la falta de generación.

Por tal motivo, se opta por seleccionar un **INVERSOR Y CARGADOR DE BATERÍAS**.

### VIII.III. Inversor y cargador de baterías

#### VIII.III.I Descripción general

El inversor de onda sinusoidal pura es un poderoso todo-en-uno, entrega una salida Senoidal Pura limpia, libre de interferencias, con una verdadera potencia de salida y los combina con un cargador de batería automático de tres etapas y diferentes tipos de carga seleccionables. Aplicable a cualquier tipo de cargas, tales como aire acondicionado, electrodomésticos, electrónica de consumo y equipos de oficina. Este inversor puede trabajar en forma continua las 24hs.

El cargador inteligente de baterías y configurable en 7 modos, carga automáticamente cualquier tipo de baterías sin el riesgo de sobrecarga. El diseño modular y compacto permite instalaciones más fácil y más rentable.

#### VIII.III.II Modos de operación

##### Diagrama de bloques del sistema

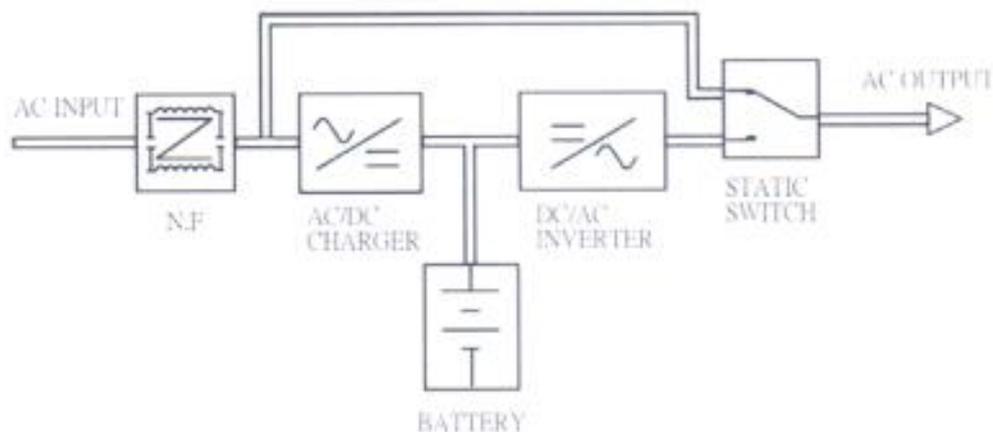


Fig. VIII. 3

##### Operación con corriente alterna externa

Hay dos circuitos principales funcionando cuando se alimenta con corriente alterna: el circuito de corriente alterna y el cargador de baterías. La energía de salida de corriente alterna proviene de la entrada de corriente alterna, ésta pasa a través del interruptor estático para energizar las cargas conectadas. El cargador de baterías también está alimentado y recarga las baterías.

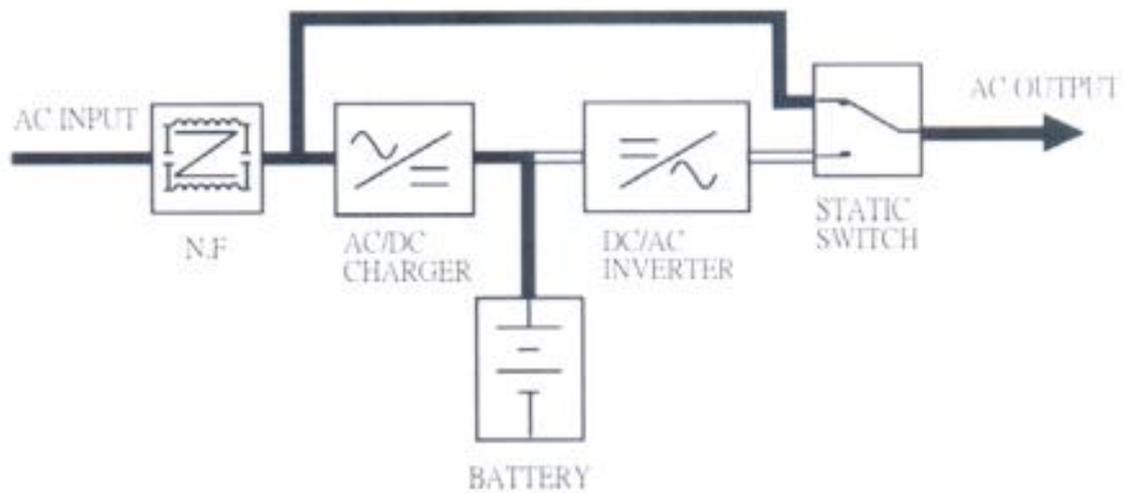


Fig. VIII. 4

**Sin corriente alterna externa (modo batería)**

La salida de corriente alterna proviene de las baterías, pasando a través del inversor de corriente continua.

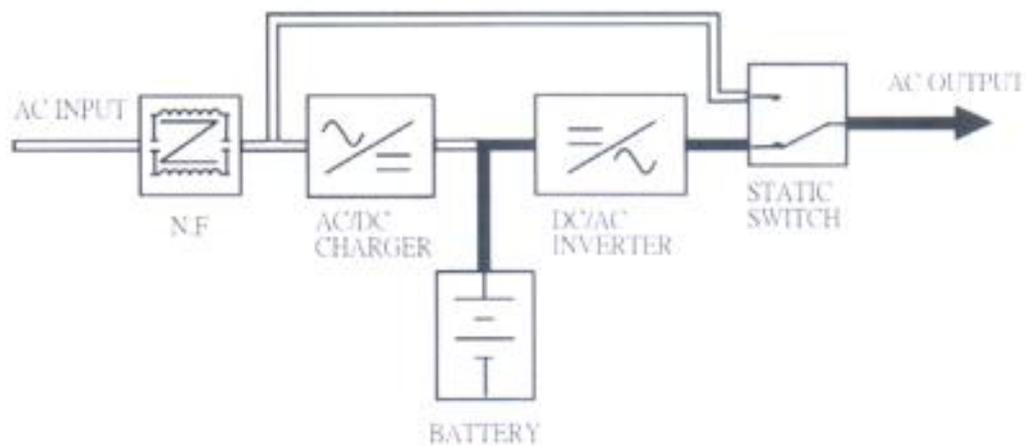


Fig. VIII. 5

El inversor-cargador de baterías seleccionado es marca **Enertik modelo ICW-3000-12**

**ESPECIFICACIONES DEL INVERSOR**

Capacidad	Continua / Pico	1000W / 3000W			
Entrada	Voltaje nominal		220Vac		
	Voltaje	Rango	180-260Vac		
		Frecuencia	50Hz / 60Hz (45Hz - 70Hz)		
		Transferencia por bajo	184Vac ± 2%		
		Retorno por bajo	194Vac ± 2%		
		Transferencia por alto	253Vac ± 2%		
Retorno por alto	243Vac ± 2%				
Salida Modo Inversor	Voltaje		220Vac		
	Regulación de Voltaje		<3% RMS (para cualquier valor de tensión de entrada)		
	Frecuencia		50 Hz ± 0.1 Hz		
	Factor de Potencia		0.9-1.0		
	Forma de Onda		Senoidal Pura		
	Eficiencia		> 88%		
	Modo Inversor		Control electrónico automático		
Tiempo de transferencia	Típico		< 10 ms.		
Batería	Voltaje de la batería		12Vdc		
	Autonomía (a plena carga)		Según la capacidad de las baterías conectadas		
	Rango de Tensión de Entrada		10-16V		
Cargador de Baterías	Tipo / Modos		3 etapas / 7 modos seleccionables		
	Corriente de carga		35A	50A	70A
	Modos de Carga		Tensión de Carga		Tensión de Flote
	Gel U.S.A		14.0V		13.7V
	A.G.M 1		14.1V		13.4V
	A.G.M 1		14.6V		13.7V
	Plomo Acido Sellado		14.4V		13.6V
	Gel Euro		14.4V		13.8V
	Plomo Acido Abierto		14.8V		13.3V
	Calcio		15.1V		13.6V
	Desulfatación		15.5V x 4hs.		
Alarma audible	Modo de Batería		Alarma cada cuatro segundos		
	Batería baja		Alarma cada segundo		
	Falla de Sistema		Alarma sonando continuamente		
	Sobrecarga		Alarma dos veces por segundo		
Medio ambiente	Temperatura de operación		0-40 °C		
	Humedad relativa		0-95% sin condensación		
Físico	Ruido audible		Menor a 55dBA (a 1m)		
	Peso neto (Kgs.)		22		
	Ancho x Alto x Largo (mm.)		442 x 218 x 179		

# CAPITULO IX INSTALACIÓN

## IX. 1. Instalación eléctrica de generación

El diagrama para una bicicleta se grafica en la figura IX. 1, en donde tenemos la bicicleta acoplada por medio de una polea de goma al alternador, y a través del regulador de carga cargamos la batería que alimenta el inversor-cargador y abastecemos de energía el circuito de iluminación.



Fig. IX. 1

Si consideramos la instalación completa tenemos el diagrama de la figura IX. 2 (por motivos de simplificación consideramos 4 configuraciones de bicicleta-alternador-regulador-batería, teniendo en cuenta que el diagrama se extiende hasta 16 configuraciones iguales):

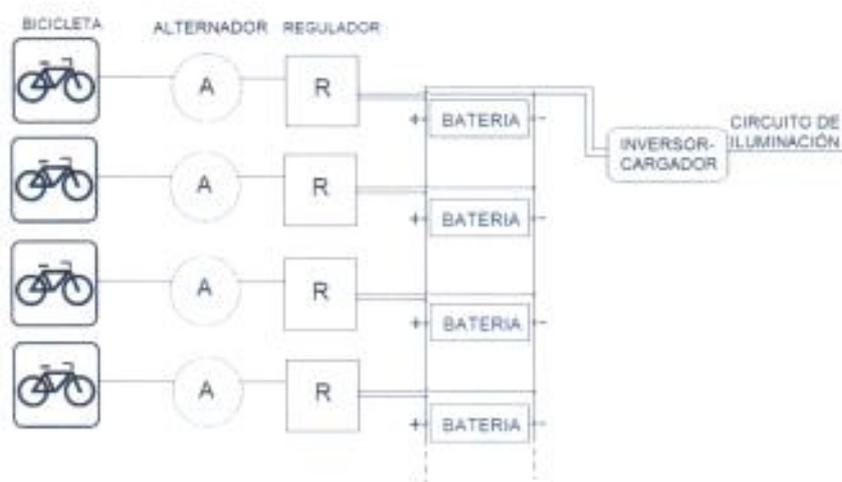


Fig. IX. II

El sistema funciona de la siguiente manera:

- En condiciones normales, es decir cuando tenemos generación por parte de las bicicletas, los alternadores-reguladores cargarán las baterías y abastecerán al inversor-cargador para entregar energía al circuito de iluminación.
- Cuando no haya generación por parte de las bicicletas y el banco de baterías este cargado, el banco de baterías suministrará la energía eléctrica al circuito de iluminación a través del inversor-cargador.
- Si por algún motivo el banco de baterías no dispone de la energía necesaria para abastecer al inversor-cargador (por ejemplo por suspensión de alguna de las clases de Spinning), se deberá pasar el interruptor del inversor-cargador manualmente para operar con corriente alterna externa y abastecer al circuito de iluminación. Al mismo tiempo que abastece al circuito de iluminación, el inversor-cargador estará recargando el banco de baterías.

### ***IX. II. Consideraciones a tener en cuenta***

- Cuando el inversor-cargador recargue el banco de baterías no habrá circulación de corriente hacia los alternadores-reguladores ya que disponen de diodos en inversa que impiden el paso de corriente y que el alternador pase a funcionar como motor.
- Si por algún motivo no se genera a través de las 16 bicicletas (por ejemplo por falta de personas durante la clase) las bicicletas disponibles recargarán las baterías a un mismo nivel de carga (por encontrarse conectadas en paralelo). Esta situación puede llevar a que en determinado momento se corte el suministro de electricidad por bajo porcentaje de nivel de carga de las baterías y haya que pasar el interruptor del inversor-cargador para operar con corriente alterna externa.
- Cada persona cuando pedalea genera una potencia, al aumentar la velocidad de pedaleo aumentará la corriente que la misma genere a través del alternador aumentando así el par resistente que el alternador genera sobre la persona. Por este motivo, para mantener constante el par que ejerce el ciclista, se deberá reducir el freno mecánico que actúa sobre la rueda de la bicicleta para mantener constante la fuerza de pedaleo durante el intervalo de tiempo.
- La tensión de los alternadores será igual a 14.25 V y se mantendrá constante durante el proceso de carga debido a que la velocidad mínima de pedaleo de acuerdo a la *Tabla I. 2* del capítulo I punto VI es:

Tiempo (minutos)	Cadencia de pedaleo (rpm)	Velocidad rueda volante (rpm)
1	70	207,04

De a la velocidad de giro de la rueda volante y en función de los diámetros de la rueda y la polea del alternador tenemos:

$$D \times n_1 = d \times n_2$$

Donde:

D: diámetro de la rueda volante = 450 mm

d: diámetro de la polea del alternador = 66.5 mm

$n_1 = 207.04 \text{ rpm}$

Entonces:

$$D \times n_1 = d \times n_2$$

$$n_2 = (450 \text{ mm} \times 207.04 \text{ rpm}) / 66.5 \text{ mm}$$

$$n_2 = 1401.02 \text{ rpm}$$

Teniendo en cuenta que el alternador tiene como característica operar a bajas revoluciones, esta velocidad mínima de giro es superior a la mínima velocidad de funcionamiento del alternador, por lo que la tensión que entrega se mantendrá constante a lo largo del proceso de carga y no dificultara su puesta en paralelo. Si por algún motivo la tensión de uno o más alternadores desciende, el regulador de carga lo desconectara del banco de baterías por baja tensión.

### ***IX. III. Instalaciones eléctricas complementarias***

Para dimensionar las instalaciones eléctricas del gimnasio, se consideró un cuarto contiguo a la sala de Spinning de  $8 \text{ m}^2$  (2 m x 4 m) y de 3 m de altura; dentro de este espacio se colocara el tablero eléctrico, el banco de baterías (que se entregan de fábrica con sus respectivas estanterías), los reguladores de carga y el inversor-cargador.

La iluminación será alimentada por el sistema de generación y tendrán como suministro de respaldo de energía la red eléctrica de la edificación a través del inversor-cargador, cuya transición se realizará por conmutación manual.

Para verificar que el espacio del cuarto sea suficiente para almacenar el banco de baterías tenemos las dimensiones de cada elemento de la batería (elemento que requiere el mayor porcentaje del espacio del cuarto).

De acuerdo a la siguiente figura tenemos:

Celda tipo	Capacidad en 5 horas (Ah)	Dimensiones bloques (mm)					Peso kg.
		H	W	L(1)	L(2)	L(3)	
SBM 11	11	194	123		64	94	0.90
SBM 15	15	194	123		74	108	1.20
SBM 22	22	264	123		64	94	1.50
SBM 30	30	264	123		74	108	1.80
SBM 43	43	349	195		69	100	3.40
SBM 56	56	405	195		69	100	4.00
SBM 65	65	349	195		79	115	4.10
SBM 84	84	405	195		79	115	4.90

Fig. IX. 3

Las dimensiones de la base de cada elemento de la batería son 79 x 115 mm. Cada batería estará formada por 10 elementos, de acuerdo al punto II.IV del capítulo III. Por lo tanto el espacio que ocupa cada batería es:

$$E = L(2) \times L(3) \times (1 \text{ m}^2/1000000\text{mm}^2) \times 10$$

Siendo:

- E: espacio que ocupa cada batería en  $\text{m}^2$
- L(2) y L(3): dimensiones de la base de cada elemento de batería

$$E = (79 \text{ mm} \times 115 \text{ mm}) \times (1 \text{ m}^2/1000000\text{mm}^2) \times 10$$

$$E = 0.091 \text{ m}^2$$

Teniendo en cuenta que dispondremos de 16 baterías, el espacio que estas ocuparan será:

$$E_t = E \times 16$$

$$E_t = 0.091 \text{ m}^2 \times 16$$

$$E_t = 1.456 \text{ m}^2$$

A partir del valor de  $E_t$  calculado, se verifica que el espacio disponible en el cuarto contiguo resulta suficiente para almacenar el banco de baterías y el resto de los elementos de la instalación.

De a la velocidad de giro de la rueda volante y en función de los diámetros de la rueda y la polea del alternador tenemos:

$$D \times n_1 = d \times n_2$$

Donde:

D: diámetro de la rueda volante = 450 mm

d: diámetro de la polea del alternador = 66.5 mm

$n_1 = 207.04$  rpm

Entonces:

$$D \times n_1 = d \times n_2$$

$$n_2 = (450 \text{ mm} \times 207.04 \text{ rpm}) / 66.5 \text{ mm}$$

$$n_2 = 1401.02 \text{ rpm}$$

Teniendo en cuenta que el alternador tiene como característica operar a bajas revoluciones, esta velocidad mínima de giro es superior a la mínima velocidad de funcionamiento del alternador, por lo que la tensión que entrega se mantendrá constante a lo largo del proceso de carga y no dificultara su puesta en paralelo. Si por algún motivo la tensión de uno o más alternadores desciende, el regulador de carga lo desconectara del banco de baterías por baja tensión.

### ***IX. III. Instalaciones eléctricas complementarias***

Para dimensionar las instalaciones eléctricas del gimnasio, se consideró un cuarto contiguo a la sala de Spinning de  $8 \text{ m}^2$  (2 m x 4 m) y de 3 m de altura; dentro de este espacio se colocara el tablero eléctrico, el banco de baterías (que se entregan de fábrica con sus respectivas estanterías), los reguladores de carga y el inversor-cargador.

La iluminación será alimentada por el sistema de generación y tendrán como suministro de respaldo de energía la red eléctrica de la edificación a través del inversor-cargador, cuya transición se realizará por conmutación manual.

Para verificar que el espacio del cuarto sea suficiente para almacenar el banco de baterías tenemos las dimensiones de cada elemento de la batería (elemento que requiere el mayor porcentaje del espacio del cuarto).

# CAPITULO X

## ANÁLISIS ECONOMICO-FIANCIERO

### *X.I. Resumen de la instalación*

Por cada bicicleta (16 unidades) disponible en la sala de Spinning tenemos:

- Alternador **Alpha 12/90** marca **Mastervolt**
- Polea de goma (buje) marca
- Regulador de carga **Alpha Pro 12V** marca **Mastervolt**
- Batería **SBM 84** marca **Saft**

A esto hay que agregarle el inversor-cargador de baterías:

- **ICW-3000-12** marca **Enertik**

### *X.II. Inversión inicial*

Para determinar el monto de la inversión inicial no se tiene en cuenta el costo de adquisición de las bicicletas.

De acuerdo a los elementos necesarios mencionados anteriormente tenemos:

Elemento	Marca	Modelo	Cantidad	Costo Unitario [S]	Costo total [S]
<b>Alternador</b>	Mastervolt	Alpha 12/90	16	5900	94400
<b>Polea de goma</b>	Fargomas	-	16	15	240
<b>Regulador</b>	Mastervolt	Alpha Pro 12V	16	Incluido con el alternador	-
<b>Batería</b>	Saft	SBM 84	16	4295.50	68728
<b>Inversor-Cargador</b>	Enertik	ICW-3000-12	1	15780	15780
					<b>S 179148</b>

*Tabla X. 1*

El costo total de la instalación es de \$ 179148.

Claramente es un costo muy elevado si lo comparamos con el costo que tiene la energía eléctrica que se puede comprar a una empresa distribuidora como EDEA.

### ***X.II. Consumo de iluminación***

De la factura de EDEA del gimnasio tenemos:

Costo fijo: \$ 5,37

Costo variable con subsidio por kWh: \$ 0,2503

Costo variable sin subsidio por kWh: \$ 0,5760

El costo del kilowatt-hora con subsidio del estado nacional es de \$ 0,2503 lo que para una demanda diaria de iluminación de 23,29 kWh nos da un costo total bimestral de:

$\$ 0,2503 \times 23,29 \text{ kWh} \times 52 \text{ días} = \$ 303,13$

Se consideran 52 días ya que no se suman los domingos ya que el gimnasio no abre dicho día.

El costo del kilowatt-hora sin subsidio del estado nacional es de \$ 0,5760 lo que para una demanda diaria de iluminación de 23,29 kWh nos da un costo total bimestral de:

$\$ 0,5760 \times 23,29 \text{ kWh} \times 52 \text{ días} = \$ 697,58$

**Tenemos:**

#### **GASTOS DE CONSUMO:**

C. Fijo + Energía sin subsidio: \$ 708,32

Cargo fijo: \$ 10,74

Cargo variable residencial: \$ 303,13

Incremento costo mayorista: \$ 23,50

RES MI 206/13: \$ 36,00

Subsidio estado nacional: -\$ 394,45

**SUBTOTAL COSTO ENERGIA:**  
**\$373,37**

#### **IMPUESTOS:**

IVA consumidor final 21%: \$ 78,41

LEY 23681 0,60%: \$ 2,24

LEY 11769 ART 74 0,60%: \$ 2,24

LEY 11769 ART 75 6,00%: \$ 22,40

LEY 11769 FDO. COMP. 8,00%: \$ 29,87

LEY PROV 7290 10,00%: \$ 37,34

LEY PROV 9038 5,50%: \$ 20,54

**SUBTOTAL IMPUESTOS: \$ 193,04**

**TOTAL BIMESTRAL: \$ 373,37 + \$ 193,04 = \$ 566,41**

**TOTAL ANUAL = \$566,41 x 6 = \$ 3398,46**

### ***X.III. Rentabilidad***

La relación entre el monto de inversión inicial y el ahorro anual es de aproximadamente 53 a 1.

$$\text{Inversión inicial / ahorro bimestral} = \$ 179148 / \$ 3398,46$$

$$\text{Inversión inicial / ahorro bimestral} = 52.71$$

Con estos valores es evidente, sin necesidad de realizar más análisis, que el proyecto no resulta rentable en un plazo razonable.

Evidentemente el sistema de generación de energía propuesto no resulta rentable en comparación con la compra de energía eléctrica a una empresa distribuidora. Pero cabe aclarar que aunque económicamente no resulte conveniente, este tipo de generación de energía es una opción viable para lugares en los que se busca una fuente de energía limpia.

Además es preciso aclarar que el costo de los componentes de la instalación es muy elevado en nuestro país, ya sea por la falta de desarrollo tecnológico o por la restricción a las importaciones que hace que sea muy caro y dificultoso conseguir productos importados.

# CAPITULO XI

## ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

---



La energía eléctrica generada a partir del sistema de generación que se propone en este trabajo, constituye una fuente inagotable de energía, contribuye al autoabastecimiento energético y es menos perjudicial para el medio ambiente que el uso de combustibles fósiles, evitando los efectos de su uso directo y los derivados de su generación.

Este sistema de generación de energía eólica es un recurso renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar fuentes de energía a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde. El impacto ambiental de este tipo de energía es además, generalmente, menos problemático que el de otras fuentes de energía.

### ***XI.1. Aspectos ambientales afectados***

Podemos decir que el uso de la energía eléctrica generada en este sistema afecta al ambiente en los siguientes aspectos:

**Clima:** la generación de energía eléctrica no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce polución térmica ni emisiones de CO<sub>2</sub> que favorezcan el efecto invernadero.

**Suelo:** al no producirse ni contaminantes, ni vertidos, ni movimientos de tierra, la incidencia sobre las características físico-químicas del suelo o su erosionabilidad es nula.

**Aguas superficiales y subterráneas:** No se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación por residuos.

**Flora y fauna:** la repercusión sobre la vegetación es nula. Además, al eliminarse o reducirse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.

**Paisaje:** este sistema de generación se desarrolla internamente del edificio, por lo que es un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras. Así al tratarse de un sistema autónomo, no se altera el paisaje con postes y líneas eléctricas.

**Ruidos:** el sistema de generación es muy silencioso, el único dispositivo que genera ruido es el alternador pero lo hace a muy baja escala. De todas maneras el ruido generado se ve tapado por el ruido ambiente y la música que se reproduce durante las clases.

Como efectos negativos sobre el ambiente podemos decir que la batería gastada se ha convertido en un residuo peligroso y no puede descartarse como cualquier residuo domiciliario.

### ***XI.II. Consecuencias medioambientales del uso de baterías de ni-cd***

Las baterías de Ni-Cd contienen de un 6% a un 18% de cadmio, que es un metal pesado tóxico, por eso requiere cuidado especial cuando se desecha y que por lo tanto requiere un cuidado especial durante su eliminación, ya que en organismos sobreexposados, el cadmio ocasiona graves enfermedades tales como cáncer de pulmón. Estas enfermedades son ocasionadas por la contaminación y residuos que emite al ser incinerado o absorbido por el suelo. Estos residuos pueden llegar a las personas y a especies animales mediante el agua, los alimentos y el aire que respiramos. Por eso muchos países tienen programas de reciclaje para reprocessar baterías viejas de Ni-Cd

Parte del alto precio de las baterías de Ni-Cd es debido a la necesidad de que tengan un diseño que prevenga posibles escapes.

De todas maneras, el fabricante de las baterías asegura lo siguiente:

### ***XI.III. Seguridad en el servicio***

Las baterías Saft-Nife no producen vapores corrosivos y su resistente recipiente de polipropileno garantiza la integridad estructural de la batería a lo largo de su larga vida útil.

### ***XI.IV. Protección del medio ambiente***

Saft-Nife se toma muy en serio su responsabilidad de asegurar que la fabricación, la instalación y el funcionamiento de sus productos no dañen el medio ambiente. El 99% de los metales de las baterías de Ni-Cd son reciclables. En el centro especializado de reciclaje de Saft-Nife se recupera el níquel, cadmio, acero y plástico de las baterías que ya han terminado su vida útil, lo que asegura la máxima reutilización de los materiales.

## CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se ha buscado analizar virtudes y defectos de un sistema alternativo de generación de energía, abordando la posibilidad de aportar una forma de solución a un problema de extrema actualidad, tal como el agotamiento de las fuentes de energía.

La búsqueda no sólo debe apuntar a generar nuevas fuentes, sino que éstas además deben contrarrestar el fuerte impacto ecológico que provocan las actuales formas de generación. Es por ello que, si bien el balance económico del estudio se encuentra lejos del ideal en las condiciones macroeconómicas actuales, es valioso el resultado en términos de desarrollo de nuevas estrategias medioambientales, de búsqueda de formas limpias de producción de energía y hasta de producir un efecto concientizador exhibiendo al público un sistema alternativo, fácil de instalar, sano y acoplado a una actividad gratificante como el ejercicio físico, donde el usuario se siente parte misma del fenómeno.

Descartando el resultado económico, resulta atractivo (o al menos realizable) el diseño propuesto. El sistema permite aprovechar la energía proveniente de una fuente de energía renovable como es la energía cinética, generada en la actividad física que desarrollan los usuarios de máquinas aeróbicas en una clase de Spinning. La conversión de la energía cinética en eléctrica permite disminuir la dependencia de la energía eléctrica de la red y aprovechar la producida por el ser humano, que actualmente se desperdicia.

El resultado económico, si bien negativo en términos de retorno de la inversión, debe relativizarse y en todo caso, volver a analizarse en diversas circunstancias de épocas y ubicación geográfica. Ello es así a partir de que a lo largo del trabajo se encontraron diferentes obstáculos (coyunturales en su mayoría) por cuestiones técnicas, de mercado e incluso políticas como son las trabas a las importaciones o los importantes subsidios que disminuyen artificialmente el costo del consumo eléctrico. Dejando ello de lado, y con las condiciones dadas, se ha podido llegar a un diseño técnicamente factible que cumple el objetivo de generar energía, acumularla y distribuirla en un espacio acotado.

Como todo proyecto sin rentabilidad económica puede ser atractivo en términos de política social, cultural y de imagen de empresa comprometida con el medio ambiente. Para considerarlo realizable sería necesario plantearlo desde otro punto de vista, con intervención estatal o de organizaciones ambientalistas sin fines de lucro.

Desde una perspectiva de esparcimiento y concientización, grupos de personas pueden ser motivadas a pedalear durante periodos prolongados a cambio de ciertos beneficios, o atraídas por la posibilidad de ser partícipes de la generación de energía con fines prácticos.

También el concepto de Responsabilidad Social Empresarial es válido como motivador para que algunos se dispongan a adoptar el sistema propuesto.

Se puede resumir, a modo de conclusión, que la experiencia no resulta conveniente (en las condiciones económica y políticas actuales) desde el punto de vista económico, no puede ofrecerse a las empresas como un modo de economizar en el rubro, pero tiene un alto potencial desde el punto de vista social o cultural, por su perfecta factibilidad técnica y su fácil adaptabilidad a los sistemas instalados.

**FUENTES BIBLIOGRAFICAS**

- Energías renovables: actualidad y futuro en la Argentina, Lic. Silvina Chaves.
- Manual de elección, instalación y empleo de las baterías NIFE.
- Acumuladores, Conceptos generales. Ing. Claudio Dimenna.
- Manual Prestolite Indiel (Manual de taller Alternadores), 2004-2005.
- Catálogo técnico de reguladores de carga para sistemas solares, Hissuma.
- Cálculo de un Sistema Fotovoltaico Autónomo, Ing. Alberto Anesini.
- Catalogo energía alcalina, Batería alcalina Saft-Nife de Ni-Cd
- Manual del usuario ICW, Catalogo Enertik.
- Manual del usuario alternador alpha.
- “Generador eléctrico accionado por fuerza humana: una nueva alternativa de generación de energía”, Osorio Arturo, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2007.

*ÍNDICE*

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN .....	2
INTRODUCCION.....	4
INTRODUCCIÓN AL PROYECTO Y PLANTEAMIENTO DE LA NECESIDAD ...	5
DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD.....	5
OBJETIVO Y METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	5
CRISIS DE LAS ENERGÍAS NO RENOVABLES.....	5
ENERGÍAS RENOVABLES: ACTUALIDAD Y FUTURO EN LA ARGENTINA....	6
<b>CAPITULO I</b> .....	8
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA</b> .....	8
I.I. Generalidades de la generación eléctrica a partir de bicicletas estáticas.....	9
I.II. Mecánica del sistema de generación .....	9
I.III. Cómo calcular la fuerza de pedaleo .....	10
I.IV. Estimación de potencia de pedaleo .....	10
I.V. Comportamiento tipo tripulante-generator .....	11
I.VI. Bicicleta de spinning considerada.....	12
I.VII. Características de desempeño del grupo acople-generator .....	15
I.VIII. Selección de los componentes del sistema.....	16
<b>CAPITULO II</b> .....	17
<b>DEMANDA ENERGÉTICA DEL GIMNASIO</b> .....	17
II.I. Equipos eléctricos del gimnasio por zona .....	17
II.II. Calculo de la demanda energética.....	18
II.III. Demanda eléctrica de la iluminación.....	21
<b>CAPITULO III</b> .....	23
<b>BANCO DE BATERÍAS</b> .....	23
III.I.I. ¿Para qué sirve una batería?.....	24
III.I.II. Acumuladores alcalinos de níquel-cadmio.....	24
III.I.III. Fabricación de baterías con placas de bolsa.....	24
III.I.IV. Principio y reacciones químicas de funcionamiento.....	25
III.I.V. Propiedades de las baterías alcalinas con placas de bolsa.....	25

III.I.VI. Características de la descarga .....	26
III.I.VII. Resistencia interna .....	26
III.I.VIII. Características de carga .....	26
III.I.IX. Retención de la carga .....	27
III.I.X. Vida útil .....	27
III.I.XI. Efecto memoria .....	27
III.II Cálculo y elección de baterías alcalinas de ni-cd.....	28
III.II.I. Consideraciones y criterios a tener en cuenta.....	28
III.II.II Calculo de la capacidad de la batería .....	29
III.II.III. Calculo completo de la batería.....	30
III.II.IV. Calculo del número de elementos.....	31
III.II.V. Calculo de la capacidad de la batería .....	32
<b>CAPITULO IV</b> .....	42
<b>EL GENERADOR</b> .....	42
IV.I. Selección del generador .....	42
IV.II. Principio de funcionamiento de los alternadores.....	42
IV.III. Selección del alternador: Alternador alpha .....	47
<b>CAPITULO V</b> .....	52
<b>DETERMINACION Y VERIFICACIÓN DEL</b> .....	52
<b>PROCESO DE CARGA Y DESCARGA DE LAS BATERIAS</b> .....	52
V.I. Etapas de carga en baterías.....	52
V.II. Métodos de carga .....	53
V.III. Cálculo de la corriente del alternador.....	55
V.IV. Determinación del proceso de carga y descarga de las baterías .....	56
<b>CAPITULO VI</b> .....	59
<b>RELACIÓN DE TRANSMISIÓN ENTRE EL ALTERNADOR Y LA RUEDA</b> .....	59
V.I. Calculo de la relación de transmisión .....	59
<b>CAPITULO VII</b> .....	62
<b>EL REGULADOR DE CARGA</b> .....	62
VII.I. Función .....	62
VII.II. Regulación de la intensidad de carga de las baterías: igualación, carga profunda, flotación.....	63
VII.II.I Igualación.....	63
VII.II.II Carga profunda .....	63

VII.II.III Carga final y flotación.....	63
VII.III.I Desconexión del consumo por baja tensión de batería.....	63
VII.III.II Alarma por baja tensión de batería.....	64
VII.IV. Protecciones típicas .....	64
VII.V. Indicadores de estado/señalizaciones habituales.....	64
VII.VI. Parámetros importantes que determinan su operación .....	64
VII.VII. Regulador alpha pro .....	65
VII.VII.I. Sistema de carga en tres etapas .....	65
VII.VII.II. Carga con compensación de temperatura .....	66
VI.VIII. Calculo de los parámetros de selección del regulador de carga .....	67
<b>CAPITULO VIII.....</b>	<b>69</b>
<b>INVERSOR DE CORRIENTE.....</b>	<b>69</b>
VIII.I. Tipos y características principales del inversor.....	69
VIII.II. Cálculo y selección del inversor .....	71
VIII.III. Inversor y cargador de baterías.....	72
VIII.III.I Descripción general.....	72
VIII.III.II Modos de operación.....	72
<b>CAPITULO IX.....</b>	<b>75</b>
<b>INSTALACIÓN .....</b>	<b>75</b>
IX. I. Instalación eléctrica de generación .....	75
IX. II. Consideraciones a tener en cuenta.....	76
IX. III. Instalaciones eléctricas complementarias.....	77
<b>CAPITULO X .....</b>	<b>79</b>
<b>ANÁLISIS ECONOMICO-FIANCIERO .....</b>	<b>79</b>
X.I. Resumen de la instalación .....	79
X.II. Inversión inicial.....	79
X.II. Consumo de iluminación .....	80
X.III. Rentabilidad.....	81
<b>CAPITULO XI.....</b>	<b>82</b>
<b>ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>82</b>
XI.I. Aspectos ambientales afectados.....	82
XI.II. Consecuencias medioambientales del uso de baterías de ni-cd.....	83
XI.III. Seguridad en el servicio .....	84

XI.IV. Protección del medio ambiente .....	84
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	85
<b>FUENTES BIBLIOGRAFICAS</b> .....	86
<b>ÍNDICE</b> .....	87
Anexo 1 .....	91
Anexo 2 .....	94
Anexo 3 .....	98
Anexo 4 .....	100

Anexo 1

CATALOGO BATERÍAS SAFT-NIFE

Gama **SBM**  
Características, dimensiones y peso



Celda tipo	Capacidad en Ah (20h)	Dimensiones (milímetros)					Peso (kg)	Volumen Electrolyte en Litros - Máximo	Cantidad Electrolyte por celda		Composición de celda
		H	W	L1	L2	L3			Líquido (kg)	Líquido (l)	
SBM 11	11	194	123	64	34	0,90	110	0,10	0,30	M 6	
SBM 15	15	194	123	74	48	1,20	120	0,11	0,31	M 6	
SBM 22	22	264	123	64	34	1,30	110	0,15	0,48	M 6	
SBM 30	30	264	123	74	48	1,80	120	0,15	0,48	M 6	
SBM 43	43	340	195	88	100	3,40	240	0,21	0,95	M 6	
SBM 56	56	405	195	88	100	4,00	240	0,26	1,1	M 6	
SBM 65	65	340	195	79	115	4,30	280	0,42	1,0	M 8	
SBM 84	84	405	195	79	115	4,90	280	0,29	1,2	M 8	
SBM 112	112	405	195	94	137	6,30	330	0,45	1,4	M 8	
SBM 138	138	405	195	115	169	7,60	430	0,55	1,7	M 10	
SBM 161	161	405	195	127	187	8,40	500	0,61	1,9	M 10	
SBM 184	184	405	195	150	242	9,90	530	0,78	2,4	M 10	
SBM 208	208	405	195	182	268	11,5	700	0,94	2,9	M 10	
SBM 231	231	405	195	180	264	12,0	700	0,94	2,9	M 10	
SBM 277	277	405	195	220	336	14,5	860	1,13	3,5	2 x M 10	
SBM 300	300	405	195	240	354	15,5	860	1,20	3,7	2 x M 10	
SBM 323	323	405	195	250	372	16,5	1000	1,28	3,9	2 x M 10	
SBM 346	346	405	195	278	378	17,5	1100	1,42	4,4	2 x M 10	
SBM 369	369	405	195	350	364	19,5	1200	1,55	4,8	2 x M 10	
SBM 392	392	405	195	371	358	21,0	1300	1,72	5,3	2 x M 10	
SBM 415	415	405	195	383		23,0	1400	1,88	5,8	2 x M 10	
SBM 438	438	405	195	383		23,5	1400	1,88	5,8	2 x M 10	
SBM 461	461	405	195	383		24,0	1400	1,84	5,7	2 x M 10	
SBM 505	505	405	195	373		27,5	1600	2,10	6,5	3 x M 10	
SBM 550	550	405	195	373		30,0	1800	2,33	7,2	3 x M 10	
SBM 625	625	405	195	368		34,5	2100	2,82	8,7	3 x M 10	
SBM 690	690	405	195	368		36,0	2100	2,78	8,5	3 x M 10	
SBM 740	740	405	195	368		40,0	2400	3,11	9,6	4 x M 10	
SBM 830	830	405	195	357		46,0	2800	3,78	11,7	4 x M 10	
SBM 920	920	405	195	357		48,0	2800	3,82	11,8	4 x M 10	
SBM 965	965	405	195	372		50,5	3000	3,89	11,4	4 x M 10	
SBM 1040	1040	405	195	417		57,5	3500	4,72	14,6	5 x M 10	
SBM 1150	1150	405	195	417		60,0	3500	4,88	14,4	5 x M 10	
SBM 1220	1220	405	195	510		67,5	4100	5,50	17,0	6 x M 10	
SBM 1380	1380	405	195	522		72,0	4200	5,80	17,3	6 x M 10	



Gama **SBM**



ENERGIA ALCALINA S.R.L.

Prestaciones gama SBM para aplicaciones estacionarias:  
después de carga a tensión de flote constante.

Amperes a 20 ±5°C

Tensión final: 1.00 V/celda

Celda tipo	CS An	Horas					Minutos					Segundos					
		10	5	3	2	1	90	60	30	20	15	10	5	1	30	5	1
SBM 11	11	1.12	1.89	2.20	3.00	5.28	6.27	8.04	10.8	12.7	14.0	15.9	19.8	29.3	38.6	47.3	46.8
SBM 15	15	1.52	1.89	3.00	4.31	7.34	8.35	11.0	14.8	17.2	18.1	21.7	27.0	40.0	48.9	57.7	63.8
SBM 22	22	2.23	2.77	4.40	7.39	12.1	12.8	16.3	22.0	25.8	28.2	31.8	38.9	55.4	62.5	75.3	79.7
SBM 30	30	3.04	3.78	6.00	8.81	14.3	17.2	22.1	30.0	35.2	38.4	43.4	53.0	75.8	85.2	101	105
SBM 42	42	4.26	5.40	8.80	14.1	20.6	24.8	32.2	45.8	53.6	58.8	66.8	81.6	115	131	159	168
SBM 56	56	5.68	7.06	11.2	18.2	26.8	32.3	41.9	58.3	68.2	75.8	85.6	104	144	161	192	204
SBM 65	65	6.60	8.19	13.0	21.3	31.1	37.5	48.6	66.9	81.0	88.9	101	123	174	198	240	254
SBM 84	84	8.54	10.6	16.8	27.5	40.2	48.4	62.8	88.9	104	114	128	155	216	242	291	305
SBM 112	112	11.4	14.3	22.4	36.6	53.5	64.8	83.8	119	139	152	171	207	289	323	387	407
SBM 138	138	14.0	17.4	27.6	45.1	66.0	79.8	102	146	171	187	211	255	356	398	474	502
SBM 168	168	16.3	20.3	32.2	52.6	77.0	92.8	120	170	199	218	246	298	415	464	553	585
SBM 194	194	18.7	23.2	36.8	60.2	88.0	106	136	195	228	249	281	340	474	531	632	668
SBM 258	258	24.1	30.2	47.8	80.4	120	146	188	265	311	336	374	454	624	701	843	891
SBM 277	277	26.1	32.8	51.4	86.6	132	160	202	283	341	375	424	512	714	799	962	1007
SBM 300	300	28.4	35.8	55.8	95.1	143	173	224	317	371	406	455	555	775	865	1037	1081
SBM 324	324	31.8	40.7	64.8	108	154	186	242	342	400	437	494	597	832	921	1110	1155
SBM 348	348	35.1	45.0	72.0	121	168	204	264	368	429	468	525	640	882	977	1188	1238
SBM 388	388	39.5	49.5	78.0	135	192	240	312	420	486	528	594	720	984	1083	1308	1362
SBM 432	432	43.8	54.8	84.0	150	216	270	354	474	546	594	672	816	1116	1224	1464	1524
SBM 480	480	48.0	60.0	90.0	165	234	294	390	516	600	654	744	894	1218	1332	1596	1662
SBM 528	528	52.8	66.0	96.0	180	252	324	426	564	654	714	810	972	1308	1428	1716	1782
SBM 576	576	57.6	72.0	108.0	198	276	354	462	612	708	774	882	1056	1404	1536	1848	1914
SBM 630	630	63.0	78.0	120.0	216	300	390	510	666	768	840	960	1140	1500	1644	2004	2070
SBM 696	696	69.6	86.4	132.0	234	330	432	564	732	840	924	1056	1254	1638	1794	2196	2262
SBM 768	768	76.8	96.0	144.0	252	360	474	612	804	924	1020	1170	1386	1800	2004	2424	2490
SBM 840	840	84.0	105.0	156.0	270	390	510	654	858	984	1080	1248	1482	1914	2136	2568	2634
SBM 924	924	92.4	116.4	174.0	294	420	546	702	918	1056	1164	1344	1602	2040	2274	2724	2790
SBM 1008	1008	100.8	128.4	192.0	318	450	588	756	1002	1158	1278	1476	1758	2208	2454	2928	2994
SBM 1100	1100	110.0	141.0	216.0	348	492	630	810	1080	1254	1380	1596	1902	2400	2658	3156	3222
SBM 1200	1200	120.0	156.0	234.0	384	528	684	888	1188	1380	1524	1764	2106	2616	2886	3408	3474
SBM 1300	1300	130.0	171.0	252.0	420	570	762	972	1302	1506	1662	1926	2316	2838	3126	3672	3738



## Características de Carga y Descarga

### Cargas

Las baterías pueden ser cargadas mediante todos los métodos normales.

Generalmente las baterías en paralelo que operan con el cargador y el consumo son cargadas con voltaje constante.

Es recomendable en operaciones donde la batería está cargada en forma separada del consumo, cargarla con corriente constante o con corriente decreciente. Una alta corriente de sobrecarga no produce ningún daño en la batería, pero una carga excesiva aumenta el consumo de agua.

### Carga inicial

**Batería entregada descargada:** La primera carga debe ser a corriente constante. Cuando el máximo voltaje del cargador se encuentra muy bajo como para suplementar la corriente constante del cargador, la batería debe dividirse en dos partes para ser cargadas en forma individual.

El tiempo de carga es inversamente proporcional a la corriente que está fijada por la corriente límite del equipo del cargador. Vea las "Instrucciones de instalación y mantenimiento" para saber los tiempos recomendables para el comienzo de la carga.

### Carga a tensión constante

4. Operación continua en paralelo, con ocasionales descargas de batería. Voltaje de descarga recomendable:  
Para dos niveles de carga:

4. Nivel de flote  
1.42 V/celdas para SBLE  
1.40 V/celdas para SBM y SBH

4. Nivel alto  
1.47 - 1.70 V celdas para SBLE  
1.45 - 1.70 V celdas para SBM y SBH

Un alto voltaje aumenta la velocidad y eficiencia de la recarga.

4. Para un solo nivel de carga  
1.43 - 1.50 V/celdas

4. Carga separada cuando el consumo excede el rango del cargador.  
Voltaje de carga recomendable:  
1.50 - 1.60 V/celdas.

### Corriente de carga constante

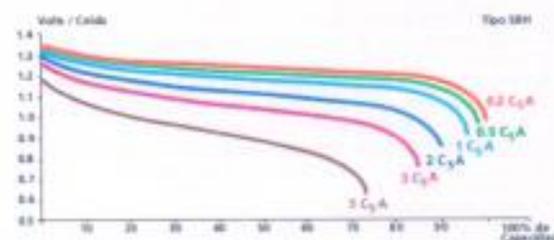
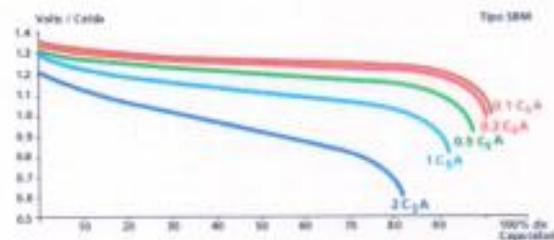
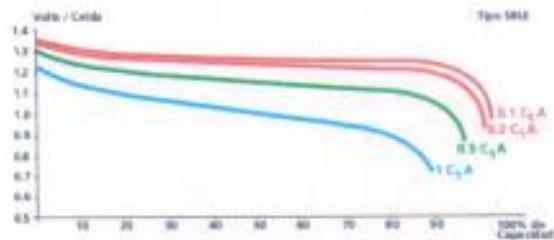
- 4. Carga normal: 0.2 CSA para 10 h
- 4. Carga rápida recomendable:  
0.4 CSA para 2.5 segundos de  
0.2 CSA para 2 h
- 4. Mínimo tiempo de descarga: 2mA por Ah

### Régimen de descarga

- 4. Voltaje nominal: 1.2 V/celda
- 4. Corriente nominal: Ver tablas de descarga.  
Las descargas tabuladas y las capacidades de rango CS son válidas para celdas completamente cargadas según el IEC, publicación 60 628, cláusula 4.
- 4. Capacidad nominal:  
Para todos tipos de celdas, la capacidad de rango CS es definida como amper-horas disponible a 3 horas de descarga y un nivel de voltaje de 1.0 V/celdas.

### Descarga típica a 20°C

Las curvas son ilustrativas, no usar para cálculos precisos.



### Importante:

La capacidad de rango CS no está medida por su actuación. Se actuación depende de la construcción de la batería. Por ejemplo, un alto rango de celdas a 75 minutos de descarga pueden llevar diez veces la descarga de corriente, en comparación a la capacidad de celdas de una de igual capacidad. Por eso siempre use las tablas de actuación de descarga para encontrar la alternativa propia para cada aplicación específica. La decisión final, en cuanto al tipo de celda debe ser hecha comparando los precios, dimensiones, etc.

Anexo 2

MANUAL DE USUARIO ALTERNADORES Y REGULADORES ALPHA

**MASTERVOLT**

FUNCIONAMIENTO

**3 FUNCIONAMIENTO**

El manual del usuario describe la instalación y el funcionamiento del alternador Alpha junto con el regulador Alpha Pro de Mastervolt. Este sistema de carga se ha diseñado para conseguir un alto rendimiento con pocas r.p.m., lo que se utiliza habitualmente en aplicaciones marinas. Consta de los siguientes componentes principales (véase la Fig. 1):

- 1 Alternador Alpha (incluido)
- 2 Regulador de carga Alpha-Pro (incluido)
- 3 Baterías y fusibles (no incluidos)



Fig. 1 Principio básico de un sistema de carga que consta de alternador Alpha y regulador Alpha Pro

**3.1 ALTERNADOR ALPHA**

Los alternadores Alpha de Mastervolt se han fabricado específicamente para proporcionar alta potencia incluso a reducidas r.p.m. Con una proporción de polea de 1,2 - 1,3 y una velocidad del motor en vacío entre 700 y 800 r.p.m. generará una corriente lo suficientemente elevada como para cargar los juegos de baterías y proporcionar potencia al equipo conectado.

Los alternadores Mastervolt resisten las altas temperaturas de la sala de máquinas, lo que permite al motor convertirse en fuente de energía para el consumo de abordaje y en cargador rápido para las baterías de servicio y de arranque.

**3.2 REGULADOR ALPHA PRO**

El regulador de carga Alpha Pro controla el voltaje de salida del alternador. Se ha diseñado para la recarga óptima tanto de las baterías líquidas, como de gel y AGM. La carga de baterías se culmina mediante un proceso de tres fases: BULK, ABSORCIÓN y FLOAT. Este funcionamiento tan sencillo y automatizado es posible gracias a un microprocesador que ejerce de cerebro del regulador Alpha Pro.

**3.2.1 Sistema de carga en tres etapas**

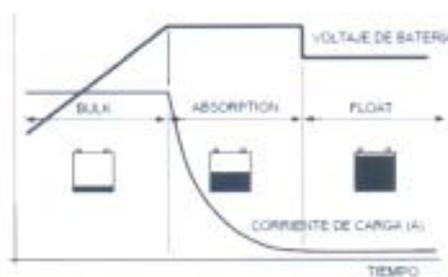


Figura 2 Sistema de carga en 3 etapas

Véase la figura 2. La primera etapa del sistema de carga Plus de tres etapas es la fase de BULK, en la que la corriente de salida del cargador es del 100%, y se carga rápidamente la mayor parte de la capacidad de la batería. La corriente carga las baterías y el voltaje asciende gradualmente al voltaje de absorción de 14,4V (modelos de 12V) ó 28,8V (modelos de 24V) @ 25°C.

La duración de esta fase depende de la relación entre la batería y la capacidad del cargador, y naturalmente también del grado al que se descargaron las baterías para iniciar la carga.

A la fase de Bulk le sigue la fase de Absorción. La carga de absorción se inicia cuando el voltaje en las baterías ha alcanzado los 14,4V (modelos de 12V) / 28,8V (modelos de 24V) @ 25°C, y finaliza cuando la batería está completamente llena. El voltaje de la batería permanece constante a 14,25V (modelos de 12V) ó 28,5V (modelos de 24V) @ 25°C durante esta etapa, la corriente de carga depende del grado al que fue descargada la batería inicialmente, del modelo de batería, de la temperatura ambiente, etc.

Con una batería de pila húmeda, esta etapa dura unas cuatro horas, en las de gel y AGM, tres horas. Una vez la batería esté a plena carga, el cargador Mastervolt pasa automáticamente a la fase de Float o flotante.

Durante la fase de Float, el Mastervolt cambia a 13.25V (modelos de 12V) ó 26.5V (modelos de 24V) @ 25°C y estabiliza este voltaje para mantener las baterías en condiciones óptimas. Las cargas CC conectadas son alimentadas directamente por el cargador. Si la carga es superior a la capacidad del cargador, la potencia adicional necesaria proviene de la batería que se irá descargando progresivamente hasta que el cargador regrese automáticamente de nuevo a la fase de Bulk. Cuando el consumo desciende, el cargador regresa al funcionamiento normal del sistema de carga de tres etapas.

**3.2.2 Carga con compensación de temperatura**

El regulador Alpha Pro se suministra con un sensor de temperatura de batería. Al instalar este sensor de temperatura de batería, los voltajes de carga son adaptados automáticamente para las temperaturas desviadas.

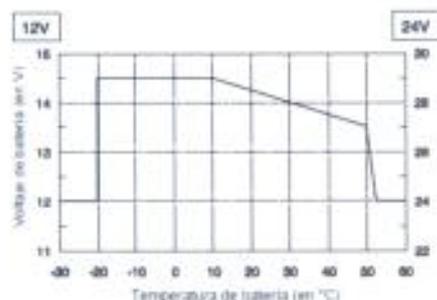


Figura 3. Carga con compensación de temperatura

Véase la figura 3. Cuando la temperatura de la batería es baja, la tensión de carga aumenta. Por otra parte, cuando la temperatura de la batería es elevada, la tensión de carga se reduce. De este modo se previene una sobrecarga y el burbujeo. Ello prolongará la vida útil de sus baterías. Consulte con el fabricante de la batería los voltajes de carga recomendados.

## 8 DATOS TÉCNICOS

### 8.1 ALTERNADORES ALPHA: ESPECIFICACIONES

#### Modelos de 12 V

Modelo:	12/90	12/130
Artículo no	48012090	48012130
Tipo de carcasa (véase appendix)	A	B
Corriente de carga	90A	130A
Fusible recomendado	125A	160A
Sección de los cables recomendado		
< 3 m	35mm <sup>2</sup>	50mm <sup>2</sup>
3 – 5 m	50mm <sup>2</sup>	70mm <sup>2</sup>
Voltaje nominal	12V	12V
Regulador de carga	Alpha Pro 12V	Alpha Pro 12V
Diámetro de la polea doble	Ø 73 mm	Ø 88 mm
Correa	2x	2x
Aislado de masa	Si	Si
Dirección de giro	2	2
Velocidad máxima	8000 rpm	8000 rpm
Polea	Doble	Doble
Correa de transmisión necesaria	Tipo A	Tipo A
Peso	5.5 kg	10.1kg
Posiciones de montaje	3	1

#### Modelos de 24 V

Modelo:	24/75	24/110	24/150	24/95 Compact
Artículo no	48024075	48024110	48024150	46020950
Tipo de carcasa (véase appendix)	B	B	C	D
Corriente de carga	75A	110A	150A	95A
Fusible recomendado	100A	160A	200A	125A
Sección de los cables recomendado				
< 3 m	25mm <sup>2</sup>	35mm <sup>2</sup>	50mm <sup>2</sup>	25 mm <sup>2</sup>
3 – 5 m	35mm <sup>2</sup>	50mm <sup>2</sup>	70mm <sup>2</sup>	35 mm <sup>2</sup>
Voltaje nominal	24V	24V	24V	24V
Regulador de carga	Alpha Pro 24V	Alpha Pro 24V	Alpha Pro 24V	Alpha Pro-B 24V
Diámetro de la polea doble	Ø 88 mm	Ø 88 mm	Ø 92 mm	Ø 76.4 mm
Correa	2x	2x	2x	2x
Aislado de masa	Si	Si	Si	Si
Dirección de giro	2	2	2	1 (clockwise)
Velocidad máxima	8000 rpm	8000 rpm	8000 rpm	10000 rpm
Polea	Doble	Doble	Doble	Doble
Correa de transmisión necesaria	Tipo A	Tipo A	Tipo A	Tipo A
Peso	10.1kg	10.1kg	13.1kg	7.9kg
Posiciones de montaje	1	1	3	1

Consulte el APÉNDICE para dimensiones

**8.2 REGULADORES ALPHA PRO: ESPECIFICACIONES**

Modelo:	Alpha Pro 12V	Alpha Pro 24V	Alpha Pro B 12V	Alpha Pro B 24V
Artículo no.	45511000	45511200	45511400	45511600
Tipo de alternador	Modelos Alpha Pro 12/90 y 12/130 de Mastervolt	Modelos Alpha Pro 24/75, 24/110 y 24/150 de Mastervolt	Modelos 12V de Bosch	Modelos Alpha Pro 24/95 Compact de Mastervolt y Modelos 24V de Bosch
Voltaje nominal	12V	24V	12V	24V
Voltaje de carga - bulk / absorción*	14.25V	28.5V	14.25V	28.5V
Voltaje de carga - flote*	13.25V	26.5V	13.25V	26.5V
Ajustabilidad - absorción	13-15V	27-31V	13-15V	27-31V
Ajustabilidad - flote	13-13.9V	26-27.8V	13-13.9V	26-27.8V
Compensación de temperatura	-30mV por °C	-60mV por °C	-30mV por °C	-60mV por °C
Tiempo de absorción	4 horas, ajustable desde 2 minutos a 4.5 horas			
Largo de cable (regulador/alternador)	1.5 m resistente al aceite y conexiones marinas suministradas estándar			
Largo del cable de sensor de temperatura	6m			
Dimensiones (al x l x an) en mm**	90x95x30	90x95x30	90x95x30	90x95x30
Dimensiones (al x l x an) en inch**	3.5x3.7x1.2	3.5x3.7x1.2	3.5x3.7x1.2	3.5x3.7x1.2
Peso	0.4 kg	0.4 kg	0.4 kg	0.4 kg

\* Voltaje a 25°C (con sensor de temperatura conectado 14.4/28.8V a 20°C)

\*\* Consulte el APÉNDICE para dimensiones para la instalación

**MASTERVOLT**

Snijdersbergweg 93, 1105 AN Amsterdam, Países Bajos

Tel : + 31-20-3422100

Fax : + 31-20-6971006

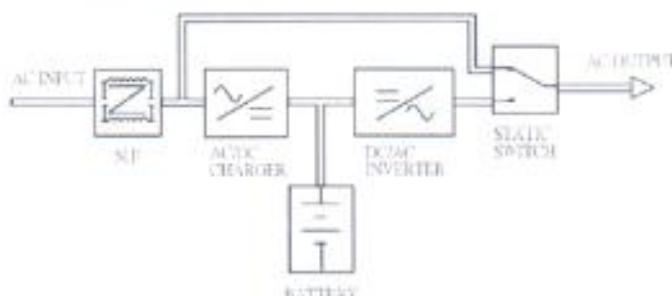
Email : info@mastervolt.com

Anexo 3

MANUAL DE USUARIO INVERSOR-CARGADOR ICW

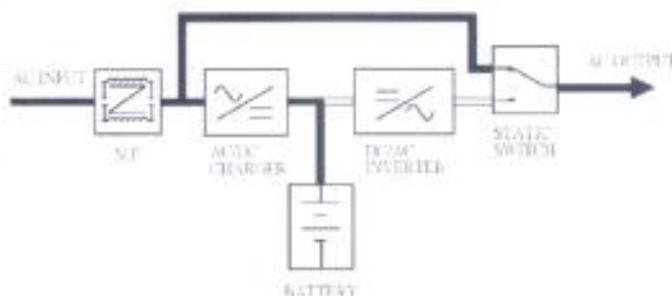
6. MODOS DE OPERACIÓN

6.1 Diagrama de bloques del sistema



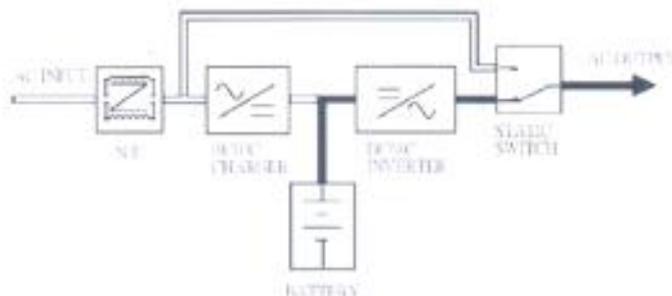
6.2 Operación con corriente alterna externa

Hay dos circuitos principales funcionando cuando se alimenta con corriente alterna: el circuito de corriente alterna y el cargador de baterías. La energía de salida de corriente alterna proviene de la entrada de corriente alterna, ésta pasa a través del interruptor estático para energizar las cargas conectadas. El cargador de baterías también está alimentado y recarga las baterías.



6.3 Sin corriente alterna externa (Modo batería)

La salida de corriente alterna proviene de las baterías, pasando a través del inversor de corriente continua



7. ESPECIFICACIONES DEL INVERSOR

Modelo		ICW-1000-12	ICW-2000-12	ICW-3000-12
Capacidad	Continua / Pico	1000W / 3000W	2000W / 6000W	3000W / 9000W
Entrada	Voltaje nominal	220Vac		
	Voltaje	Rango	180-260Vac	
		Frecuencia	50Hz / 60Hz (45Hz - 70Hz)	
		Transferencia por bajo	184Vac ± 2%	
		Retorno por bajo	194Vac ± 2%	
		Transferencia por alto	257Vac ± 2%	
Retorno por alto	243Vac ± 2%			
Salida Modo Inversor	Voltaje	220Vac		
	Regulación de Voltaje	-1% RMS (para cualquier valor de tensión de entrada)		
	Frecuencia	50 Hz ± 0.1 Hz		
	Factor de Potencia	0.9-1.0		
	Forma de Onda	Senoidal Pura		
	Eficiencia	~ 88%		
	Modo inversor	Control electrónico automático		
Tiempo de transiencia	Típico	~ 10 ms		
Batería	Voltaje de la batería	12Vdc		
	Autonomía (a plena carga)	Segun la capacidad de las baterías conectadas		
	Rango de Tensión de Entrada	10-16V		
Cargador de Baterías	Tipo / Modos	3 etapas / 7 modos seleccionables		
	Corriente de carga	35A	50A	70A
	Modos de Carga	Tensión de Carga		Tensión de Flote
		Gel U.S.A.	14.0V	13.7V
	A.G.M.1	14.1V	13.4V	
	A.G.M.1	14.0V	13.7V	
	Plomo Acido Sellado	14.4V	13.6V	
	Gel Euro	14.4V	13.8V	
	Plomo Acido Abierto	14.8V	13.3V	
	Calcio	15.1V	13.6V	
Desulfatación	15.5V ± 4hs			
Alarma audible	Modo de Batería	Alarma cada cuatro segundos		
	Batería baja	Alarma cada segundo		
	Falla de Sistema	Alarma sonando continuamente		
	Sobrecarga	Alarma dos veces por segundo		
Medio ambiente	Temperatura de operación	0-40 ° C		
	Humedad relativa	0-95% sin condensación		
	Ruido audible	Menor a 55dBA (a 1m)		
Físico	Peso neto (Kgs.)	18	20	22
	Ancho x Alto x Largo (mm.)	442 x 218 x 179		

Las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso

Anexo 4

COTIZACIÓN BATERIAS SAFT-NIFE



3419 EAOF 4587 BUENOS AIRES 29 DE ABRIL DE 2015

SRES.: Oscar Lombardo

Atención: Oscar Lombardo

REF: Proyecto Facultad de Ingeniería Mar del Plata

EN RESPUESTA A VUESTRA SOLICITUD DE REFERENCIA, TENEMOS EL AGRADO DE COTIZAR SEGUN EL SIGUIENTE DETALLE:

ITEM 1 BATERIA ALCALINA 12VCC

16 Baterías alcalinas de níquel-cadmio, formada cada una por 10 elementos marca SAFT-NIFE ORIGEN SUECIA del tipo SBM 84 en vasos de plástico con una capacidad nominal de 84 Ah en un régimen de descarga de 5 horas y hasta una tensión final de 1.0 V por elemento, según catálogo adjunto, con interconexiones, estante de montaje y caja de accesorios lista para su instalación.

PRECIO UNITARIO.....\$ 3.550 + IVA  
PRECIO TOTAL.....\$ 56.800 + IVA

Validez de oferta:

30 días.

Plazos de entrega:

60/90 días.

Forma de Pago:

50% anticipo, saldo contra entrega.

TACUARI 112 CRACERF, Buenos Aires - Argentina  
Tel: 54 111 4242-9024 4224-9025 4242-5155  
Fax: 54 111 4 224-9024  
[www.tacuaris.com.ar](http://www.tacuaris.com.ar)



**Planilla de precios:**

Los precios cotizados son de acuerdo a nuestra oferta comercial, en DOLARES al cambio vigente para el tipo vendedor, según publicación Del Banco de la Nación Argentina a la fecha de pago.

**Garantía:**

Es por el término de 12 meses a contar de la fecha de la puesta en marcha y no más de 18 meses desde la entrega.  
La garantía cubre fallas del material y mano de obra, no originadas por maltrato o usos indebidos y siempre y cuando se utilicen los equipos en las aplicaciones para las cuales fueron vendidos y nuestras instrucciones de mantenimiento.

**Lugar de entrega:**

Nuestro depósito.

**Forma de entrega:**

El material se entregará debidamente embalado para su transporte.

TACUARE, 143 01440EYP, Buenos Aires – Argentina

Tel: 54 11 4342-9024 4334-9025 4342-9155

Fax: 54 11 4 334-9024

[ventas@energica.com.ar](mailto:ventas@energica.com.ar)