

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD TÉCNICA  
CARRERA ELECTROMECAÁNICA**



**MEMORIA TÉCNICA**

**“IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL  
AUTOMATIZADO PARA ELEVADORES  
ELECTROMECAÁNICOS DE TIPO SELECTRON DE  
LA MARCA OTIS”**

**Nivel: Licenciatura**

**Postulante: Gildo Patty Maldonado**

**Tutor : Ing. José Luis Hernández Quisbert**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2012**

*Dedicatoria a mis padres:*

*Pedro ( ) y Felicidad*

*Quienes me enseñaron la fortaleza  
de levantarme y continuar pese a la  
adversidad.*

*Agradecimientos:*

- Universidad Mayor de San Andrés*
- \_ Facultad Técnica Carrera Electromecánica*
- Plantel Docente*
- Empresa C. G. I. Comercial General Industrial Ltda.*
- Ing. José Luis Hernández Quisbert*

*Por haberme dado la oportunidad de aprender técnicas y conocimientos que permita desarrollar mi capacidad en el ámbito profesional.*

## RESUMEN

En el presente trabajo se ha realizado la implementación de un cuadro de control automatizado, y se sustituye los sistemas y subsistemas de tableros de control electromecánico y las maquinas eléctricas, el motor impulsor y motor generador se sustituyen con transformador y filtro.

Por otro lado con este tipo de trabajo se mejora el funcionamiento del ascensor de acuerdo al requerimiento de la población universitaria de la Facultad de Medicina.

El trabajo consiste básicamente en:

- Diagnóstico de la empresa, UMSA Facultad de Medicina para ver la posibilidad de que responda al proyecto.
- Recolección de todos los datos nominales y fallas del equipo antiguo para determinar la eficiencia actual.
- Elección de máquina de tracción Gearless con potencia de 32 HP – 25 KW
- Elección del transformador con capacidad de 71 KVA para máquina sin engranaje.
- Elección del filtro de rizo con capacidad de 71 KVA para máquina sin engranaje.
- Elección de cuadro de control con potencia de 33 HP – 24 KW.
- Elección de alimentadores principales 1/0AWG, y secundario 4AWG
- Pedido del equipo al proveedor es decir a la fábrica.
- Instalación y puesta en marcha el ascensor.

Finalmente con el actual sistema de control automático se optimiza el funcionamiento y se minimiza las fallas que presentaba por el deterioro de los accesorios electromecánicos, se garantiza el buen funcionamiento por la protección adecuada contra corto circuitos y es mínimo el costo de mantenimiento del ascensor.

**MEMORIA TECNICA**  
**IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO PARA**  
**ELEVADORES ELECTROMECHANICOS TIPO SELECTRON DE LA MARCA**  
**OTIS**

**ÍNDICE**

**CAPITULO I**

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Generalidades.....	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivo Especifico.....	3
1.3.3. Justificación.....	3

**CAPITULO II**

<b>2. MARCO TEORICO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Identificación de sistemas y sub. Sistemas antiguos.....	4
2.1.1. Generalidades.....	4
2.1.2. Diagrama de bloque de sistema antiguo.....	4
2.1.3. Motor de inducción.....	5
2.1.4. Motor de corriente continua.....	10
2.1.5. Escobillas.....	12
2.1.6. Motor de tracción.....	14
2.2. Sistema de protección y maniobra.....	21
2.3. Sistema de control.....	23
2.4. Análisis de pérdida.....	29
2.5. Accesorios.....	31

## CAPITULO III

<b>3. INGENIERIA DEL PROYECTO</b> .....	32
3.1. Generalidades.....	32
3.3.1. Diagrama de bloque de sistema actual.....	32
3.3.2. Análisis de pérdida.....	33
3.2. Rediseño de sistema de control.....	34
3.3. Selección del cuadro de control de la marca OTIS.....	34
3.4. Filtro ripple.....	37
3.4.1. Introducción.....	37
3.4.2. Transformador.....	37
3.4.3. Variador de frecuencia.....	42
3.5. Sistema de protección.....	50
3.5.1. Puesta a tierra.....	51

## CAPITULO IV

<b>4. SISTEMA DE CONTROL ACTUAL</b> .....	55
4.1. Sistema de máquinas eléctricas.....	55
4.2. Sistema de protección y maniobra.....	57
4.3. Sistema de control.....	58
4.4. Accesorios.....	66
4.5. Puesta en marcha.....	68

## CAPITULO V

<b>5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b> .....	66
5.1. Tipos de mantenimiento.....	70
5.5.1. Mantenimiento Correctivo.....	70
5.5.2. Mantenimiento Preventivo.....	71
5.5.3. Mantenimiento Predictivo.....	71

5.5.4. Manual de operación.....	72
5.5.5 Manual de mantenimiento.....	74

## **CAPITULO VI**

<b>6. COSTOS.....</b>	<b>76</b>
6.1. Cuadro comparativo de costos.....	76
6.2. Costo del equipo.....	76
6.3. Costo de mano de obra.....	76

## **CAPITULO VII**

<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>77</b>
7.1. Conclusiones.....	77
7.2. Recomendaciones.....	77

## **BIBLIOGRAFIA**

## **ANEXOS**

## INDICE DE CUADROS

2.1. Características de motor impulsor.....	10
2.2. Los valores de factor de bisel para diversos ángulos de escobillas.....	13
2.3. Características de motor generador.....	14
2.4. Características de motor de tracción Gearless.....	21
2.5. Características del cuadro de control electromecánico.....	29
2.6. Análisis de pérdida situación sin proyecto.....	31
3.1. Análisis de pérdida situación con proyecto.....	33
3.2. Modelos de cuadro de control de dos velocidades.....	36
3.3. Modelos de cuadro de control con variador de frecuencia VF.....	36
3.4. Características del transformador.....	42
3.5. Características del filtro de rizo.....	42
4.1. Características del encoder.....	57
4.2. Características de cuadro de control actual.....	63
5.1. Manual de operación y mantenimiento de instalación del ascensor.....	75
6.1., 6.2. Cuadro de costos.....	76



## INDICE DE FIGURAS

2.1. Diagrama de bloque de sistema antiguo.....	4
2.2. Espira giratoria.....	6
2.3. Rotor en jaula de ardilla.....	8
2.4. Rotor en corto circuito o jaula de ardilla.....	8
2.5. Rotor bobinado.....	8
2.6. Respuesta transitoria del rotor de inducción.....	9
2.7. Circuito de potencia de mando.....	9
2.8. Funcionamiento en cuatro cuadrantes del motor DC.....	16
2.9. Grupo Ward Leonard.....	17
2.10. Convertidor Ward Leonard estático.....	18
2.11. Curva característica de la máquina de inducción trifásica.....	19
2.12. Circuito de control básico.....	25
2.13. Control del ascensor.....	27
2.14. Señales de entrada y salida.....	28
2.15. Circuito de mando completo.....	28
3.1. Diagrama de bloque de sistema actual.....	32
3.2. Voltaje de salida de los SCRs en rectificadores con filtros.....	38
3.3. Factor de rizado.....	38
3.4. Transformador.....	40
3.5. Diagrama de bloque del sistema de ascensor.....	44
3.6. Control de inversor.....	45
3.7. Relación de par velocidad para variador de frecuencia VF.....	47
3.8. Diagrama de variador de frecuencia VF.....	48
3.9. Esquema de representación de variador de frecuencia VF.....	50
4.1. Encoder.....	56
4.2. Control convencional.....	59
4.3. Motor de dos velocidades.....	60
4.4. Diagrama de bloques del sistema E411M-MS y tarjeta MLB III.....	65
4.5. Esquema de trabajo final y puesta en marcha.....	68

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. GENERALIDADES

La creación del ascensor data aproximadamente de comienzos del siglo XVIII con el tipo de ascensor hidráulico que se construyó en Inglaterra, diseñado por el ingeniero Germano Konrad Kyeser (1405). Arquímedes en los años 200 en la era cristiana a.c., habría construido un ascensor que se accionaba a mano. Es recién en 1850 que se produce una verdadera revolución en el desarrollo técnico para esa época con el diseño de elevadores de cuatro tipos diferentes; los cuales fueron hidráulicos, a vapor, eléctricos y electro hidráulicos. En el año 1853, Elisha Graves Otis invento el denominado elevador (paracaídas) que consiste en una pareja de trinquetes tensados por resortes que se enganchan en sus dientes dispuestos entre las rieles cuando la tensión del cable desaparece. Fue en 1857 cuando la gente confió en este sistema, con la instalación de un ascensor en el almacén de E. V. Haughwout & Company en Nueva York, el mismo tenía una velocidad de 0,2 m/s. El mejoramiento de las máquinas de tracción ayudó en gran medida al progreso técnico del ascensor. En la actualidad, predominan las máquinas de tracción con modernos controles de maniobras electromecánicas y electrónicas de última generación.

Los ascensores habrán llegado al límite del ahorro de consumo con el uso de imanes permanentes en los motores y los variadores de frecuencia, permitiendo a las empresas de mantenimiento realizar rutinariamente controles en los ascensores instalados en cualquier lugar del mundo. Los cables de acero serán reemplazados por materiales sintéticos de mayor resistencia y durabilidad. Los ascensores con reductor serán historia.

## 1.2. ANTECEDENTES

La compañía comercial General Industrial Ltda., está ubicada en la ciudad de La Paz Calle Reyes Ortiz N° 73 Edificio Torre Gundlach Piso 7. Es una empresa de servicio, principalmente se encarga de las actividades de instalación, reparación, mantenimiento de ascensores y escaleras mecánicas de la marca OTIS, la empresa presta servicio en los edificios de entidades públicas y privadas.

Todos los equipos eléctricos presentan diversas fallas a través de la disipación del calor que genera la corriente eléctrica y esto ocasiona el deterioro de los mecanismos móviles.

Por esta razón se hizo el análisis de cuadro de control electromecánico de tipo selectrón que comanda al motor de corriente continua “Gearless” y motor-generator de ascensor de la marca Otis, ubicado en el Edificio de la Facultad de Medicina, en la Avenida Saavedra, zona Miraflores y cuyo vida útil es de 33 años desde su instalación, se evidenció que los accesorios están demasiado deteriorados, razón por lo que se propone implementar con la tecnología actual la sustitución del sistema y subsistemas de cuadro de control electromecánico y las máquinas impulsoras y máquinas generadoras con elementos semiconductores para mejorar el funcionamiento del equipo y dar un servicio eficiente al usuario.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Implementación de sistema de control automatizado para elevadores Electromecánicos de tipo selectrón de la marca Otis.
- Mejorar la eficiencia del sistema de ascensores de tipo selectrón a través de la implementación del nuevo sistema de control.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Implementar el sistema de control y mando del ascensor.
- Reemplazar los componentes electromecánicos de control por elementos semiconductores de última generación con relación al control electrónico

### **1.3.3. JUSTIFICACIÓN**

- El análisis realizado muestra que la vida útil del sistema electromecánico selectrón ha caducado y sus componentes están deteriorados y requiere un cambio integral.
- De Con el actual sistema de control rediseñado se optimiza el funcionamiento del ascensor.
- Se minimiza las fallas que presentaba por el mal accionamiento de los relés y accesorios.
- Se garantiza el buen funcionamiento por la protección adecuada contra corto circuitos.
- Se minimiza el costo de mantenimiento al eliminar los accesorios, motor-generator, selector y el control electromecánico.

## CAPITULO II

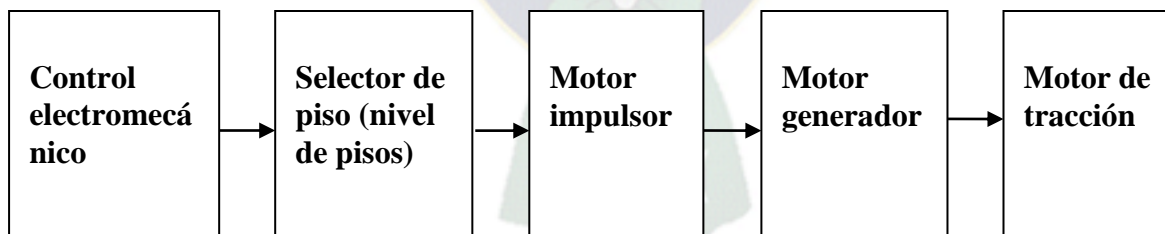
### MARCO TEORICO

#### 2.1. IDENTIFICACION DE SISTEMAS Y SUB SISTEMAS ANTIGUOS

##### 2.1.1. Generalidades

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotatorias que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. Debido a sus múltiples ventajas, entre las que cabe citar su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento, el motor eléctrico ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía, tanto en la industria como en el transporte, las minas, el comercio, o el hogar.

##### 2.1.2. DIAGRAMA DE BLOQUE DE SISTEMA ANTIGUO



Fuente: elaboración propia

### 2.1.3 MOTOR DE INDUCCIÓN

Son motores eléctricos de corriente alterna, no necesitan escobillas ni colector, su armadura es de placas de metal magnetizable.

El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, de jaula de ardilla; y un estator, en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120°. Según el Teorema de Ferraris, cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas, se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético variable va a inducir una tensión en el rotor según la Ley de inducción de Faraday:

$$e = -N \frac{d\phi}{dt} \quad (2.1)$$

Donde

N: Numero equivalente de vueltas de rotor bobinado

$\phi$ : Flujo mutuo entre estator y rotor

Entonces se da el efecto motor: todo conductor por el que circula una corriente eléctrica, inmerso en un campo magnético experimenta una fuerza que lo tiende a poner en movimiento. Simultáneamente se da el efecto generador: en todo conductor que se mueva en el seno de un campo magnético se induce una tensión.

La velocidad de rotación del campo magnético o velocidad de sincronismo está dada por:

$$n_{sinc} = - \frac{60 f_e}{p} \quad (2.2)$$

Donde

$f_e$  Es la frecuencia del sistema, en Hz, y P es el número de pares de polos en la máquina.

Estando así la velocidad dada en revoluciones por minuto (rpm).

El voltaje inducido en cierta barra de rotor está dado por:

$$e_{ind} = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot l \quad (2.3)$$

Donde

$\vec{v}$  : Velocidad de la barra en relación con el campo magnético

$\vec{B}$  : Vector de densidad de flujo magnético

L: longitud del conductor en el campo magnético

X: representa la operación "producto vectorial"

Lo que produce el voltaje inducido en la barra del rotor es el movimiento relativo del rotor en comparación con el campo magnético del estator, el flujo magnético varía a causa del campo magnético giratorio. Esta variación de flujo ocasiona una fuerza electromotriz inducida y como la espira es cerrada, circula corriente. El sentido de esta corriente se determina mediante la regla de la mano derecha.

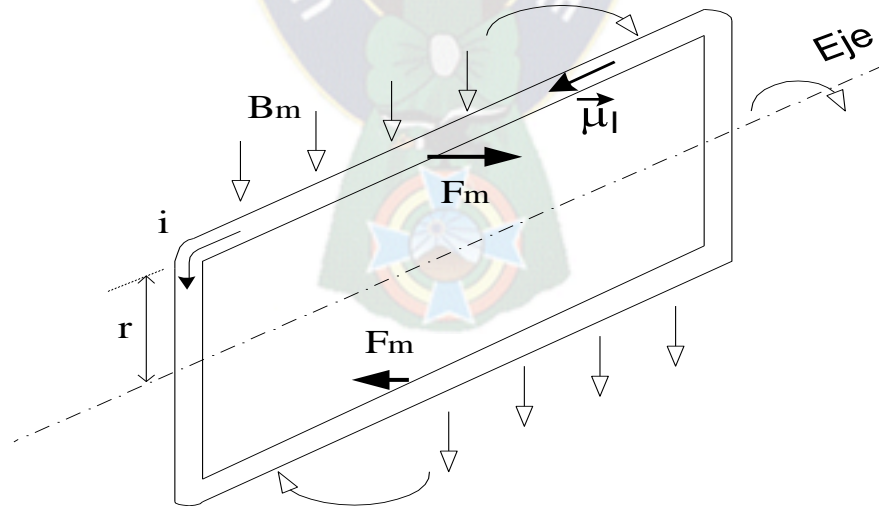


Figura 2.2. Espira giratoria



Se produce un torque electromagnético debido a dos fuerzas que aparecen sobre la espira (denominado también cupla o par).

Es importante notar que este torque tiende a llevar la espira en la misma dirección de giro que el campo giratorio.

El deslizamiento se define como:  $s = \frac{n_s - n_r}{n_s}$  (2.4)

Donde:  $n_s$  es la velocidad sincrónica del campo giratorio y  $n_r$  es la velocidad del rotor.

Observaciones:

Si  $n_s \approx n_r$ , entonces  $s \approx 0$ , rotor está muy cerca de la velocidad sincrónica.

Si  $n_r = 0$ , entonces  $s = 1$ , rotor trabado en el instante del arranque.

### **Tipos Constructivos**

El motor de jaula de ardilla consta, de un rotor constituido por una serie de conductores metálicos (normalmente de aluminio) dispuestos paralelamente unos a otros, y cortocircuitados en sus extremos por unos anillos metálicos, esta es lo que forma la llamada jaula de ardilla por su similitud gráfica con una jaula de ardilla. Esta jaula se rellena de material, normalmente chapa apilada. De esta manera, se consigue un sistema n-fásico de conductores (siendo n el número de conductores) situado en el interior del campo magnético giratorio creado por el estator, con lo cual se tiene un sistema físico muy eficaz, simple y muy robusto (básicamente, no requiere mantenimiento).

### **Rotor de uso Práctico**

Para un mejor aprovechamiento del espacio, se colocan varias espiras en corto circuito y cada una de ellas contribuye con su torque.



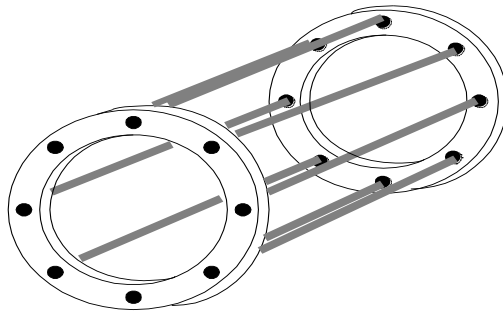


Figura 2.3. Rotor en jaula de ardilla

El rotor consta de chapas magnéticas, con ranuras donde se colocan barras de cobre soldadas a los anillos frontales; es un rotor bobinado con anillos rozantes y escobillas. En rotores prácticos, con el fin de mitigar las armónicas del flujo magnético que no siempre se distribuyen senoidalmente en el entrehierro, las barras no están dispuestas longitudinalmente, sino con cierta inclinación.

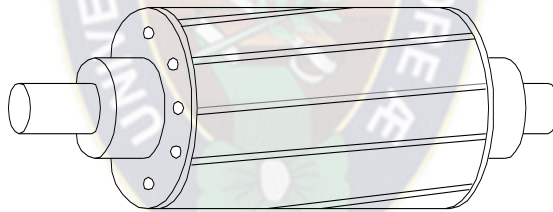


Figura 2.4. Rotor en corto circuito o jaula de ardilla

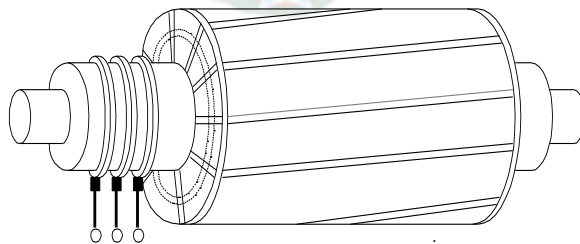
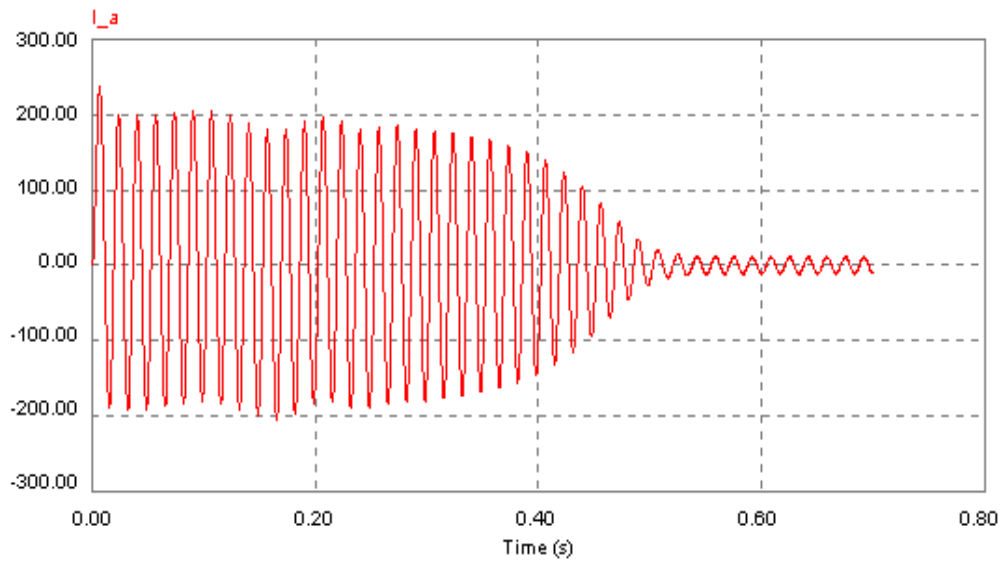


Figura 2.5. Rotor bobinado

El motor de inducción presenta una elevada corriente en el arranque como se ve en la figura:



Fuente: wikipedia.org/motor. Figura 2.6. Respuesta transitoria del rotor de inducción

Por tanto es necesario en unidades medianas y grandes incluir un circuito de maniobra que conmute de estrella a triángulo a fin de reducir esta corriente de arranque que puede alcanzar valores de 7 a 9 veces la nominal. A continuación se muestra el esquema:

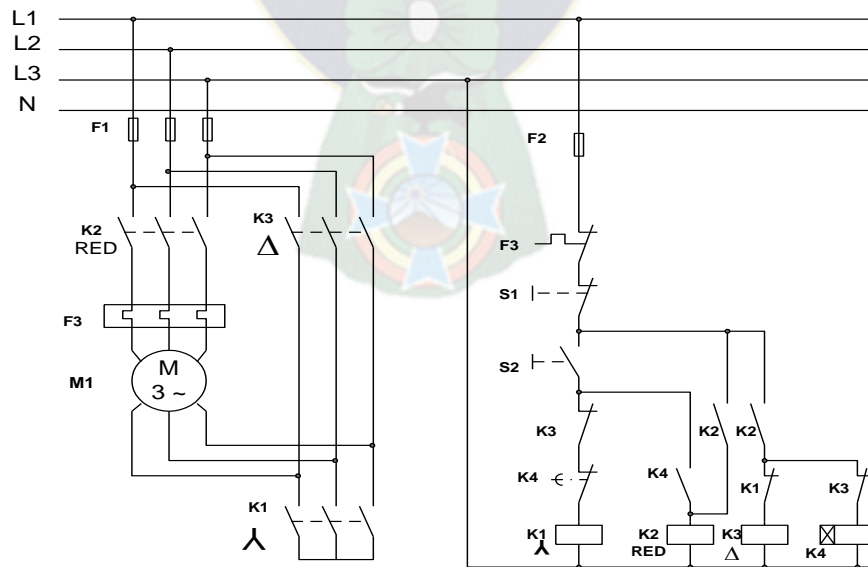


Figura 2.7. Circuito de potencia y mando

El motor asíncrono de jaula de ardilla tiene notables ventajas: es robusto, es de construcción simple, es de fácil mantenimiento, el rotor no tiene escobillas, es de fácil operación, tiene alta relación potencia por unidad, bajo costo por unidad, es de alta confiabilidad y no necesita excitación separada de corriente directa. (Anexo A. Fig. 2 A)

## **CARACTERÍSTICAS DE MOTOR IMPULSOR**

Tabla 2.1.

TIPO	84ES (AC)
TENSIÓN	380 (vots. AC)
CORRIENTE	43 (Amps.AC)
POTENCIA	28 (HP)
VELOCIDAD	1800 (RPM)
ESTATOR	2077Y36NE0032

Fuente: elaboración propia

### **2.1.4. MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA**

#### **Introducción**

El motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, principalmente mediante el movimiento rotatorio.

Una máquina de corriente continua (generador motor) se compone principalmente de dos partes, un estator que da soporte mecánico al aparato y tiene un hueco en el centro generalmente de forma cilíndrica. En el estator además se encuentran los polos, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilos de cobre sobre núcleo de hierro. El rotor generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, al que llega la corriente mediante dos escobillas.

Las máquinas de CD están dejando de usarse, pero es necesario conocer que la excitación se logra mediante bobinas recorridas por corriente continua, los tipos son los siguientes:

- Excitación independiente
- Excitación en derivación (*shunt*)
- Excitación serie y
- Excitación compuesta

## Principio de Funcionamiento

Los motores de corriente alterna y los motores de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor. Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente eléctrica por un conductor se produce un campo magnético, (además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente) el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica. Dicha energía es comunicada al exterior mediante un dispositivo llamado flecha. Según la Ley de Lorentz, un conductor por el que pasa una corriente eléctrica que causa un campo magnético a su alrededor tiende a ser expulsado si se le quiere inducir en otro campo magnético, cuya fórmula matemática es:

$$\mathbf{F}_e = \mathbf{B} \times \mathbf{L} \times \mathbf{I} \quad (2.5)$$

Donde

**F:** Fuerza en Newton

**I:** Intensidad que recorre el conductor en amperios

**L:** Longitud del conductor en metros lineales

**B:** Inducción en teslas

La tensión que se crea en los conductores de un motor como consecuencia del corte de las líneas de fuerza, es el efecto generador. La polaridad de la tensión en los generadores es inversa a la aplicada en bornes del motor.

## 2.1.5. ESCOBILLAS

### Introducción

Aunque difieren en tamaño, forma y composición técnica, todas las escobillas y colectores de carbón cumplen todas las mismas funciones básicas: transferir corriente desde un dispositivo móvil a un punto fijo en un circuito eléctrico.

Las escobillas deben poner en cortocircuito todas las bobinas situadas en la zona neutra. Si la máquina tiene cuatro polos, tenemos también cuatro zonas neutras. En consecuencia, el número total de escobillas ha de ser igual al número de polos de la máquina. En este caso tiene cuatro pares de escobillas, en cuanto a su posición, será coincidente con las líneas neutras de los polos.

**Sentido de giro:** El sentido de giro de un motor de corriente continua depende del sentido relativo de las corrientes circulantes por los devanados inductor e inducido.

**Reversibilidad:** Los motores y los generadores de corriente continua están constituidos esencialmente por los mismos elementos, diferenciándose únicamente en la forma de utilización. Si se aplica una tensión continua al devanado inducido del generador a través del colector de delgas, el comportamiento de la máquina ahora es de motor, capaz de transformar la fuerza contraelectromotriz en energía mecánica

En ambos casos el inducido está sometido a la acción del campo inductor principal.

El espaciado de escobillas en torno al colector es importante en todas las máquinas de colector tanto en c.a. como en c.c. debe comprobarse después de cualquier problema del engranaje de la escobilla.

En general, estas distancias deben ser iguales en un margen de 1,5mm, lo que implica que la presión de espaciado está dentro de + 0,75mm, si son desiguales, debe buscarse la causa y debe corregirse.

**Holgura:** Después de la adaptación y la limpieza, comprobar que las escobillas pueden moverse fácilmente en sus cajas. La holgura más adecuada en la escobilla y la caja depende de las condiciones, pero 0,1mm (0,004”) es normalmente adecuado.

La presión en todas las escobillas de un juego debe ser la misma. En motores de tracción y en algunas máquinas de potencia fraccionada, es necesario presiones mayores de 280 a 490g/cm<sup>2</sup> (4 a 7,8lb/pulg<sup>2</sup>). Ajustar la tensión del muelle en el porta escobillas hasta que la lectura del resorte equilibrador sea igual a la que se obtiene por medio de la fórmula.

$$T = P * A * K \quad (2.6)$$

Donde: T = tensión de resorte en gramos (g) o libras (lb).

P = presión de escobilla deseada en g/cm<sup>2</sup> o lb/pulg<sup>2</sup>.

12

A = sección transversal de la escobilla en cm<sup>2</sup> o pulg<sup>2</sup>.

K = factor de bisel superior.

**Los valores de K para diversos ángulos de bisel superior son:**

Tabla 2.2

Bisel en grados	Factor K
15°<	1.0
15°	1.03
20°	1.06
25°	1.10
35°	1.22
40°	1.30

Fuente: elementos de la electricidad tomo II c.a. Hernán Carrasco Alveal



## CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR GENERADOR

Tabla 2.3

<b>TIPO</b>	<b>826ª DC</b>
<b>ESTATOR</b>	<b>219R4</b>
<b>ESCOBILLAS BRUSH</b>	<b>6134 A2</b>
<b>TENSIÓN</b>	<b>135 Volts. DC</b>
<b>CORRIENTE</b>	<b>13.3 Amps. DC</b>
<b>POTENCIA</b>	<b>18 KW.</b>
<b>VELOCIDAD</b>	<b>1800 RPM.</b>

Fuente: elaboración propia (Anexo A. Fig. 2 A)

### 2.1.6. MOTOR DE TRACCIÓN

El motor eléctrico es parte esencial del mecanismo de tracción que hace mover la cabina en sentido ascendente y descendente. Pueden ser de:

- Simple vuelta, los cables de tracción pasan por la polea motriz, rodeándola. El motor eléctrico tiene un grupo que le facilita la corriente a tensión variable, lleva reductor de velocidad que consiste en tornillo sinfín y corona dentada.
- Sin reductor, por ende de mayor rendimiento, la polea está en el mismo árbol para ascensores de alta velocidad, motor alimentado con tensión variable.
- Con tambor, pueden no llevar contrapeso, y ahorran espacio, el cable del camarín va arrollado directamente en el tambor de la máquina.

En los ascensores el sistema de tracción consta de tres máquinas en un mismo conjunto denominado grupo Ward-Leonard, el arranque del motor de alterna se hace de estrella a delta por medio de llaves conmutadoras desde el tablero de control de maniobras, de esta forma el generador que está acoplado al sistema por medio del inducido, campos y escobilla entrega los 160 a 240 Vcd que necesita el motor tractor de corriente directa para comenzar a mover el ascensor.

## Cupla Motora

La potencia mecánica está dada por:

$$P_m = C\omega \quad (2.7)$$

La cupla  $C$  en los motores de corriente directa, es función del producto del flujo de uno de sus polos por la corriente.

$$C = k_m\phi I \quad (2.8)$$

El flujo lo proporciona el bobinado de campo que es proporcional al voltaje de campo,  $V_f$

## Funcionamiento en Cuatro Cuadrantes

En el transporte vertical el motor de CD debe funcionar tanto cuesta hacia arriba como hacia abajo y en ambas direcciones debe acelerar o frenar.

Si se considera par motor  $C$ , y velocidad angular  $\omega$ , positivas cuando sube la cabina y par velocidad negativas cuando baja, a continuación se detallan los cuadrantes en los que funciona el motor:

- I. El ascensor sube movido por el motor que debe dar un par positivo, la potencia es  $P=C\omega >0$ , voltaje de armadura  $V_a >0$  y voltaje de campo  $V_f >0$ .
- II. El ascensor sube ( $\omega >0$ ) pero interesa frenarlo con rapidez por tanto  $C <0$ , luego  $P=C\omega <0$ , funciona absorbiendo energía mecánica que transformará en eléctrica (generador). Se mantiene el voltaje de campo  $V_f >0$ , se debe hacer que la corriente de armadura sea  $I_a <0$ ,  $V_a >0$ .
- III. El ascensor baja ( $\omega <0$ ) y el par favorece la bajada ( $C <0$ ). La potencia  $P=C\omega >0$  y por tanto funciona como motor a contramarcha acelerando la bajada.  $I_a <0$ ,  $V_a <0$ .
- IV. En bajada ( $\omega <0$ ) pero el par tiende a frenar esta bajada o sea  $C >0$ , entonces  $P=C\omega <0$  y funciona como generador a contramarcha.  $I_a >0$ ,  $V_a <0$ .



A continuación se muestra en plano inclinado el funcionamiento del motor de tracción de corriente directa CD en los cuatro cuadrantes:

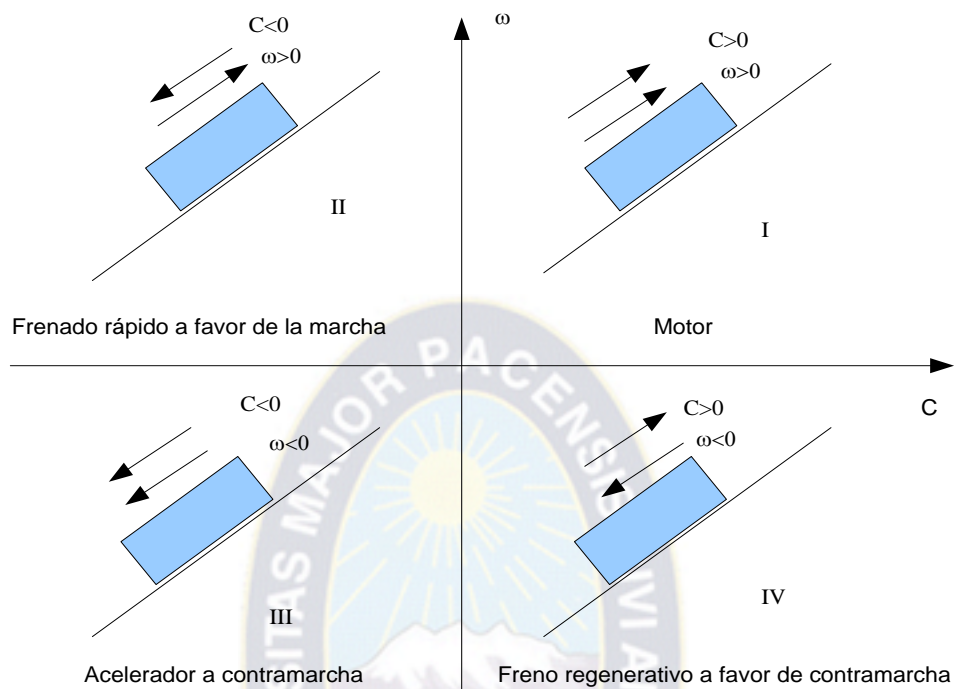


Figura (2.8) Funcionamiento en cuatro cuadrantes del motor DC

### Accionamiento por Grupo Ward-Leonard

Características:

- Perfecta precisión en las paradas
- Tiempo de arranque y retardación aceptable
- Aceleración y desaceleración sin brusquedades
- Reducción al mínimo de pérdidas de energía

Consiste en un motor eléctrico asíncrono trifásico, un generador de corriente directa con bornes en contacto con circuito inductor del motor y al mismo tiempo en contacto con los bornes del circuito inductor del generador, a través del dispositivo contactor-inversor y de un reóstato.

Para medianas potencias, el excitador en derivación (*shunt*) puede ser reemplazado por un grupo rectificador estático.

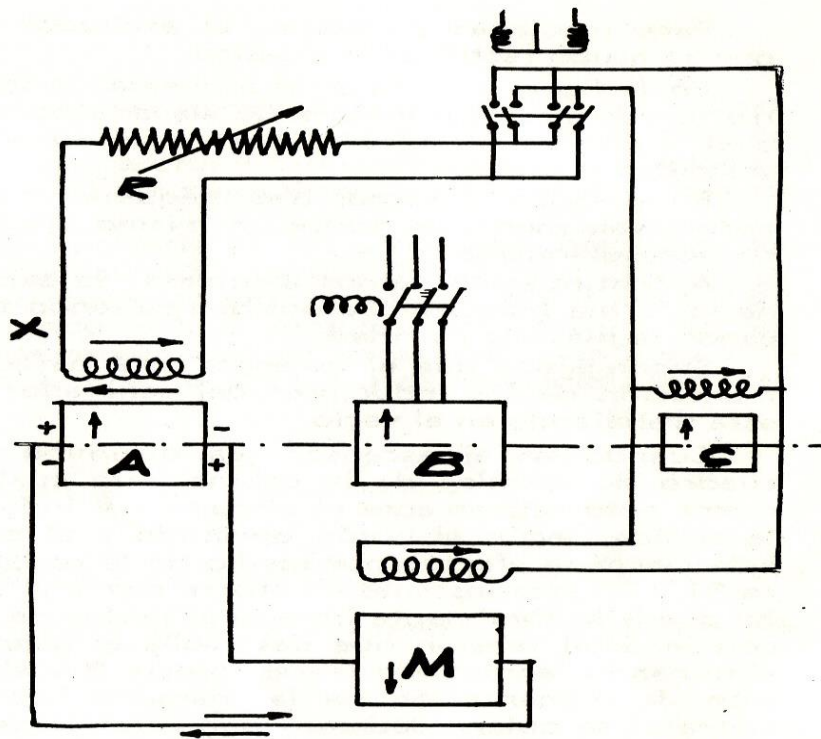


Figura 2.9 Grupo Ward Leonard

### Principio de Funcionamiento

Al recibir del generador corriente es excitado por un fuerte campo. Un relé en el control evita que funcione hasta que se excite el campo en derivación, por lo tanto al alcanzar esta secuencia, el motor de tracción recibe la intensidad de campo para comenzar su arranque.

El sistema compuesto tiene dos bobinados inductores y por lo tanto se pueden conseguir características distintas en posición u oposición de efectos. Para que reduzca su velocidad se disminuye la tensión o se aumentan las caídas para la cual el control de maniobras conecta una resistencia en serie con el inducido.

### Controles de Maniobra Multitensión

Estos controles son más elaborados que los electromecánicos simples, se entrega tensión variable al motor produciendo el arranque, aceleración, nivelación y parada más suave y precisa.

Las máquinas con controles multitensión están provistas de un doble motor, es decir el motor impulsor de CA y un generador de CD en un mismo bloque, un motor de tracción que recibe la CD del generador y un motor de excitación que alimenta de tensión a los contactores y auxiliares del control. El motor de excitación es reemplazado por rectificadores.

### Ward-Leonard Estático

Se puede prescindir del motor de corriente alterna y el generador, usando el convertidor dual que hace trabajar al motor de CD tractor en los cuatro cuadrantes. Consta de un grupo de 6 tiristores que entregan una tensión positiva y otros 6 tiristores para la tensión negativa que será aplicada a través de un circuito de control que gobernará mediante pulsos sincronizados aplicado a las compuertas de los tiristores.

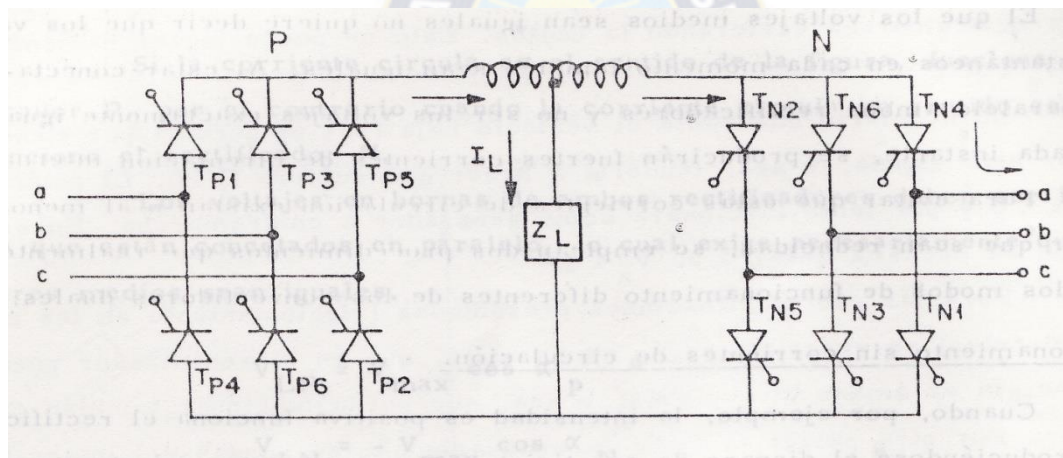


Figura 2.10. Convertidor Ward Leonard Estático

**Potencia Eléctrica:** El torque electromagnético promedio  $\bar{T}_e$  se define en términos de la potencia electromagnética promedio  $P_e$ , y la velocidad angular del rotor  $\omega_r$ , dado por:

$$\bar{T}_e = \frac{P_e}{\omega_r} \quad (2.9)$$

Donde la potencia electromagnética se define por:  $P_e = 3 I_r'^2 \left( R_r' \frac{1-s}{s} \right)$  (2.10)

El deslizamiento está dado por:  $\frac{1}{\omega_r} = \frac{1-s}{\omega_s}$  por lo tanto se obtiene:

$$\bar{T}_e = \frac{3}{\omega_s} I_r'^2 \frac{R_r'}{s} \quad (2.11)$$

La corriente eficaz del rotor reflejado al estator, está dada por:

$$I_r' = \frac{V_s}{\sqrt{\left(R_s + \frac{R_r'}{s}\right)^2 + \left(\omega_s l_{ls} + \omega_s l_{lr}'\right)^2}} \quad (2.12)$$

que reemplazado en la expresión del torque resulta:

$$\bar{T}_e = \frac{3 V_s^2}{\omega_s} \left[ \frac{s R_r'}{\left(s R_s + R_r'\right)^2 + \omega_s^2 \left(l_{ls} + l_{lr}'\right)^2} \right] \quad (2.13)$$

La curva representada muestra la característica mecánica de torque contra deslizamiento de la máquina de inducción trifásica.

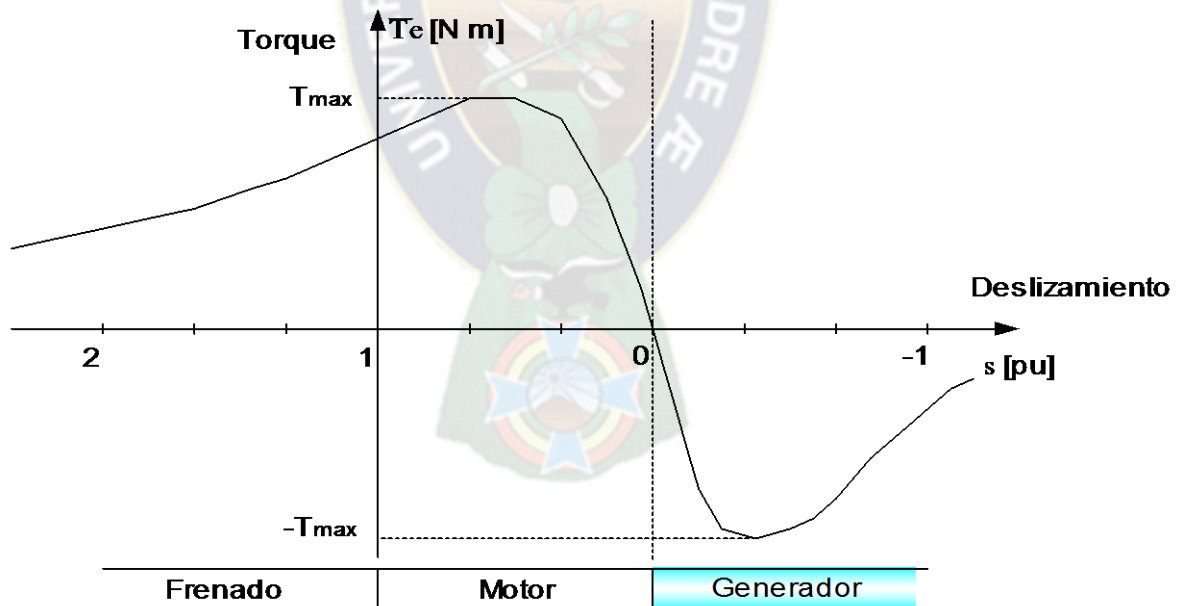


Figura 2.11. Curva característica

A continuación se hace una descripción de los intervalos y límites de funcionamiento de la máquina:

$s=0$  : La máquina gira a velocidad sincrónica, representa la transición de motor a generador.

$s=1$  : La máquina tiene el rotor trabado o está en estado de arranque.

$1 < s < 2$  : La máquina disipa potencia en el resistor ficticio variable  $R_r \frac{1-s}{s}$  y es negativa, lo que significa que la energía mecánica se convierte en energía eléctrica pero ésta se disipa en el circuito rotórico, conocido también como región de frenado.

$s < 0$  : Cuando el rotor gira accionado por un primotor externo a velocidad angular mayor que la frecuencia angular eléctrica ( $\omega_r > \omega_s$ ), el deslizamiento  $s$  es negativo por lo tanto la máquina actúa como generador.

La potencia del motor síncrono está dado por:

$$P = \sqrt{3} V_1 I_1 \cos \varphi \quad (2.14)$$

$V_1$  e  $I_1$  son: el voltaje de línea y la corriente de línea, y  $\cos \varphi$  es el factor de potencia del motor que está entre 0.8 y 0.85. El rendimiento está dado por:

$$\eta = \frac{P}{P_{mec}} \quad (2.15)$$

Este valor es alto, se puede tomar de 0.9 a 0.95. La máquina de tracción sin reductor (engranaje) de corriente continua de tipo **Gearless Machine** su diferencia característica con la anteriormente discreta como consecuencia de la supresión en este tipo de máquina del reductor de velocidad, siendo la máquina de mayor rendimiento y de mayor potencia, la polea va situada en el mismo árbol del motor y como consecuencia está más revolucionada; su empleo es estimado en ascensores donde se requieren grandes velocidades.

El motor es alimentado por tensión variable, las cuatro bobinas y rotor bobinado, cuatro pares de escobillas y porta escobillas. (Anexo A. Fig. 3 A, 10 A)

## CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR DE TRACCIÓN GEARLESS

Tabla 2.4

TIPO	131 HT. SPL: DC
ESTATOR	2063 E1
ESCOBILLA BRUSH	240P3/6134B5-6
TENSIÓN NOM.	135/150 Volts. DC
CORRIENTE	177 Amps.
POTENCIA NOM.	32 HP.
VELOCIDAD	192/120 RPM.

Fuente: elaboración propia (Anexo A. Fig. 3 A.)

## 2.2. SISTEMA DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA

### a) Protección de Motor, Circuitos Eléctricos

Para la protección del motor y circuitos eléctricos del tablero se dispone de elementos determinados a tal fin.

La entrada de 380 voltio trifásico esta conectado a la llave general que pasa por un interruptor de mando manual y tres fusibles, según el modelo es de tipo NH, diazed, americanos y Ultra Rápidos. Estos son los encargados de proteger la instalación eléctrica contra corto circuitos producidos por el motor, mala maniobra en el control o escapes a tierra de la instalación.

Los tableros electromecánicos, incorporan en el circuito las protecciones térmicas para los bobinados de alta y baja, en el rango de 5 a10 segundos el tiempo de ruptura del térmico esto deberá bloquearse interrumpiendo así la alimentación.



## **b) Sistema Operativo del Freno**

Compuesto por una bobina con voltaje de trabajo de 110 a 150 Vcd, en apertura, La bobina al recibir corriente al iniciar la maniobra absorbe los núcleos de hierro hacia adentro, venciendo la fuerza ejercida por los resortes y liberando por la apertura de las cintas al plato de freno. En caída, cuando el ascensor llegó al piso, cae la maniobra de control dejando suministrar corriente a la bobina y liberando las zapatas hacia el manchón y frenando al ascensor.

El sistema de control eléctrico lleva componentes electromecánicos como relés, temporizadores, etc.

## **c) Protección del Sistema del Ascensor**

La protección o seguridad es imprescindible en los ascensores porque transporta personas en los edificios de forma vertical, en este caso mide una altura de 15 pisos (42 metros) y las seguridades que cuenta son de tipo mecánico y eléctrico. Es cierto que los principales elementos de seguridad han sido las cerraduras y el paracaídas a estos están acoplados los seguros eléctricos.

## **d) Seguro de Puertas**

Este sistema funciona a través del mecanismo denominado *zapata retractil* accionado mecánicamente

- **Borde de seguridad de puerta:** Se llama borde seguridad a un accionamiento electromecánico que está colocado al filo de la puerta del coche. Este borde entra en acción cuando comienzan a cerrar las puertas automáticas y el pasajero toca con su cuerpo a esta seguridad. El borde se retrae produciendo por sus contactos allí instalados invertir el movimiento de la puerta logrando así su apertura.

La ventaja es de evitar accidentes por golpes de las puertas al cerrar.

## **e) Interruptores Final de Carrera**

Los interruptores de finales de carrera abren el circuito de seguridad que un instante

después se traduce en el corte de la línea del motor de tracción, los mismos efectos pueden darse cuando la cabina se pone en movimiento sin carga útil, si la plataforma sube por inercia se podría sobre pasar la última planta de la misma forma en planta inferior, entonces entra en funcionamiento el interruptor final de carrera superior e inferior.

#### **f) Maniobra**

La maniobra universal en los controles electromecánicos, son armados según el tráfico de personas del edificio de departamentos u oficinas que habiten o transiten a diario. El criterio principal, la cantidad de información que se intercambia entre el control y pulsadores de parada, son un conjunto de mecanismos de todo el equipo; los contactores de inversión; para subida y para bajada; el distribuidor; el interruptor para puertas; el relé de pisos y relé de retardación. El ascensor y el usuario con este tipo de maniobra, se utilizan un solo botón para llamar el ascensor independiente de la dirección del viaje y de la parada frecuentemente utilizada en oficinas o residenciales.

### **2.3. SISTEMA DE CONTROL**

No podemos hablar del cálculo de potencia en los controles por ser estos tan variados y complejos. Los controles electromecánicos tienen una variedad de relés, resistencias, cadenas, cremalleras, etc. Y para su funcionamiento se requerían en motores pequeños exclusivos para los controles. (Anexo A. Fig. 4 A, % A)

#### **Tablero de Control**

Es el corazón del funcionamiento del ascensor, por allí pasan todas las operaciones que realiza el coche, desde la toma de dirección tanto de bajar como de subir, la orden que imparte al motor para que arranque en alta velocidad, pase a la baja para nivelar y parar, actúen las aceleraciones, inicie el cierre y apertura del freno, espere el tiempo necesario para que parta el coche, responda al llamado del pasajero, nos indique por medio de la señalización en el coche o palier donde está ubicado y abra o cierre las puertas automáticas entre otras operaciones.



## **Principio Básico por Secuencias**

La secuencia comienza cuando el pasajero pulsa un botón desde el coche o piso enviando una señal de subir, se cierra un circuito auxiliar en donde le da el polo que falta a la bobina del contactor de subir en donde ésta conecta las dos fases que alimentan al motor pues la otra va directa, a su vez el contacto del medio se cierra y manda corriente a la bobina para liberar el freno, es entonces que en la base del contactor las láminas auxiliares entran en roce con los contactos fijos de la plaqueta y dan alimentación a la bobina del contactor de alta velocidad del motor e iniciando el movimiento de ascenso en donde previamente el contactor de aceleración es la encargada de interponer las resistencias por cada fase para permitir un suave arranque, entrará dos segundos después puentado a los resistores para que el motor reciba la tensión normal de línea.

Cuando la cabina está por llegar al piso que se marcó, el selector deja de mandar la señal que sostenía al contactor de alta velocidad al motor en donde ésta a su caída roza el contacto auxiliar fijo y móvil que da polo al contactor de baja velocidad haciendo entrar la misma y mandando así por los contactos y carbones la tensión de línea para el motor, entrando también dos segundos después la aceleración de baja velocidad que es la de dar por intermedio de las resistencias una suave desaceleración de alta a baja velocidad y en donde el interruptor de nivelación dispuesto en el selector quita el polo al contactor de dirección al estar caída, la bobina de freno deja de tener tensión, cae el freno y el ascensor se detiene.

Entre los contactos de bajar y subir se dispone de una traba mecánica que es la encargada de no permitir que ante dos llamadas simultáneas en dirección opuesta, entren juntas produciendo corto circuito entre fases.

### **Circuito Simple de Control para Motor de una Velocidad:**

La cabina se encuentra estacionada, un pasajero pulsa el botón de subida, entonces se cierra el contacto S, acción que completa el circuito de arranque del positivo del rectificador a través del contacto normal cerrado X, IF del inversor de fase, interruptor del limitador de velocidad, límites finales del pasadizo LS y LB, botón de emergencia

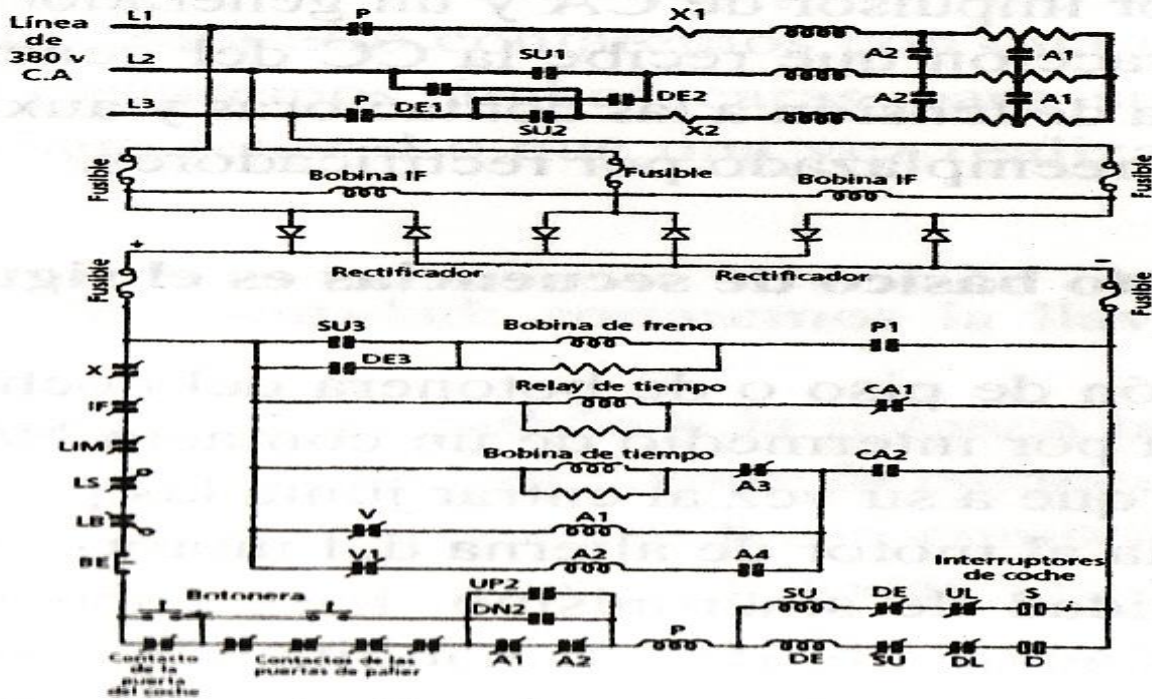
de la cabina BE, contacto de puerta de coche y de pisos (toda la línea de seguridad), palancas de aceleración A1 y A2, bobina P del contactor de potencia, bobina SU del contactor de subida, contacto UL y el contacto auxiliar U, al negativo del rectificador.

Energizadas las bobinas P y SU, se cierran los contactos de potencia del motor P y SU, arrancando suavemente, con las resistencias de aceleración intercaladas sobre las fases de alimentación del motor en el control, la retenida de la bobina de aceleración es realizada por el relé de tiempo.

Luego de 2 s, el contactor de aceleración cerrará a los contactos A1 y A2, cortocircuitando las resistencias y recibiendo el motor la tensión normal de línea.

La bobina de freno, es alimentada para la apertura, por los contactos SU3 y P1, cuando cierran los contactos P y SU.

La resistencia de las bobinas, están intercaladas en paralelo, para atenuar la corriente de pico.



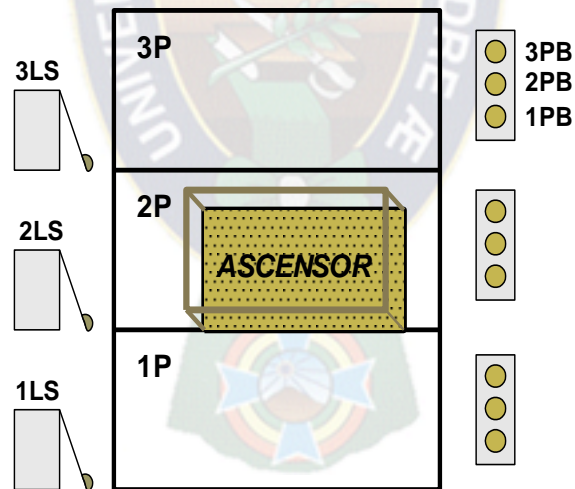
Fuente: motores eléctricos Stephen J Chapman. Figura: 2.12. Circuito de control clásico.

## Ejemplo de Control de un Ascensor de 3 Pisos

- Número de pisos = 3.
- Control del ascensor: subida, bajada y parada.
- Llamada del ascensor: mediante pulsadores.
- La posición del ascensor en un piso es detectada mediante switch de límite.
- Cuando se pulsen dos pulsadores, se acepta la señal más próxima al ascensor (no acepta otra señal).
- Cuando el ascensor no se detiene en la posición correcta, no se puede controlar al mismo.
- No se deben pulsar dos (o tres) pulsadores al mismo tiempo.

### Señales de Entrada

Las señales de entrada son los pulsadores (1PB, 2PB, 3PB) y los switches (1LS, 2LS, 3LS).



Fuente: motores eléctricos Stephen J Chapman. Figura: 2.13. Ejemplo de Control de ascensor

## Señales de Salida

- Las señales de salida son: subida, bajada y parada del ascensor.

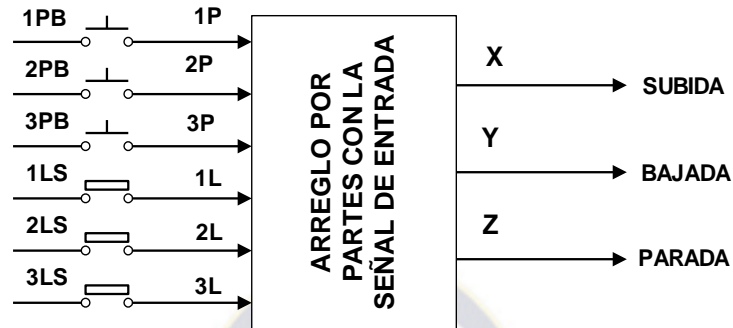
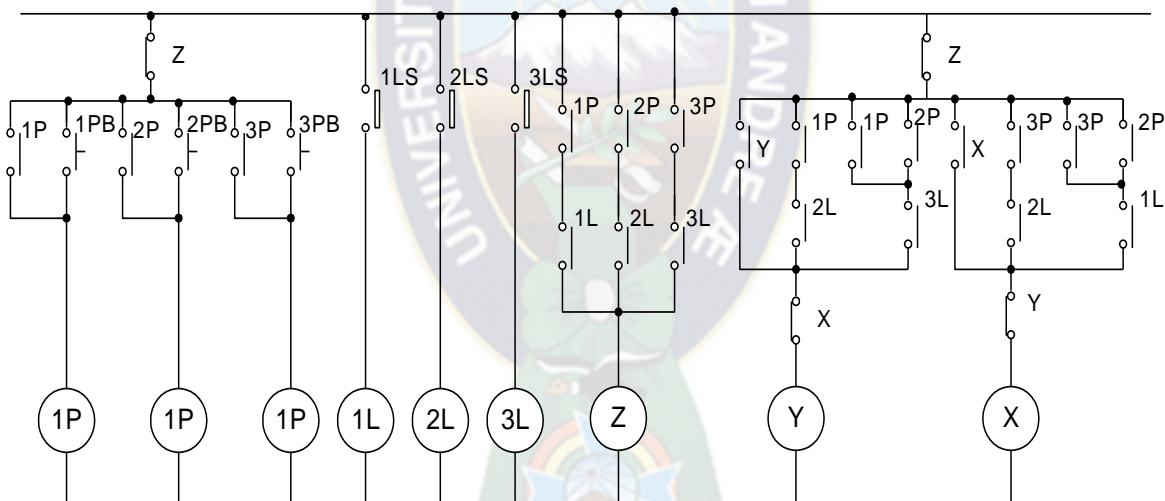


Figura: 2.14. Señales de entrada y Salida

## Circuito de Control del Ascensor



Fuente: motores eléctricos Stephen J Chapman. Figura 2.15. Circuito de Mando Completo

- El ascensor sube cuando está en el primer piso y se quiere subir al segundo o tercer piso, ó al tercer piso cuando se está en el segundo piso.
- El ascensor baja cuando está en el segundo piso y se quiere ir al primer piso y, cuando está en el tercer piso y se quiere ir al segundo o al primer piso.
- El ascensor se detiene cuando coincide la señal con la posición del ascensor. Es decir, cuando  $1P = 1L$ ,  $2P = 2L$ , y  $3P = 3L$ .

## CARACTERÍSTICAS DEL CONTROL ELECTROMECAÁNICO

Tabla 2.5

AÑO DE FABRICACIÓN	1974
TIPO DE CONTROL	65 UCL
TENSIÓN TRIFÁSICA	380 Volts.
CUATRO	Hilos
FRECUENCIA	50 Hz

Fuente: elaboración propia (Anexo A. Fig. 4 A)

### Selector de Pisos

El selector de piso es el encargado llevar el ascensor al piso señalado por el pasajero; Los hay de tipo reloj y vertical que generalmente son traccionados por dos cables de acero que pasan por su tambor de enrollado y de allí se atan uno al coche y el otro al contrapeso, consta de un aparato que produce el movimiento de la cabina mediante una cinta metálica sujeta a la misma cabina, la reproducción es naturalmente reducida, el movimiento vertical se le comunica por un tornillo de gran longitud que es accionado por la cinta y mediante un sistema de engranajes que atraviesa el aparato. Lleva también dos interruptores de paro de piso accionando por relés y conducidos por el movimiento del mecanismo. (Anexo A. Fig. 1 A)

En las máquinas con control multitensión son encargados de retener las llamadas en ascenso y descenso, enviar la señal al control para que cuando el ascensor se aproxime al piso comience a reducir su velocidad, anunciar la posición del coche, borrar las llamadas cumplidas y detener el coche.

## 2.4. ANÁLISIS DE PÉRDIDAS

La tabla de cálculo de pérdidas se obtiene con los datos y las características de la máquina y con las fórmulas definidas de motores eléctricos y de conductores

1. Potencia absorbida.

$$P = \sqrt{3} * U * I * \text{Cos } \psi$$

(2.16)

2. Potencia útil.

$$P = \sqrt{3} * U * I * \text{Cos } \psi * r$$

(2.17)

3. Potencia pérdida.

**Es la diferencia entre la potencia absorbida y la potencia útil.**

4. Rendimiento

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} * 100$$

(2.18)

5. Potencia aparente

$$P_z = \sqrt{3} * U * I$$

(2.19)

6. Potencia reactiva

$$P_x = \sqrt{3} * U * I * \text{Sen } \psi$$

(2.20)

7. Factor de potencia

$$\text{COS } \psi = \frac{P}{P_z}$$

(2.21)



Donde

**U** Tensión de red, la indica el fabricante.

**I** Intensidad.

**P** Número pares de polos del motor, esta abreviatura corresponde a las fórmulas de velocidad.

**f** Frecuencia de red.

**n<sub>s</sub>** Velocidad de sincronismo.

**n** Velocidad nominal en el eje del motor, lo indica el fabricante.

**S** Deslizamiento.

**P** Potencia, la indica el fabricante.

**P<sub>a</sub>** Potencia absorbida.

**P<sub>z</sub>** Potencia aparente.

**P<sub>x</sub>** Potencia reactiva.

**P<sub>u</sub>** Potencia útil

$$P = 3 \cdot I^2 \cdot R \quad (2.22)$$

Tabla 2.6

ANALISIS DE PERDIDAS SITUACION SIN PROYECTO		
SITEMA DE MAQUINAS ELECTRICAS	POTENCIA	PERDIDAS
MOTOR IMPULSOR (Tabla 2.1)	28HP – 21KW	6.25 KW
MOTOR GENRADOR (Tabla 2.3)	24.12 HP – 18KW	6.9 KW
MOTOR DE TRACCION (Tabla 2.4)	32HP – 24KW	-
SISTEMA DE MANDO		
RELAYS	210 OHM	0.26 KW
SELECTOR DE NIVELES	210 OHM	0.5 KW
ALIMENTADORES	0.0059 OHM	0.13 KW
	<b>TOTAL</b>	<b>14.04 KW</b>

Fuente: elaboración propia

## 2.5. ACCESORIOS

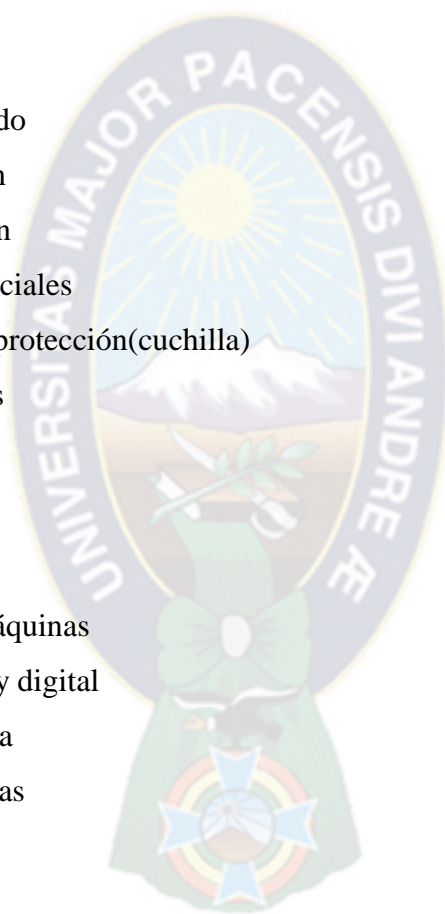
Los accesorios utilizados en la instalación del equipo (ascensor) electromecánico son los siguientes:

### **Materiales e insumo**

- Aislantes eléctricos
- Aislantes térmicos
- Cable de cobre aislado
- Cajas de distribución
- Cuadro de protección
- Interruptores diferenciales
- Palanca trifásica de protección(cuchilla)
- Aceites y lubricantes

### **Herramientas**

- Herramienta para máquinas
- Voltímetro análogo y digital
- Pinza ampere métrica
- Juego de llaves mixtas
- Alicates y pinzas





## CAPITULO III

### INGENIERIA DEL PROYECTO

#### 3.1. GENERALIDADES

La modernización de equipos, es un atractivo paquete que incluye el reemplazo de control electromecánico con interruptores semiconductores y la eliminación del selector de piso electromecánico, reemplazo de botoneras exteriores e interiores en cabina, provisión de indicadores de piso con lectura de información de fallas, reemplazo completo de las viejas o anticuadas instalaciones eléctricas del ascensor y la posibilidad de adicionar accesorios como equipo de frecuencia variable, pesadores de carga, sintetizadores de voz, “gong” de aproximación a piso etc. , con esto se moderniza el viejo ascensor electromecánico en uno electrónico de alta tecnología con mejores prestaciones de servicio y confort de viaje.

#### 3.3.1. DIAGRAMA DE BLOQUE DE SISTEMA ACTUAL



Fuente: elaboración propia

### 3.3.2. ANALISIS DE PÉRDIDAS

Tabla 3.1.

ANALISIS DE PERDIDA SITUACION CON PROYECTO		
SITEMA DE MAQUINAS ELECTRICAS	POTENCIA	PERDIDAS
MOTOR DE TRACCION	32HP - 24KW	-
TRANSFORMADOR DE POTENCIA	23 KVA	6 KW
FILTRO	23 KVA	- KW
SISTEMA DE MANDO		
TARJETAS ELECTRONICAS	-	-
ALIMENTADORES	0.045 OHM	0.10 KW
	<b>TOTAL</b>	<b>6.010 KW</b>

Fuente: elaboración propia.

LA DIFERENCIA DE PERDIDAS = **8.04 KW**

CALCULO DE ENERGIA:

**ENERGIA:**  $E = P \cdot t$  donde:

P = potencia

E = Energía

t = tiempo

HRAS MES = 16 h \* 27 días = **432 h/mes**

TOTAL ENERGIA = 8.04 KW \* 432 h/mes = **3473.28 KW /Año**

TARIFA = CARGO DE ENERGIA + CARGO DE POTENCIA

TARIFA = 78.412 Bs/mes + 11.575 Bs/ KW = **89.987 Bs/mes**

COSTO AHORRO = TARIFA \* TOTAL DE ENERGIA

COSTO AHORRO = 89.987 Bs/mes \* 3473.28 KW = **312550.04 Bs/ Año**

### **3.2. REDISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL**

El sistema electrónico concentra o reduce el tablero de maniobra; sustituyendo un gran número de piezas y componentes en uno de alta confiabilidad, esto se debe a que su bloque inteligente no contiene partes mecánicas que sufren consecuencia del uso tal como ocurre en los equipos electromecánicos. Su reemplazo elimina palancas de cobre y carbones por contactores normalizadas, los relay más los circuitos eléctricos complejos y otros componentes, por el microprocesador (idéntica su función a las de un CPU). Es de destacar además la sustitución de los límites niveladores de pisos y/o selectores mecánicos junto a otros contactos e instalaciones eléctricas innecesarias para aplicación de tecnología electrónica.

En conclusión, su gran ventaja comienza con las amplias prestaciones en cuanto a servicio, control de fallas y reducción de las mismas, menor costo de mantenimiento y mayor confort de viaje debido a que su tecnología se basa en un microprocesador de última generación que permite lograr funciones inalcanzables en los equipos electromecánicos como ser; el uso racional de programas por piso estación, atención de llamadas del ascensor más próximo, implementación de frecuencia variable voltaje variable (VVVf), para motor de corriente alterna.

### **3.3. SELECCION DE CUADRO DE CONTROL DE LA MARCA OTIS**

#### **Introducción**

Los cuadros de control son sistemas de monitoreo para el control de componentes del ascensor, por tanto se elije el modelo de cuadro de control Elevonic 411 de la marca OTIS de fabricación Americana. (Tabla 3.3. Anexo A. Fig. 6 A)

La capacidad de Interfase de la línea Elevonic permite una mayor flexibilidad y soluciones personalizadas además de facilitar la modernización en etapas dado su compatibilidad con los demás componentes, tales como operadores de puerto, señalizadores y REM (Monitoreo Remoto de Ascensores) que a la vez podrán ser adicionados posteriormente.

Cada cabina del grupo posee el hardware y & software necesarios para la perfecta relación de las funciones de control y de despacho de los ascensores. Hasta que la última cabina del grupo está fuera de servicio, este sistema de control operacional

permite que cada cabina continúe sus operaciones en grupo. Esto significa que cuando un ascensor es retirado del grupo, los otros se reordenan formando un nuevo grupo, buscando la optimización de la atención al tráfico.

Aún con una cabina al menos los controles Elevonic 411M- MS a través de un software específico calculan el RSR (Tiempo de Respuesta Relativa), que es el tiempo estimado para la atención de una llamada. A través de comunicación serial estos tiempos son comparados y el ascensor que se encuentra en mejores condiciones (menor RSR) es escogido para efectuar la atención. Esta evaluación es hecha varias veces por segundo llevándose en consideración la posición del ascensor, el sentido de viaje, el número de llamadas registradas en la cabina, el número de personas transportadas , etc.

- **Enlace Serial:** Un enlace serial bidireccional, de alta Velocidad de transmisión de datos, le permite a los controles operacionales el Sub-Sistema de Control Operacional (OCSS) de cada ascensor del grupo comunicarse continuamente entre sí por dos vías distintas.

Esto elimina la posibilidad de Fallas o comunicarse continuamente entre sí por dos vías distintas o pérdida de la función de operación en grupo aun con la paralización de una de las cabinas.

- **Subsistemas Modulares OCSS (Subsistema de Control Operacional):** Responsable por el movimiento de la cabina, este software responde por todas las llamadas de cabina y piso y controla el despacho del ascensor. El OCSS también envía todas las señales para los indicadores de cabina y piso.

- **OBSS (Subsistema de Accionamiento y Freno):** Responsable por el control del motor y freno del ascensor.

Tabla 3.2. **MODELOS DE CUADRO DE CONTROL DE DOS VELOCIDADES**

MODELO	CARACTERISTICAS
ADV 210 Microprocesador LCB I	Potencia: 5 (Kw.) Tensión: 380 (V) Corriente: 13 (A) Tipo de máquina: 11 VTR Velocidad: 1200 RPM Frecuencia: 50 (Hz) 2 Velocidades
ADV DP Microprocesador LCB I	DISEÑO PROGRESIVO MEJORADO CON LAS CARACTERISTICAS IDENTICAS

Tabla 3.3. **MODELOS DE CUADRO DE CONTROL CON VF**

MODELO	CARACTERISTICAS
VF1/OVF 10 Control malla abierta (sin encoder) Microprocesador LCB II	Potencia: 5 – 9 (Kw.) Tensión: VF Corriente: 13 (A) Tipo de máquina: 13 VTR Velocidad: 1500 RPM Frecuencia: 50/60 (Hz)
VF2/OVF 20 Control malla cerrada (con encoder) Microprocesador LCB II	Potencia: 9 – 15 (Kw.) Tensión: VF Corriente: 13 (A) Tipo de máquina: 13 VTR Velocidad: 1500 RPM Frecuencia: VF (frecuencia variable)
ELEVONIC E411M-MS	Potencia: 33 (HP), 24 (Kw.) Tensión: 380 (V); 3 Hilos Corriente: 177 (A) Tipo de máquina: 131 HT. SPL. DC Velocidad: 192/120 RPM Frecuencia: VF (frecuencia variable)

## 3.4. FILTRO

### 3.4.1. INTRODUCCIÓN

El filtro es el encargado de suavizar la caída de voltaje que hay a la salida de los SCRs dando a la salida. Un voltaje constante con muy poco voltaje de rizo.

La caja de filtro de rizo contiene un banco de capacitores y reactancia de DC para reducir el ruido debido a la corriente de armadura filtrada por el drive SCR. Las cajas del transformador de aislamiento pequeña y mediana están diseñadas para minimizar el espacio de piso, de tal modo que los filtros de rizo puedan ser apilados directamente en la parte de arriba. El transformador de aislamiento grande y el filtro de rizo no están diseñados para ser apilados. La siguiente tabla identifica las capacidades, tamaño y peso del transformador y filtro. (Tabla 3.4, 3.5)

El **rizado**, algunas veces llamado fluctuación o *ripple* (del inglés), es la pequeña componente de alterna que queda tras rectificarse una señal a corriente continua. El rizado puede reducirse notablemente mediante un filtro de condensador, este proceso es llamado a veces "filtrar", y debe entenderse como la reducción a un valor mucho más pequeño de la componente alterna remanente tras la rectificación, pues, de no ser así,

La señal resultante incluye un zumbido a 60 ó 50 Hz. La función que tiene el transformador es la de aislar la línea AC de la fuente y reducir el voltaje de entrada (380 o 480 V AC) en voltajes menores que puedan utilizarse en la fuente. Por otra parte, la función del rectificador es la de la onda AC en una cuyo valor sea siempre positivo, así como proveer las demandas de corriente de carga del capacitor de filtrado. Un diagrama esquemático muestra la relación entre estos elementos:



## Voltaje de Salida de los SCR's en Rectificadores con Filtros

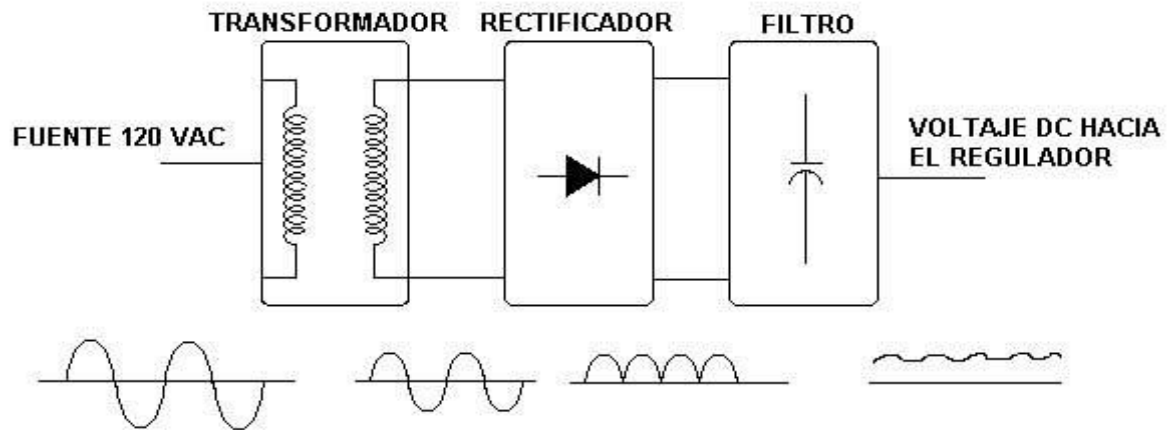
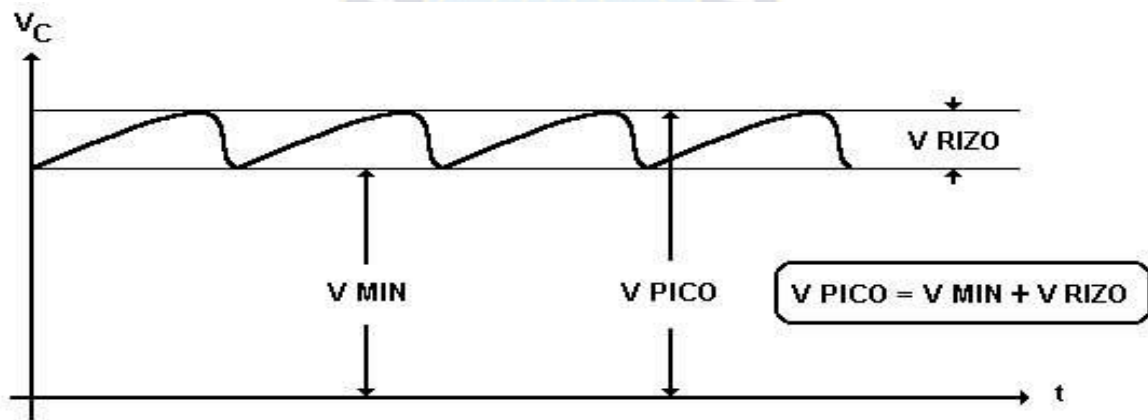


DIAGRAMA DE BLOQUES DE UNA FUENTE LINEAL NO REGULADA



VOLTAJE DE SALIDA DEL CAPACITOR

Fuente: [wikipedia.org/wiki/Variador](http://wikipedia.org/wiki/Variador). Figura 3.3. Factor de rizado

### Factor de Rizado

El rizado usualmente se cuantifica mediante el factor de rizado y se calcula como el valor eficaz del voltaje de rizado sobre el voltaje en continua medio, por 100. El factor de rizado suele establecerse sobre el 10% o menos, siempre dependiendo de la aplicación.

$$F_r = \frac{(V_r)_{ef}}{V_o} 100 \quad (3.1)$$

Donde:

$(V_r)_{ef}$ : Voltaje de rizado eficaz

$V_o$  : Voltaje promedio de salida

$F_r$  : Factor de rizado

La fórmula para calcular el voltaje de rizado de una fuente rectificadora y filtrada es la siguiente:

$$(V_r)_{pp} = \frac{I_L}{fC} \quad (3.2)$$

Donde:

- $(V_r)_{pp}$  es el voltaje de rizado de pico a pico. Recordar que  $(V_r)_{pp} = 2\sqrt{2}(V_r)_{ef}$ .
- $I_L$  es la corriente continua que demanda la carga.
- $f$  es la frecuencia del rizado. Esta frecuencia es igual a  $f_{red}$  en un rectificador de media onda e igual a  $2f_{red}$  en un rectificador de onda completa.
- $C$  es la capacidad del condensador.

### 3.4.2. TRANSFORMADOR

La función principal es la de aislar la alimentación trifásica del controlador, en la eventualidad de un corto circuito y así evitar daño al sistema.

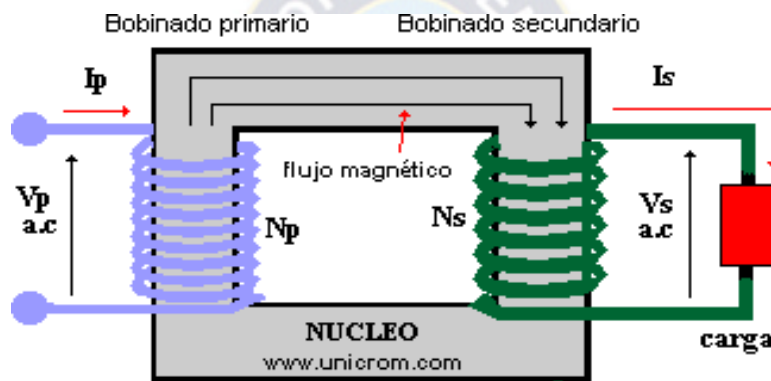
El transformador es un dispositivo que se encarga de "transformar" el voltaje de corriente alterna que tiene a su entrada en otra diferente amplitud, que entrega a su salida. Se compone de un núcleo de hierro sobre el cual se han arrollado varias espiras (vueltas) de alambre conductor. Este conjunto de vueltas se llaman bobinas y se denominan:

Bobina primaria o "primario" a aquella que recibe el voltaje de entrada y Bobina secundaria o "secundario" a aquella que entrega el voltaje transformado.



- La Bobina primaria recibe un voltaje alterno que hará circular, por ella, una corriente alterna.
- Esta corriente inducirá un flujo magnético en el núcleo de hierro.
- Como el bobinado secundario está arrollado sobre el mismo núcleo de hierro, el flujo magnético circulará a través de las espiras de éste.

Al haber un flujo magnético que atraviesa las espiras del "secundario", se generará por el alambre del secundario un voltaje. En este bobinado secundario habría una corriente si hay una carga conectada.



Fuente: maquinas y transformadores Irving Kosow. Figura 3.4. Transformador

La razón de transformación del voltaje entre el bobinado "Primario" y el "Secundario" depende del número de vueltas que tenga cada uno. Si el número de vueltas del secundario es el triple del primario. En el secundario habrá el triple de voltaje. La fórmula:

$$\frac{\text{Número de espiras del primario (Np)}}{\text{Número de espiras del secundario (Ns)}} = \frac{\text{Tensión del primario (Vp)}}{\text{Tensión del secundario (Vs)}} \quad (3.3)$$

$$\mathbf{Vs = Ns \times Vp / Np} \quad (3.4)$$

Entonces: Un transformador puede ser "elevador o reductor" dependiendo del número de espiras de cada bobinado. Si se supone que el transformador es ideal.

(La potencia que se le entrega es igual a la que se obtiene de él, se desprecian las pérdidas por calor y otras), entonces:

Potencia de entrada ( $P_i$ ) = Potencia de salida ( $P_s$ ).

$$P_i = P_s \quad (3.5)$$

Si tenemos los datos de corriente y voltaje de un dispositivo, se puede averiguar su potencia usando la siguiente fórmula.

Potencia = voltaje x corriente

$$P = V \times I \text{ (en watts)} \quad (3.6)$$

Aplicando este concepto al transformador y como

$P$  (bobinado primario) =  $P$  (bobinado secundario)

Entonces. La única manera de mantener la misma potencia en los dos bobinados es que cuando el voltaje se eleve, la corriente se disminuya en la misma proporción y viceversa.

Entonces:

$$\frac{\text{Número de espiras del primario } (N_p)}{\text{Número de espiras del secundario } (N_s)} = \frac{\text{Corriente en el secundario } (I_s)}{\text{Corriente en el primario } (I_p)} \quad (3.7)$$

Así, para conocer la corriente en el secundario ( $I_s$ ) son:

- $I_p$  (la corriente en el primario),
- $N_p$  (espiras en el primario) y
- $N_s$  (espiras en el secundario)

Se utiliza siguiente fórmula:

$$I_s = N_p \times I_p / N_s \quad (3.8)$$

## CARACTERISTICA DE TRANSFORMADOR

Tabla 3.4

DIBUJO-TRASFORMADOR DE AISLAMIENTO: A 21799B							
PARTE	DISCRIPCION	APILABLE	PESO	ALTURA	ANCHO	LONGITUD	FIG
A21799B	CON ENGRANES >50<71KVA SIN ENGRANES <71KVA	SI	650 Libras	34	42	24	7A
A21799B	CON ENGRANES >70KVA SIN ENGRANES >70KVA	NO	750 Libras	43	42	30	8A

## CARACTERISTICA DE FILTRO DE RIZO

Tabla 3.5

DIBUJO-FILTRO DE RIZO: A 21799E							
PARTE	DESCRIPCION	APILABLE	PESO	ALTURA	ANCHO	LONGITUD	FIG
A21799E	CON ENGRANES >50<71KVA SIN ENGRANES <71KVA	SI	557 Libras	34	36	24	7 <sup>a</sup>
A21799E	CON ENGRANES >70KVA SIN ENGRANES >70KVA	NO	661 libras	43	42	30	8 <sup>a</sup>

Fuente: manual de instalación elevonic Otis

### 3.4.3. VARIADOR DE VELOCIDAD

#### Introducción

Es un dispositivo electrónico basado en microcontrolador, que permite el control de arranque, y el paro de un motor, así como de su velocidad. Todos los variadores de frecuencia modernos cuentan con los siguientes partes principales:

- Circuito rectificador. Recibe la tensión alterna y la convierte en continua por medio de un puente rectificador de diodos o tiristores.
- Circuito intermedio. Consiste en un circuito LC cuya función principal es suavizar el rizado de la tensión rectificada y reducir la tensión de armónicos hacia la red.
- Inversor. Convierte el voltaje continuo del circuito intermedio en uno de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos de manera controlada.

▪ **Un variador de frecuencia:** La posibilidad de regular la frecuencia y la tensión con convertidores electrónicos, las (siglas VFD, del inglés: Variable Frequency *Drive* o bien AFD Adjustable Frequency *Drive*) es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencia. Son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, microdrivers o inversores. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).

### Principio de funcionamiento

En el caso de que la tensión  $U_1$  evoluciona proporcionalmente a la frecuencia  $f_1$ , suponiendo que el flujo principal del motor es de variación senoidal con pulsación  $\omega_1=2\pi f_1$ , el valor eficaz de la f.e.m. inducida sobre una fase que tiene  $2 \cdot Z_1$  espiras y está bobinada con un factor de bobinado  $k_{b1}$ , estará dada por:  $E_1=4.44 \cdot 2 \cdot Z_1 \cdot k_{b1} \cdot f_1 \cdot \phi_m$ , entonces el flujo está dado por:

$$\phi_m = (E_1 / f_1) / (4.44 \cdot 2 \cdot Z_1 \cdot k_{b1}) \quad (3.9)$$

El flujo máximo es proporcional al cociente  $E_1/f_1$  que se puede aproximar a  $U_1/f_1$ , en este principio se basa la aplicación del variador de frecuencia que debe cumplir esta condición para así mantener la cupla constante ya que es proporcional al flujo máximo.

Para el caso más simple el voltaje de línea del inversor está dado por:

$$v_{ab} = \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \frac{2V_s}{n\pi} \cos\left(\frac{n\pi}{6}\right) \text{sen} \left( \omega t + \frac{\pi}{3} \right) \quad (3.10)$$

A continuación se resumen las partes de que consta el conversor que está dividido en módulos.

▪ **Rectificador:** Que consta de dos tiristores en configuración de onda completa semicontrolado gobernado mediante un circuito de control que aprovecha la propiedad de relajación de los circuitos RC en conjunto con el uso de los amplificadores operacionales.

Esta etapa debe entregar una tensión continua lo más estable posible a partir de una tensión alterna de la red comercial monofásica, así que está regulado es decir en bucle cerrado. Para alisar la corriente y la tensión en la salida continua, se usa un filtro LC en configuración L invertida lográndose así una disminución del rizado de tensión y el rizado de corriente menor al 5%.

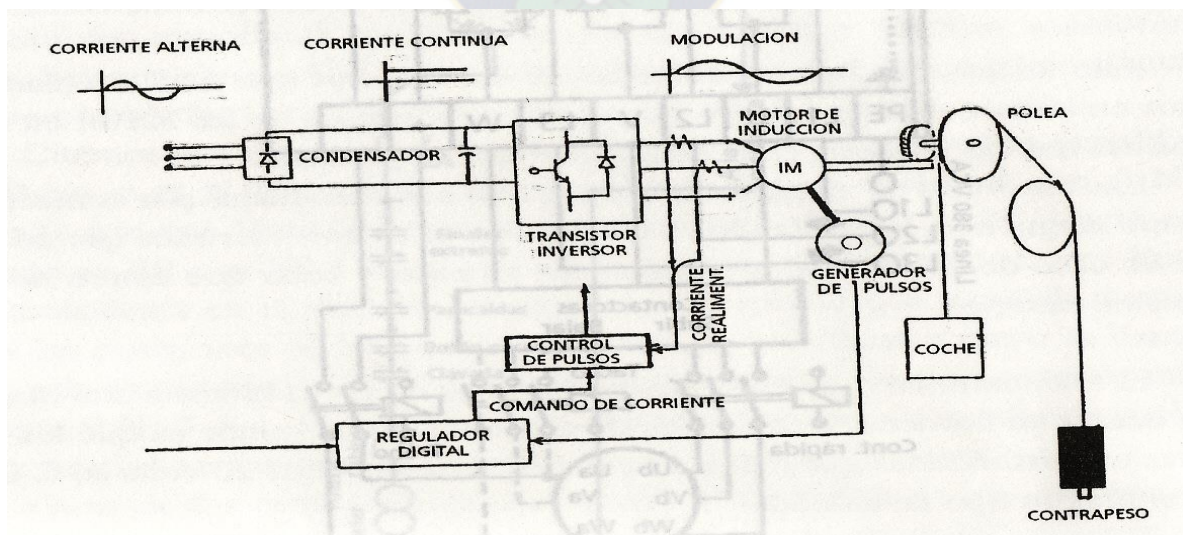
- **Troceador:** Este convertidor permite elevar la tensión rectificada de corriente directa hasta un valor de diseño y además será posible regular esta tensión última.

- **Inversor:** Está constituido por un bloque en puente de seis transistores de potencia de alta tensión, que tiene el objeto de trocear la tensión continua y transformar la tensión continua en tres juegos de tensiones desfasados en  $120^\circ$  y que luego se aplica al arranque y control de velocidad por frecuencia de motores trifásicos de inducción pequeños o de mediana potencia menor a  $\frac{1}{2}$  HP.

El circuito de control del inversor está conformado por osciladores, compuertas lógicas, flip flops JK a fin de conseguir los pulsos que dispararan a los seis transistores en instantes adecuados

- **Fuente:** Esta etapa es de suma importancia porque alimentará a los componentes activos de la etapa de control como son los amplificadores operacionales, elementos digitales, temporizadores, etc.

El desarrollo tecnológico ha alcanzado un avance extraordinario en los sistemas de control de maniobras de ascensores con tableros controlados por una alta tecnología de hardware y PC.



Fuente: motores eléctricos Gustavo Gilli. Figura 3.5. Diagrama de bloques

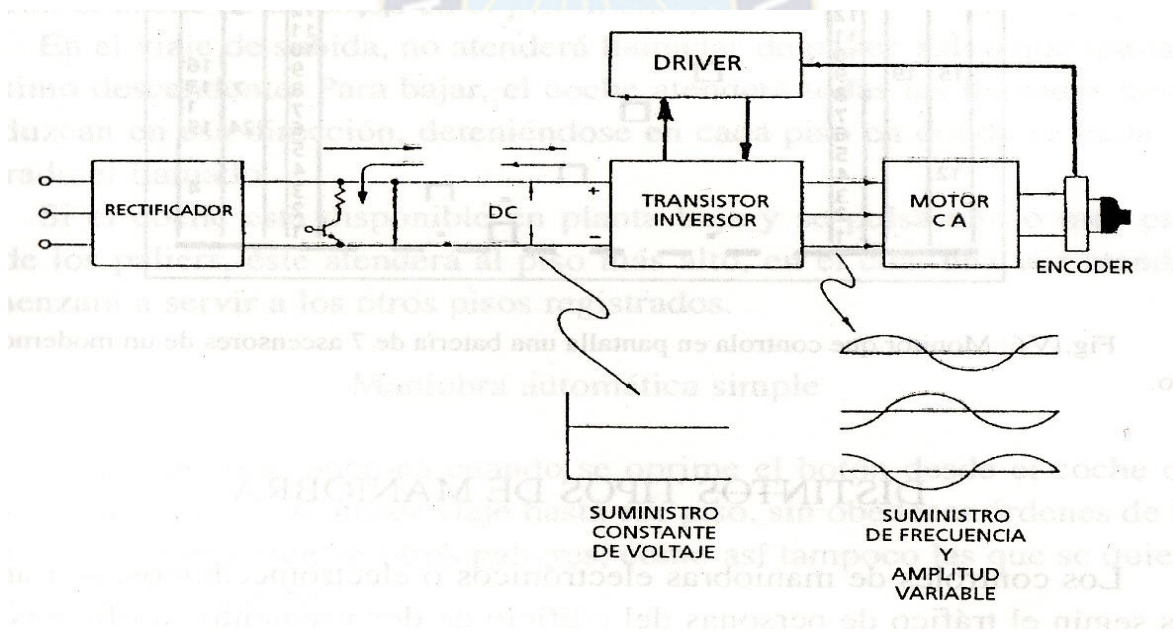


## Controlador para motor de CA

Consiste en dos etapas: suministro de CD e inversor. El inversor opera desde una fuente CD aplicado a su entrada, produciendo un voltaje variable y una salida senoidal de tres fases. La combinación inversor-motor suministra una operación de cuatro cuadrantes, tal como durante la marcha del motor de inducción comienza un generador, convirtiendo la energía mecánica en un suministro de tres fases a los terminales del motor.

El inversor trabajo hacia atrás y convierte el suministro de tres fases en suministro de CD apareciendo en la entrada del inversor.

La polaridad del voltaje CD en la entrada del inversor, resta a la misma durante la motorización y regeneración, mientras la dirección del flujo de corriente cambia.



Fuente: motores eléctricos Gustavo Gilli. Figura 3.6. Control de inversor

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA) está determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p} \quad (3.11)$$

Donde:

**RPM** = Revoluciones por minuto

**f** = frecuencia de suministro CA (Hercio)

**p** = Número de pólos (adimensional)

Las cantidades de polos más frecuentemente utilizadas en motores asíncronos o en Motor asíncrono son 2, 4, 6 y 8 polos que, siguiendo la ecuación citada resultarían en 3000 RPM, 1500 RPM, 1000 RPM y 750 RPM respectivamente para motores sincrónicos únicamente. Dependiendo si funciona en 50Hz o 60Hz.

En los motores asíncronos las revoluciones por minuto son ligeramente menores por el propio asincronismo que indica su nombre. En estos se produce un desfase mínimo entre la velocidad de rotación (RPM) del rotor (velocidad "real" o "de salida") comparativamente con la cantidad de RPMs del campo magnético (las cuales si deberían cumplir la ecuación arriba mencionada tanto en motores asíncronos como en motores síncronos) debido a que sólo es atraído por el campo magnético exterior que lo aventaja siempre en velocidad

**Ejemplo:** Un motor de 4 polos que está conectado directamente a la red de distribución eléctrica de 60 Hz debería tener una velocidad síncrona de 1800 rpm:

$$\frac{120 \times 60}{4} = 1800 \text{ RPM}$$

Si este es un motor de inducción, la velocidad de operación a plena carga estará sobre los 1750 RPM.

Si el motor está conectado al variador de velocidad que le proporciona 40 Hz, la velocidad síncrona será de 1200 RPM:

$$\frac{120 \times 40}{4} = 1200 \text{ RPM}$$

**Descripción del VFD:** Un sistema de variador de frecuencia (VFD) consiste generalmente en un motor de CA, un controlador y un interfaz operador.

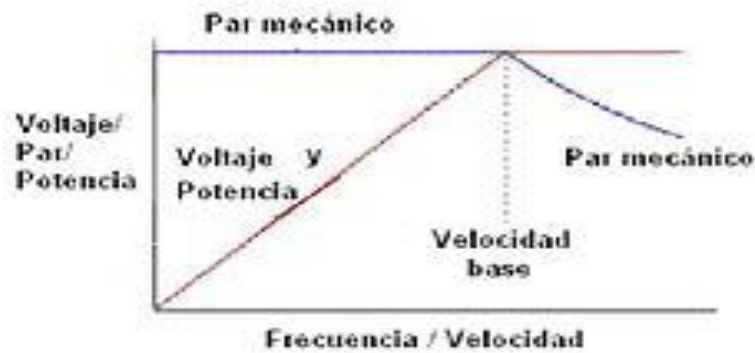


Figura 3.7. Relación par-velocidad para un variador de velocidad

**Motor del VFD :** El motor usado en un sistema VFD es normalmente un motor de inducción trifásico. Algunos tipos de motores monofásicos pueden ser igualmente usados, pero los motores de tres fases son normalmente preferidos. Varios tipos de motores asíncronos ofrecen ventajas en algunas situaciones, pero los motores de inducción son más apropiados para la mayoría de propósitos y son generalmente la elección más económica. Motores diseñados para trabajar a velocidad fija son usados habitualmente, pero la mejora de los diseños de motores estándar aumenta la fiabilidad y consigue mejor rendimiento del VFD. (Variador de frecuencia).



## Controlador del VFD

El controlador de dispositivo de variación de frecuencia está formado por dispositivos de conversión electrónicos de estado sólido. El diseño habitual primero convierte la energía de entrada CA en CC usando un puente rectificador. La energía intermedia CC es convertida en una señal quasi-senoidal de CA usando un circuito inversor conmutado. El rectificador es usualmente un puente trifásico de diodos, pero también se usan rectificadores controlados. Debido a que la energía es convertida en continua, muchas unidades aceptan entradas tanto monofásicas como trifásicas (actuando como un convertidor de fase, un variador de velocidad).

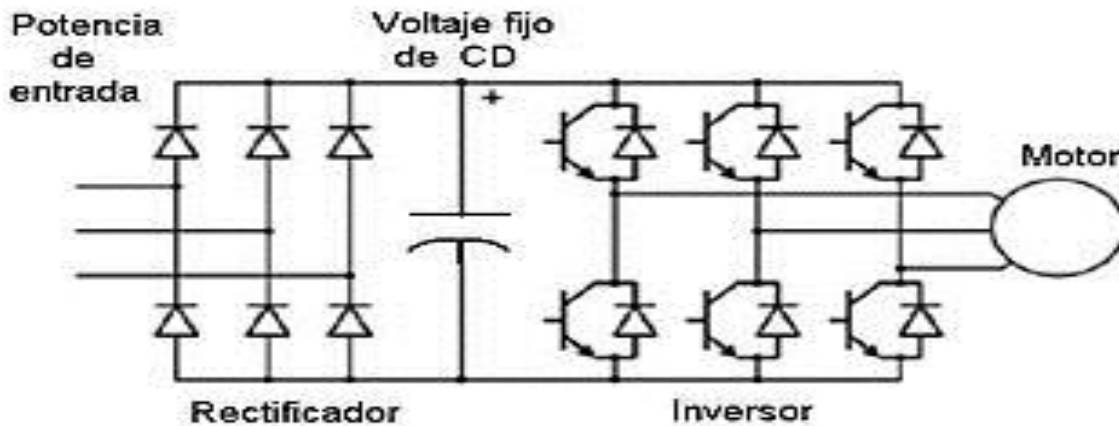


Figura 3.8. Diagrama de Variador de frecuencia con Modulación de Ancho de pulso (PWM)

Tan pronto como aparecieron los interruptores semiconductores fueron introducidos en los VFD, ellos han sido aplicados para los inversores de todas las tensiones que hay disponible. Actualmente, los transistores bipolares de puerta aislada (IGBTs) son usados en la mayoría de circuitos inversores. Las características del motor CA requieren la variación proporcional del voltaje cada vez que la frecuencia es variada. Por ejemplo, si un motor está diseñado para trabajar a 460 voltios a 60 Hz, el voltaje aplicado debe reducirse a 230 volts cuando la frecuencia es reducida a 30 Hz. Así la relación voltios/hertzios deben ser regulados en un valor constante ( $460/60 = 7.67 \text{ V/Hz}$  en este caso).

Para un funcionamiento óptimo, otros ajustes de voltaje son necesarios, pero nominalmente la constante es V/Hz es la regla general. El método más novedoso y extendido en nuevas aplicaciones es el control de voltaje por ancho de pulso, pulse width ( PW).

### **Variador Trifásico DC LEROY SOMER**

Las impulsiones de DMV 2322 y de DMV 2342 se diseñan para suministrar a motores de corriente continua (C.C.) de una fuente trifásica de la CA Entre 220 y 480 V, +- 10%. y controla la corriente de la armadura , y la corriente inducida si la impulsión se equipa de una fuente variable de la excitación (opción para los grados mayor de 210 A). Como se muestra en el (Anexo A Fig. 12 A)

**Arrancador electrónico suave LEROY SOMER:** Es un arrancador electrónico de múltiples funciones con el microcontrolador. Es conveniente para el uso en todos los motores de inducción asincrónicos trifásicos.

- **Comenzar el arranque:** Todos los sistemas tradicionales referentes al motor que comienza (directo, estrella-delta, etc.) pueden dibujar una corriente que comienza que pueda variar entre 7 y 9 veces la corriente clasificada del motor.

- **Protección del motor:** El inicio para arriba, la protección y la automatización de sistema implican la instalación numerosa de los elementos que hace los gabinetes electrónicos complejos y costosos. Digistart proporciona funciones suplementarias que limitan la necesidad del equipo adicional con una reducción consiguiente en el coste de material, de mano de obra y de costes corriente.

- **Control progresivo de la parada:** El impacto de paradas ásperas en ciertos usos bajo la inercia, induce especialmente choques mecánicos, disturbio hidráulico o la contaminación de ruido.

Digistart, genera un voltaje en los terminales del motor durante la fase de la desaceleración.

Variador DCKB Electronics LEROY SOMER: impulsión de velocidad variable de, 0.25 a 132 kilovatios.

Control de motor: Modo de la inducción de U/F, modo de control del vector de lazo abierto.

Fuente principal:

- Monofásico 110V hasta 1.1 kilovatios
- Monofásico 230V hasta 2.2 kilovatios
- Tres fases 230V hasta 30 kilovatios
- Tres fases 400V hasta 132 kilovatios
- Tres fases 575V hasta 110 kilovatios
- Tres fases 690V hasta 132 kilovatios

### ESQUEMA DE REPRESENTACION

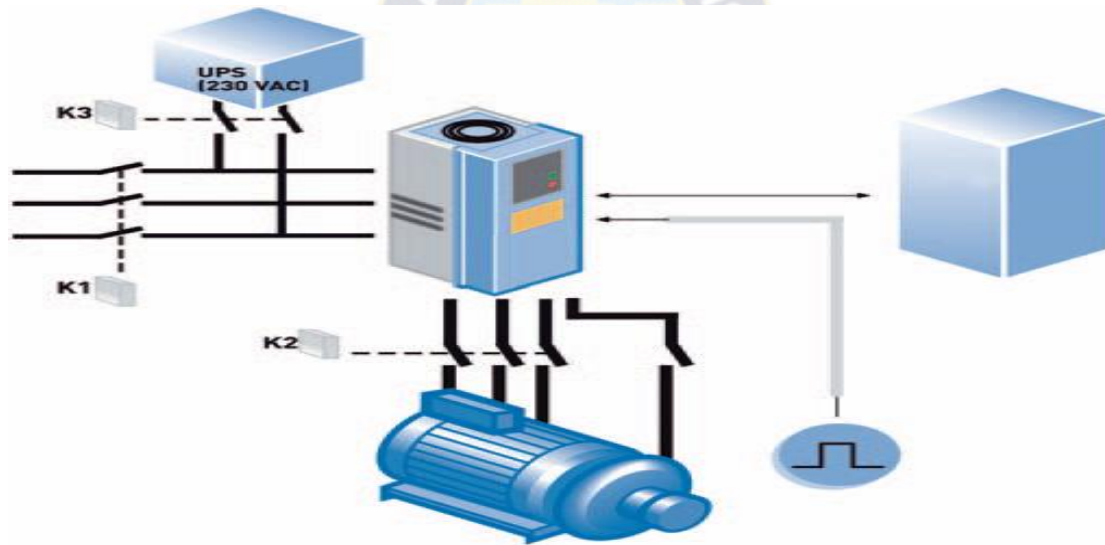


Figura 3.9. Esquema de representación de variador

### 3.5. SISTEMA DE PROTECCION

El sistema de protección en los equipos electrónicos son muy sofisticados se mencionan a continuación:

- Contactos normalizados
- Información de estado y detección de fallas
- Protección de motor y puerta por tiempo de operación

- Mando automático/ manual
- Protección electrónica y termo magnética en circuitos
- Conexión a servicios independiente/pesador completo – sobre carga. /sintetizador de voz etc.
- seguridad de puerta
- Bordes electrónicos: Estos bordes no llevan movimientos mecánicos ya que vienen instalados emisores de luz infrarroja en una hoja de la puerta, mientras que en la otra son espejos que reciben el haz emitido por ésta, cuando el pasajero interrumpe esa señal las puertas se abren en forma inmediata invirtiendo de esta forma la operación del motor.
- El receptor y emisor que van colocados en los sistemas de puertas centrales deben estar bien enfocados entre sí, ya que de no ser así, provocará defecto produciendo la parada del ascensor.
- Operador de puerta automática: Realizan el cierre y la apertura en forma automática, consiste en un motor que está montado en el techo del coche en cuyo eje se adaptan articulaciones mecánicas que están ancladas a la puerta del coche y de ésta a la puerta exterior.
- Centinela de tráfico: Es un sistema de seguridad que es instalado cuando se dispone de puertas automáticas. Este sistema está compuesto por un foto-detector que emite un haz infrarrojo modulado. Emite y recibe en el mismo cuerpo actuando así por reflexión sobre un espejo o micro-prismas por el LED de enfoque que enciende al actuar el relé de salida. Este como los demás sistemas, al cortarse el haz infrarrojo manda la señal al motor del operador invirtiendo su posición de cerrar.

### **3.5.1. PUESTA ATIERRA**

#### **Introducción**

En los sistemas de telégrafos de principios del siglo XIX se usaban dos o más cables para llevar la señal y el retorno de las corrientes. Por aquel entonces se descubrió que la tierra podría ser usada como un camino de retorno para completar un circuito cerrado,

de esta forma el cable de retorno era innecesario. (Probablemente el científico alemán Carl August Steinheil)

- **Puesta a tierra:** Todo lo ubicado en el cuarto de máquinas, así como las cubiertas metálicas de aparatos y dispositivos eléctricos deben conectarse a tierra. Las canalizaciones metálicas se unirán a las partes metálicas del carro que estén conectadas a tierra. Los quipos montados sobre elementos de la estructura metálica del edificio pueden considerarse conectados a Tierra.

- **Tierra:** Desde el punto de vista de la Electrotécnica se llama TIERRA a la región de la superficie terrestre, la cual se encuentra en contacto directo con el electrodo por el que circula la corriente y cuya misión es forzar la derivación al terreno de las intensidades y en la cual entre dos puntos de la misma no hay diferencia observable de potencial.

Si el cuerpo del electromotor, aparato, superficie del cable, etc. no tiene contacto seguro con la tierra y como resultado del deterioro del aislamiento existe un contacto con las partes conductoras, cualquier contacto de una persona con el cuerpo no aislado de la tierra, va a ser tan peligroso como el contacto con las partes conductoras, o sea va a ocurrir una conexión monofásica de la persona en el circuito eléctrico. Diferente ocurre si el circuito está aterrado con seguridad. Instalación de puesta a tierra. (Anexo A. Fig. 13 A)

Los conceptos de tierra y masa son usados en los campos de la electricidad y electrónica. El término "tierra", como su nombre indica, se refiere al potencial de la superficie de la Tierra.

Para hacer la conexión de este potencial de tierra a un circuito eléctrico se usa un electrodo de tierra, que puede ser algo tan simple como una barra metálica (usualmente de cobre) anclada al suelo, a veces humedecida para una mejor conducción.

Es un concepto vinculado a la seguridad de las personas, porque éstas se hallan a su mismo potencial por estar pisando el suelo. Si cualquier aparato está a ese mismo potencial no habrá diferencia entre el aparato y la persona, por lo que no habrá descarga

eléctrica peligrosa. Durante el contacto eléctrico la persona se encuentra bajo la tensión total de alimentación del agregado, y la corriente que circula a través de la persona es igual a:

$$U_f = I_p \times R_p \quad (3.12)$$

Donde:  $U_f$  = Tensión de línea

$I_p$  = Corriente que circula a través de la persona

$R_p$  = Resistencia del cuerpo de la persona

Si tomamos en consideración que en condiciones normales la resistencia del cuerpo de la persona es  $R_{\text{persona}}=1000$  Ohm, a través de esta persona pasa una corriente igual a:

$$I_{\text{persona}} = U_{\text{fase}} / R_{\text{persona}} \quad (3.13)$$

O sea una corriente con peligro de muerte para la persona .Si la resistencia de los zapatos  $R_{\text{zapatos}}$  y la resistencia del suelo  $R_{\text{suelo}}$  en la suma son medibles, es decir que la resistencia de zapato y el suelo es del orden de  $10\,000$  Ohm, la corriente a través de la persona es igual a:

$$I_p = U_{\text{fase}} / (R_p + R_z + R_s) \quad (3.14)$$

▪ **Masa:** La definición clásica de masa (en inglés de EEUU “ground” de donde viene la abreviación GND, (earth en inglés) es un punto que servirá como referencia de tensiones en un circuito (0 voltios). El problema de la anterior definición es que, en la práctica, esta tensión varía de un punto a otro, es decir, debido a la resistencia de los cables y a la corriente que pasa por ellos, habrá una diferencia de tensión entre un punto y otro cualquiera de un mismo cable.

Una definición más útil es que masa es la referencia de un conductor que es usado como retorno común de las corrientes.



La masa y la tierra en un circuito no tienen porque tener la misma tensión. Incluso la forma de onda de la masa respecto a la tierra puede ser variable.

### **Material Para la Instalación de Puesta a Tierra**

- Cemento conductivo Reducrete - Dosis Electrolitica.
- Montmorillonita - Bentonita y Bentonita Sodica Rejyra.
- Tierra de chacra – sal Industrial – Carbón Industrial



## CAPITULO IV

### SISTEMA DE CONTROL ACTUAL

#### 4.1. SISTEMA DE MAQUINAS ELÉCTRICAS

La máquina de tracción de corriente continua CC tipo **Gearless machine** sin engranaje se mantiene por su mayor potencia y rendimiento, descrita en el capítulo II., se muestra en el (Anexo A .Fig. 10 A, 11A)

A esta máquina de CC se le implementa un codificador rotatorio denominado encoder. El encoder es un transductor rotativo que transforma un movimiento angular en una serie de impulsos digitales.

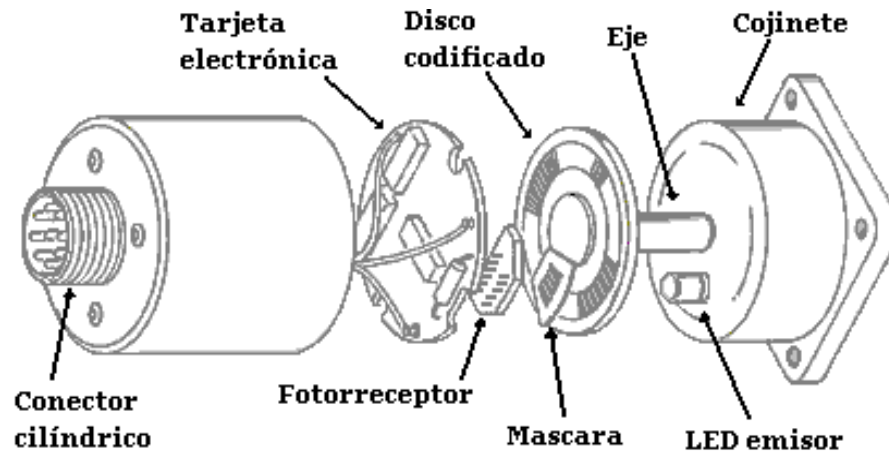
Estos impulsos generados pueden ser utilizados para controlar los desplazamientos de tipo angular o de tipo lineal, si se asocian a cremalleras o a usillos. Las señales eléctricas de rotación pueden ser elaboradas mediante controles numéricos (CNC), contadores lógicos programables (PLC), sistemas de control.

La señal eléctrica detectada para generar impulsos correctamente y sin interferencias debe ser procesada electrónicamente, para incrementar la calidad y estabilidad de las señales. Estas señales de conmutación se generan óptimamente y se presentan bajo la forma de tres ondas cuadradas entre si en  $120^\circ$  eléctricos. Estas señales sirven al convertidor que gobernará el motor para generar con fase correcta las tensiones o corrientes para hacerlo funcionar. Estos impulsos de conmutación se pueden repetir varias veces dentro de un giro mecánico del encoder porque depende directamente de los polos de motor que está conectado, tendremos por lo tanto fases de conmutación para motores de 4 a 6 o más polos.

▪ **El encoder:** Un encoder es un codificador rotatorio, también llamado codificador del eje, suele ser un dispositivo electromecánico (es un sensor electro-opto-mecánico) usado para convertir la posición angular de un eje a un código digital, lo que lo convierte en una clase de transductor. Su fin, es actuar como un dispositivo de realimentación en sistemas de control integrado.



## Encoder



Fuente: manual de Otis. Figura 4. Encoder

## Elevonic 411M-MS Transductor de Velocidad Primaria (PVT)

Es un dispositivo digital, denominado encoder de tres canales proveen tres tipos de alimentación al sistema:

1. Velocidad
2. Posición
3. Revisión de velocidad independiente de nivelación y desaceleración terminal.

Hay un total de cuatro (4) PVTs diferentes, disponibles para proyectos de controlador E411M-MS en los cuales un motor DC con engranes o una maquina DC sin engranes tal como se ve en la siguiente tabla.

## CARACTERISTICA DE ENCODER

Tabla 4.1.

<b>DIBUJO-TRANSDUCTOR DE VELOCIDAD PRIMARIA (PVT):A 21799H</b>			
CODIGO	TIPO	PESO	FIG.
C21410AAA15	CON ENGRANES	10 Libras	4.1
C21410AAA16	E411M-MS		
C21410AAA19	SIN ENGRANES		
C21410AAA20	E411M-MS		

Fuente: manual de Otis

### 4.2. SISTEMA DE PROTECCION Y MANIOBRA

#### **Elevonic 411M-MS transductor de Posición Secundaria (SPT)**

El SPT esta constituido en seis (6) sensores tipo interruptor óptico que indican la posición del carro, basado en la ubicación de las levas que están montadas en el cubo. El SPT es usado para la detección de zona de puertas y nivelación en cada entrada y en los límites de desaceleración terminal normal. Se proporciona una opción para dos sensores adicionales y un diferente tipo de leva para proveer 12 pulgadas de apertura de puertas avanzadas. El lector SPT esta montado en la parte superior del carro y alimenta sus señales directamente a la Tarjeta Lógica de Movimiento (MLBII) en el cuadro de control.

#### **Sistema de Protección**

El sistema de protección en los equipos electrónicos son muy sofisticados ya se ha descrito en el capítulo III, inciso 3.5.

#### **Sistema de Maniobra**

El sistema de maniobra o comando en el ascensor electrónico, básicamente es un dispositivo que interviene en las distintas fases para que el motor gire en un sentido u otro, haciendo que la cabina suba o baje además de administrar todas las llamadas (interiores y exteriores de piso). Según su complejidad resultan distintas presentaciones

para el usuario como por ejemplo su maniobras (colectivo ascendente, ascendente – descendente).

- Maniobra en 1 o 2 velocidades o frecuencia variable
- Sistema automático colectivo ascendente descendente (mejor prestación de servicios y ahorro de consumo de energía; el ascensor toma la llamada servida del último piso o la mas próxima con lectura de dirección según corresponda a las características del equipo
- Indicador digital en control
- Gabinete en acero frontal
- Nivelación de pisos por medio de pantallas con juego de placas infrarrojas que mejoran la nivelación
- Comunicación entre ordenadores en maniobra, dúplex, triple o de más baterías que permite vincular las llamadas ante una placa receptora que da ordenes de marcha.
- Indicador de Piso; El indicador de piso es un dispositivo electrónico que recibe señales por donde circula o está estacionada la cabina del ascensor y las traduce en caracteres alfanuméricos que se muestran en una pequeña pantalla.

### **4.3. SISTEMA DE CONTROL**

#### **Generalidades**

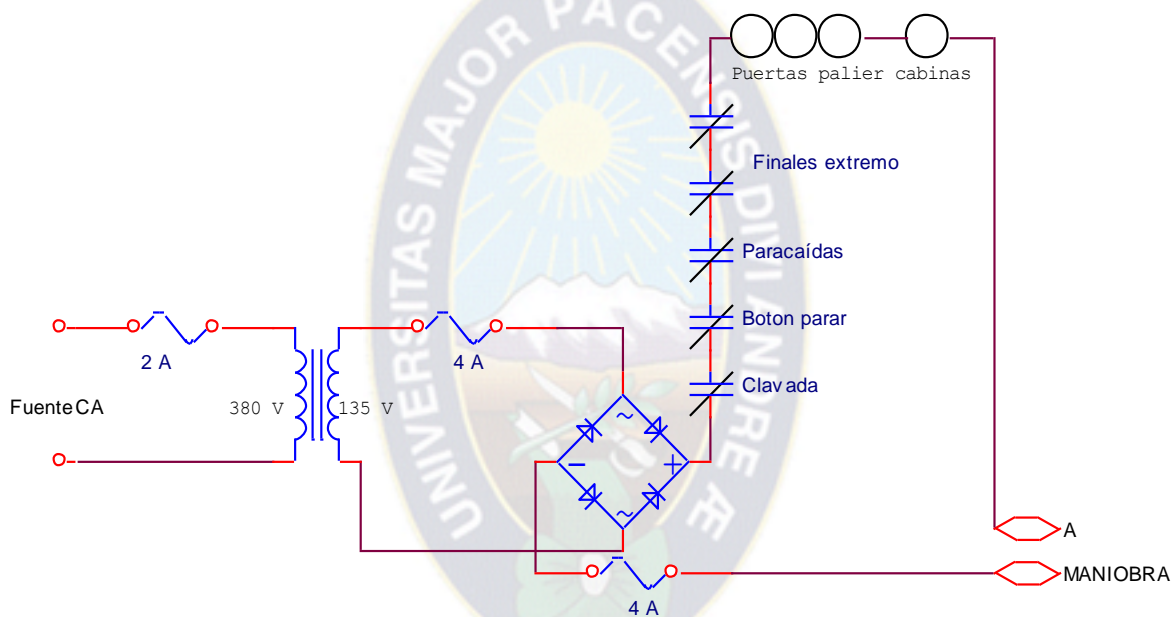
**Sistema de Control Electrónico:** Presentan bajo costo de mantenimiento y gran confiabilidad. Ya que de un integrado procesador de 40 pines pueden manejarse múltiples operaciones que realiza junto con otras etapas de transistores, tiristores y diodos.

Hay controles electrónicos que vienen provistos con el sistemas C.A.C. que significa corriente alterna controlada siendo esto lo que permite que un motor de 2 velocidades de corriente alterna, realice un efecto similar de suavizar el arranque y la parada como el de corriente directa. Este sistema recibe información de un dínamo que está acoplado al motor emitiendo de esta manera pulsaciones constantes de las r.p.m. en cada etapa del trabajo, es decir en el

arranque, marcha y parada. Las tensiones de alimentación del motor son manejadas por contactores del tipo magnético, intercalando en las direccionales una intertraba que no permite en caso de dos llamadas simultáneos en bajar y subir que entren las dos al mismo tiempo.

### a) Controles Electrónicos Convencionales

Las fuentes de poder deben soportar las cargas generadas de las diferentes etapas de funcionamiento.

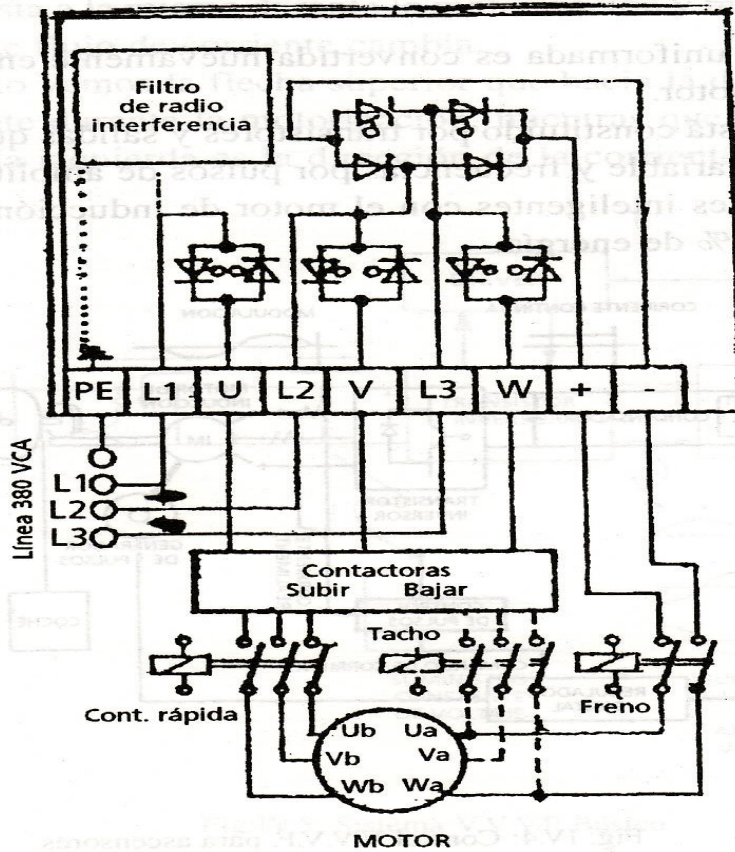


Fuente: maquinas eléctricas Stephen J Chapman Figura 4.1. Control convencional

En el esquema se ve una fuente de poder compuesta de un transformador, cuyo primario se alimenta de 380 V con salida del secundario de 135 V, que se rectifica por diodos, y alimenta a las bobinas de los contactores de potencia solenoide de freno y el patín retráctil de la cabina. El otro circuito recorre los límites finales, contacto de seguridad de puerta de coche, serie de puertas exteriores, contacto eléctrico del limitador de velocidad, contacto eléctrico de cuña y pulsador de emergencia del coche. Como se ve pasa por todo el circuito de seguridad del ascensor, debiendo de estar siempre normalizado, los fusibles de protección de este circuito.

## b) Controles de CA Controlada

En el diagrama se ve un motor de dos velocidades trifásico, controlado por un equipo de CAC, en donde potentes tiristores inyectan CD al motor, en arranque, desaceleración y supervisando la velocidad plena.



Fuente: maquinas eléctricas. Figura 4.2. Motor de dos velocidades

De esta manera se logra suavidad en el arranque y la parada, se puede apreciar en su conexionado, la línea de 380 V entra por los circuitos de los tiristores, saliendo a la alta velocidad del motor, mientras la baja velocidad es controlada por la CD de salida del equipo, ejecutando así, muy buenas curvas en la aproximación del coche al piso, de ambas direcciones. Este tipo de conexión debe poseer una buena descarga a tierra, para evitar cualquier tipo de interferencias que pueda someter al ascensor, a su mal funcionamiento.



### c) **Controlador Lógico Programable (PLC)**

Un Control Programable (Programable Logic Controller-PLC) es un dispositivo en el cual se podrá ejecutar programas para el control a través de teclas y no así usando el cableado como en los controles convencionales.

Adoptan la lógica de los relevadores a través de los diagramas escalera para establecer una Programación en Lógica Escalera (PLE) según NEMA este dispositivo se define como: Aparato digital electrónico con memoria programable para almacenar instrucciones que implementen funciones específicas, tales como lógica de secuencia, de tiempo, de cuenta aritmética usado para el control de máquinas.

Ventajas de sistema de control por PLC

- El tamaño del equipo es 1/10 menor que el sistema de control por relés.
- Es innecesario el cambio de cableado en caso de reconstrucción de las máquinas.
- Puede ser usado para controles más complejos.

Consta de:

- La sección de input, la cual tomará la información exterior de entrada.
- Control y sección aritmética.
- Sección de output, la cual envía los resultados al exterior.
- La sección de la fuente de alimentación

### d) **El Elevonic E411M-MS**

**El Elevonic E411M-MS** es un controlador de corriente directa desarrollado para instalaciones con o sin engranes. El controlador Ward-Leonard no está disponible, sin embargo, el sistema de control puede reemplazar los sistemas Ward-leonard eliminando el motor generador. El producto está diseñado para adaptarse a capacidades de 1,000 a 7, 000 libras y desde 100 a 800 rpm. El sistema puede rendir hasta 300 A de corriente de movimiento de carga completa y 750 A corriente de aceleración pico.

Es capaz de controlar elevadores de hasta 480 pies 0 pulgadas de elevación. El sistema estándar soportara hasta 24 paradas con accesorios discretos y 54 con serial. Un máximo de 8 carros pueden estar en un solo grupo. La máquina existente, operadores de puertas, accesorios y switches de cubo pueden ser retenidos, siempre y cuando se encuentren en una condición de trabajo buena o que puedan ser restaurados.

▪ **Componentes base:** Controlador, motor DC y AC, transformador de aislamiento, Filtro de rizo, transductor de velocidad primario (PVT), transductores de posición secundarios (SPT) y el cableado necesario. (Anexo A. Fig. 7 A)

**El Elevonic 411M-VF** es un controlador de corriente alterna frecuencia variable desarrollado para instalaciones con engranes. Como el E411M-MS, este sistema está diseñado para eliminar el motor generador. El sistema está diseñado para controlar la operación de elevadores de 100 a 400 rpm, con una elevación hasta 300 pies, 0 pulgadas. El sistema puede desarrollar hasta 84 A de corriente de arranque con carga completa y 210 A de corriente acelerada pico. Un máximo de 8 carros pueden estar en grupo. El sistema estándar podrá manejar hasta 24 paradas con accesorios discretos y 64 con serial.

### **Controladores Elevonic 411M-MS y 411M-VF**

El controlador Elevonic 411M-MS contiene un convertidor de potencia de estado sólido (corriente directa) que hace innecesario el generador. El Elevonic 411M-VF reemplaza el (motor generador) con un control del motor de voltaje variable y frecuencia variable (drive ACVF). Un sistema de despacho de llamadas basado en microprocesadores se proporciona en el sub.-Sistema de Control Operacional. Un sistema de lazo cerrado realiza todas las funciones de seguridad y movimiento del elevador a través de la Tarjeta Lógica de Movimiento (MLB III). El sub-sistema de corriente y freno maneja la coordinación del freno con la aplicación de corriente del drive hacia el motor. La función del Sub-Sistema de Control de puertas es la coordinación de la apertura, cierre reversa y baja velocidad de cierre de puertas. Las señales pesa-carga, usadas para el control operacional y el movimiento son manejadas por el Sub-sistema Pesa-Carga.



- OCSS-Sub-Sistema de Control Operacional con Tarjeta de carro en anillo (RCB II).
- MCSS-Sub-Sistema de Control de Movimiento con Tarjeta Lógica de Movimiento (MLB III).
- DBSS-Sub-Sistema de Corriente y Freno con:
  - Drive Magnetek's MicrotacDSD 412 suministrado para SCR DC de Corriente Directa
  - Drive Otis OVF-30 Auto-Puesta en Servicio Suministrado E411M-VF para aplicaciones de ACVVVF
- DCSS-Sub-Sistema de control de puertas en la MLBIII u Operador de Puertas de lazo Cerrado (CLDO) en la tarjeta CLDO de la parte superior del carro.
- LWSS-Sub-Sistema Pesa-Carga para pesa carga análoga.

### CARACTERISTICA DE CUADRO DE CONTROL ACTUAL

Tabla 4.2

DIBUJO DEL CONTROLADOR:21255V									
PARTE	TIPO	DIAGRAMA CABLEADO	PESO	ALTURA	ANCHO	LARGO	PESO (LBS)		FIG
A21255 VI	E411M-MS OSC	A-21255X	524 Lib.	69 pulg.	50 pulg.	16.5 pulg.	ARRIBA	205	6 A 8 A
A21255 V2	E411M-VF AC			75 pulg.			ABAJO	320	

Fuente: manual de Otis. (Anexo A. Fig. 8A,9A)

#### **Interfase Para Accesorios Elevonic 411M-MS**

La interfase con el sistema de señal se puede lograr en cualquiera de las tres siguientes formas.

- Tarjetas de estaciones remotas con cableado de conexión serial; cada accesorio utiliza una tensión de 24VDC para alimentar el sistema y esta proporciona 4 entradas y 4 salidas.

- Tarjeta de interfase con tarjeta extendida de estaciones remotas; este producto permite un cableado de conexión serial hacia el cuarto de máquina. Cada tarjeta provee 32 entradas y salidas, la tarjeta está montada en el controlador.
- Tarjeta de entrada/salida; también conocida como la tarjeta de interfase de accesorios y pueden manejar un total de 128 entradas y salidas, en mayor de los casos se utiliza si el voltaje es mayor a 30V AC y DC de una gran variedad de voltajes.

En el capítulo III inciso 3.2. Se dio las especificaciones de las características de un control de mando electrónico, y en el inciso 3.3. Se dio la elección, el cuadro de control de alta tecnología de la fabricación Americana, con tarjeta de procesador MLB III de tipo Elevonic 411M-MS y Elevonic 411M-VF. Que se muestra en el diagrama de bloques del sistema y de la tarjeta. (Figura 4.3.)



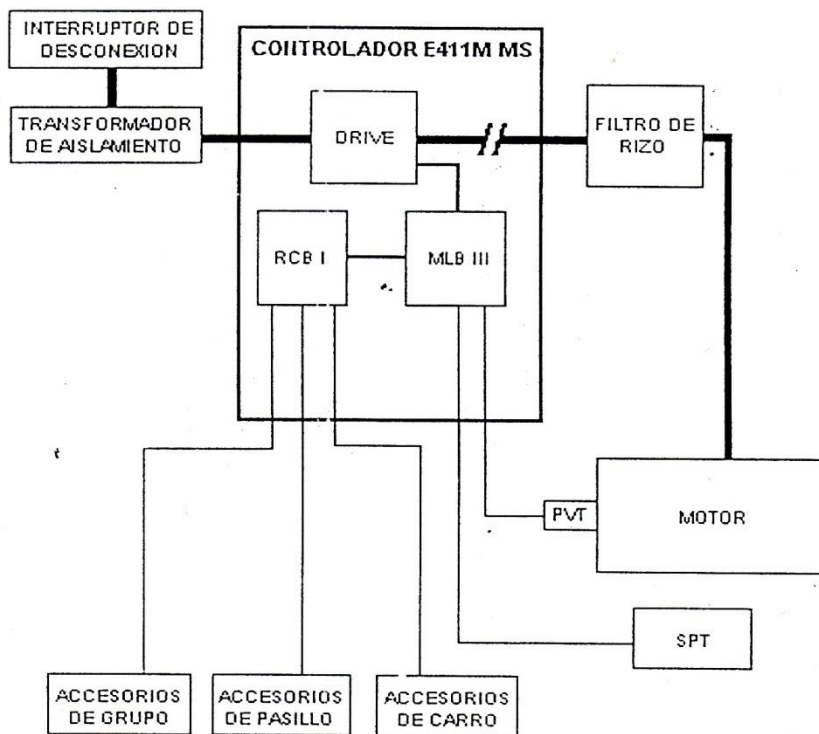


Diagrama a Bloques del Sistema E411M-MS

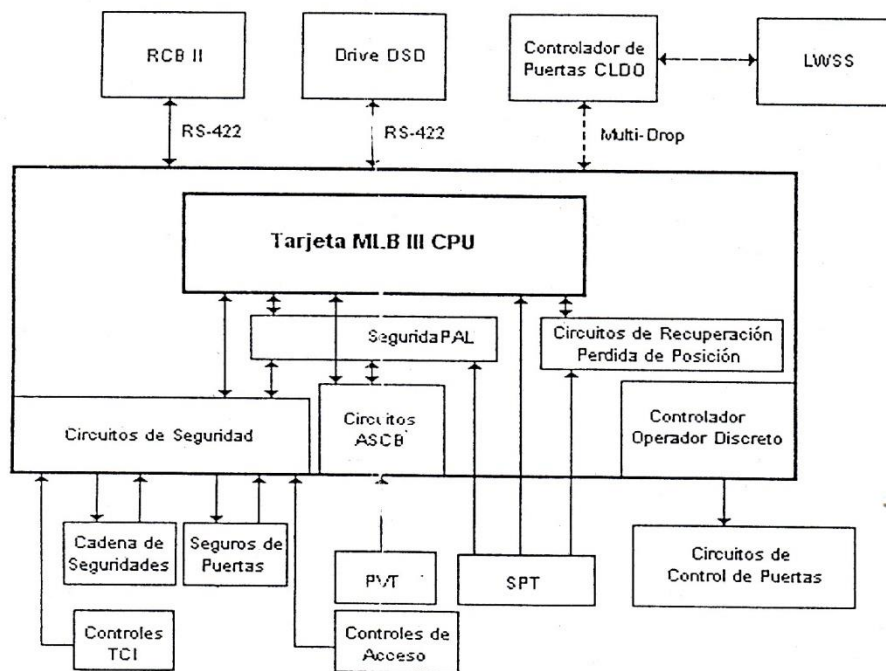


Diagrama a Bloques de la Tarjeta MLB III

Fuente: manual de Otis. Fig. 4.3. Diagrama de bloques del sistema E411M-MS

## 4.5. ACCESORIOS

### ACCESORIOS EN REDISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL

Los accesorios utilizados en la instalación del nuevo equipo son los siguientes:

#### Equipos y herramientas

- Equipo de protección personal
- Banco de trabajo
- Máquinas de cortar tubos
- Máquinas de soldar eléctrico
- Máquina de taladrar portátil
- Remachadoras
- Compresoras
- Cuadro de maniobra de control
- Lentes de seguridad
- Machuelos de N° 36 a 32 y tarrajas
- Socket de 9/16 pulg.
- Brocas AR lidia y de polos
- Llaves, limas, destornilladores, pinzas de distintas medidas

#### Material de insumo

- Aislantes eléctricos
- Aislantes térmicos
- Bandejas para conductores eléctricos
- Cable de cobre aislado
- Caja de distribución
- Interruptores diferentes medidas
- Estaño y pastas de soldar

- Remaches, presostatos, termostatos, tubos de plásticos, tubos metálicos, breaker, disyuntor térmico, relé térmico.
- Socket de 9/16 pulg.
- Tubo flexible y PVC de diferentes medidas y accesorios

### **Instrumentos de medida**

- URM de programación de equipo
- Calibres, micrómetro
- Cinta métrica, escuadras
- Manual de mecánico
- Kit de reloj de variación
- Pulsera Anti-estática
- Voltímetro digital y pinza amperemétricas
- Tacómetro digital.

### **Proceso de instalación del proyecto E411M-MS/VF**

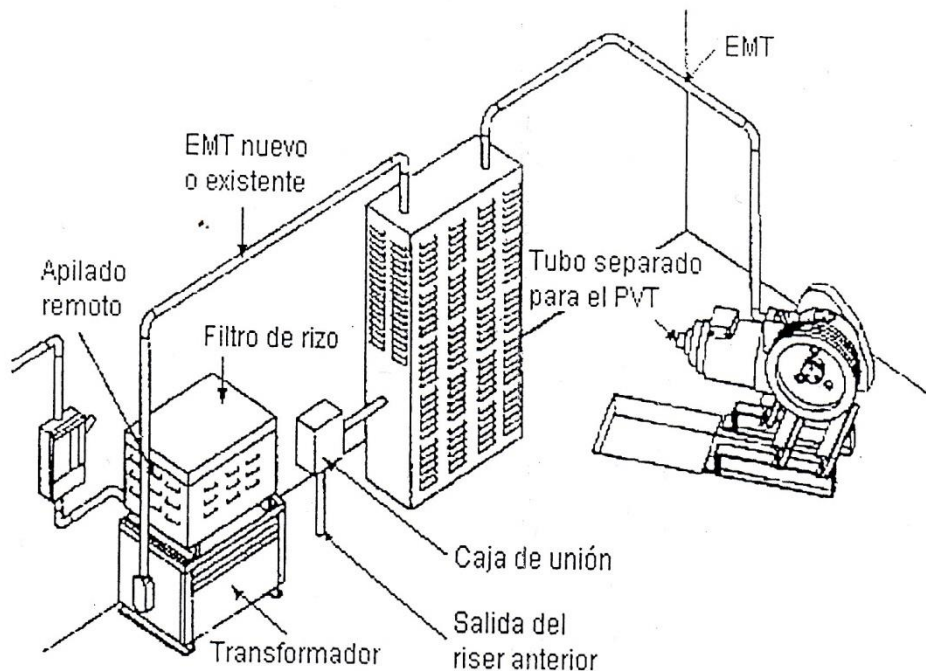
A continuación se muestra la orden recomendada par una instalación típica, dando diversas condiciones.

- Revisión del plan de trabajo
- Análisis de riesgo en el trabajo
- Organice las herramientas, establezca el área de trabajo
- Descargue el equipo al almacén de la obra
- Revisar el material
- Traslado de material de trabajo a cuarto de máquina
- Instalación de PVT- Máquina Otis sin engranaje
- STP nuevo –Levas de cubo
- Instalación del filtro de rizo, transformador de aislamiento
- Controlador separación
- Controlador instalación y cableado
- Instalación de motor DC de la marca Otis

- Cableado de cubo
- Pasa carga en plataforma con LVDT (Transductor Diferencial Variable Lineal)
- Pesa carga en parte superior
- Identificación y alineación del riel
- Balanceo dinámico del carro
- Instalación del cable viajero
- Balanceo estático del carro
- Pintado
- Puesta en marcha y ajuste

#### 4.6. PUESTA EN MARCHA

El equipo se pone en marcha una vez concluido el trabajo final de la instalación, se cumplen todas las instrucciones detalladas en el proceso de la instalación del proyecto de los componentes eléctricos y mecánicos, bajo normas internacionales ITC-MIE-AEM 1. Normas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores electromecánicos como se muestra en la figura.



Fuente: manual de Otis (Anexo A. Fig. 8A, 9A)



## CAPITULO V

### **OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Mantenimiento es un conjunto de actividades técnicas de aplicación directa, organizativa y de control económico que satisface diversas condiciones. Con ésta se pretende conservar o restablecer un equipo, de manera que su vida útil sea la más prolongada posible, asegurando un determinado servicio con un costo mínimo y la máxima seguridad.

### **DESCRIPCION DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO A PRESTAR**

La empresa adjudicataria tendrá a su cargo el mantenimiento preventivo y correctivo. A tal fin, deberá realizar todas las tareas que a continuación se detallarán y además, todas las que sean necesarias para el correcto y normal funcionamiento de los equipos, asegurando la continuidad del servicio y en un todo un acuerdo con la ordenanza municipal N° 49.308 y su decreto reglamentario 220/96 y modificatorios.

El adjudicatario recibirá los equipos e instalaciones en el estado en que se encuentren y efectuará las reparaciones que fueran necesarias, además las indicadas en el apartado “tareas a realizar al inicio del servicio”, con la provisión de materiales, mano de obra y repuestos necesarios a efectos de dejar el sistema en perfecto estado de funcionamiento inicial y sin cargo adicional alguno para este organismo.

### **ORGANIGRAMA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO Y CLASIFICACIÓN DEL PERSONAL**

➤ **Personal técnico:**

Ingenieros Técnicos

Jefe de Servicio:

Jefe de Sección:

Jefe de Taller:

➤ **Personal de oficio:**

Mecánicos:

Electricistas:



➤ **Personal de servicios especiales:**

Telefonistas:

Aux. Administrativos:

**ESTRUCTURA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO**

**TURNOS DE TRABAJO**

Por el contrario el personal de turno rotatorio como ya se ha dicho son los Electricistas, Mecánicos.

- Turno de mañana y tarde por especialidad 8 horas de trabajo.
- Turno de noche, sábados, domingos y festivos.- Técnicos eléctricos solo emergencias.

**5.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Dentro del mantenimiento existen distintos tipos de mantenimiento los cuales son: Mantenimiento correctivo; mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo se definen a continuación.

**5.5.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC)**

Mantenimiento correctivo: Tiene en cuenta las acciones de reparación de daños causados por deterioros normales del uso de los sistemas o por acciones extrañas o imprevistas.

El mantenimiento correctivo se debe a consecuencia de diversas averías en las instalaciones, comprendiendo todas las instrucciones precisas para el idóneo funcionamiento previsto en mantenimiento correctivo (MC).Comprendiendo reparación por avería o fallas imprevista de cualquier ascensor o aparato elevador .Las operaciones de mantenimiento correctivo (MC) a cabo estarán indicadas en un documento técnico que este, como mínimo los deferentes aparatos.

### **5.5.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP)**

Mantenimiento preventivo: Es el que se efectúa con el fin de evitar problemas en el funcionamiento de los componentes de un sistema.

El mantenimiento preventivo (MP), es el conjunto de operaciones necesarias para asegurar el funcionamiento de las instalaciones de manera constante con el mayor rendimiento energético posible, permanentemente la seguridad del edificio y de las personas de la defensa del medio ambiente y en totalidad de aparatos elevadores; y consiste en la limpieza de cuadros eléctricos, maquinas, fosa, difusores de alambrado, techo cabina, lubricación de poleas, engrase, etc.

#### **Ventajas**

- En el actual sistema no se requiere mantenimiento como en los equipos electromecánicos, al contrario, solo una inspección ocular de las tarjetas microprocesados, y los bornes conectores.
- Confiabilidad del equipo y mejores condiciones de seguridad
- Mayor duración, de los equipos y de instalaciones.
- Disminución de tiempo parada de equipo y máquina.
- Uniformidad en carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de mantenimiento.

#### **Fases del Mantenimiento Preventivo**

- Inventario técnico, con manuales, planos, características del equipo.
- Procedimientos técnicos, listado de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias.
- Riesgos de reparaciones, y costos que ayuden a planificar.

### **5.5.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO (MP)**

El mantenimiento se basa fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicio al servicio. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función del tipo de equipos.

#### 5.5.4. MANUAL DE OPERACIÓN

- Instrucciones de rescate en cuarto de máquinas (RES-401-H2VN).
- Características básicas del ascensor, lista de componentes de seguridad, características de cables y cadenas (CB-401).
- Con estas instrucciones se pretende informar al propietario de las condiciones previstas de utilización para un funcionamiento seguro; así como del mantenimiento inspecciones a realizar para garantizar la seguridad del elevador así como para una duración adecuada del mismo.
- Elevador concebido para el transporte vertical de mercancías acompañadas por personas, suministrándose para cualquier medida de cabina deseada dentro de los límites establecidos.
- Ascensor hidráulico de acción indirecta, cabina suspendida mediante cadenas, accionado mediante 2 cilindros enfrentados. Cumple con todos los requisitos de la directiva 95/16/CEE, diseño conforme a la norma armonizada EN 81-2
- Características principales:
- Carga nominal: 4000 Kg, carga nominal mínima según dimensiones de cabina.
- Velocidad nominal: 3 m/s o 5 m/s
- Recorrido: 39 m
- Número de paradas: 13
- Tensión de red: 230/400 V  $\pm$  5% Trifásico.

En las zonas de embarque hacia la cabina. En la zona de acceso al ascensor se encuentra una botonera con un pulsador y dos luces, una roja y otra verde.

Si la luz verde está encendida la cabina se encuentra en nuestra planta, actuar el pulsador de la botonera de planta para que la puerta se abra.

- En el interior de la cabina.

En el interior de la cabina se encuentran normalmente 2 botoneras con un pulsador por cada planta servida, para enviar la cabina al piso deseado actuar el pulsador correspondiente a la planta donde queremos ir, se cerrará la puerta de cabina y se moverá la cabina hasta la planta

deseada, al llegar al nivel de parada ordenado se abrirá la puerta de cabina de forma automática.

- ▶ Si deseamos que la puerta de cabina se reabra mientras estamos estacionados en planta actuar el pulsador (P).
- ▶ En caso de quedar atrapado en el interior de la cabina por interrumpirse el suministro eléctrico o por una avería, actuar el pulsador (P) se realizará una llamada telefónica al servicio de intervención rápida, se dispone de información más detallada en el punto.
- ▶ Luminosos de las botoneras de planta.

Ver “En las zonas de embarque”. Indicador de la posición de cabina. En las botoneras de cabina existe un recuadro donde se visualiza el número correspondiente a la planta donde nos encontramos en cada momento.

- ▶ Indicador de cabina sobrecargada.

Si se han introducido más peso en la cabina que el máximo permitido se encenderá una señal luminosa (S) colocada en un recuadro de las botoneras de cabina. Mientras no se disminuya la carga no responderán los mandos del ascensor.

- ▶ Renivelación.

Al tratarse de un ascensor hidráulico, sobre todo para ascensores sirviendo más de 3 paradas, puede ser normal que al penetrar la carga se baje un poco la cabina. En este caso, si se supera un cierto desnivel, la cabina subirá hasta enrasar con el nivel de planta nuevamente; esto es normal y no debe provocar alarma alguna.

En caso de pérdida de nivel excesivo se debe avisar al servicio de mantenimiento.

- ▶ Bloqueo de puertas. En caso de obstruirse las puertas de apertura y cierre automático, se producirá la reapertura de las mismas sin llegar a causar un presión excesiva que pueda causar daño alguno.
- ▶ Reenvío a planta baja. Al tratarse de un ascensor hidráulico, al transcurrir 15 minutos estando la cabina estacionada en una planta distinta a la inferior, la cabina se enviará de forma automática a la planta inferior.
- ▶ Fococélulas. Para evitar que las puertas se cierren mientras se introduce o saca la carga en la cabina, se dispone de unas fococélulas en la embocadura de la cabina; asegurarse al introducir la

carga de centrarla en la cabina de manera que no quede interrumpido el haz luminoso de las fotocélulas. Una vez cerradas las puertas de cabina las fotocélulas quedan inhabilitadas.

#### 5.5.5. MANUAL DE MANTENIMIENTO

► **Seguridad para Mantenimiento:** Los ascensores deben considerar las siguientes medidas de seguridad para efectuar el mantenimiento:

**Accesos a pozo de ascensor:** El acceso al pozo debe contar con escala gatera.

► **Interruptor de seguridad:** Debe existir un interruptor de seguridad en el foso y en la sala de máquinas, para asegurar que mientras se estén realizando trabajos no se ponga en marcha el equipo, este interruptor debe indicar sin riesgo de error la posición correspondiente a la detención.

► **Seguridad en el pozo del ascensor:** Los ascensores deben contar con elementos que impidan que el personal de mantenimiento pueda sufrir un accidente debido a partes en movimiento, ya sean del mismo ascensor en mantenimiento o de otros ascensores del mismo grupo. ► **Escotilla:** La escotilla debe contar con iluminación para el mantenimiento.

En la escotilla no deben existir instalaciones diferentes a las correspondientes a los ascensores.

► **Seguridad en salas de máquinas y en sus accesos:** El tránsito debe ser sobre un piso seguro y no resbaladizo y con iluminación adecuada en el exterior y en el interior de la sala de máquinas.

► **Espacios apropiados para operar en salas de máquinas:** La sala de máquinas debe ser amplia y segura sin trampas que pueden provocar accidentes fatales. Todo acceso desde las salas de máquinas y los ascensores debe estar protegido adecuadamente con puertas o rejas con los respectivos seguros eléctricos o alarmas.

► **Baranda en salas de máquinas:** Los espacios en desnivel deben tener barandas para proteger a las personas al igual que las escalas y gateras interiores o de acceso. Esta es una obligación de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

► **Cubre poleas:** Para evitar accidentes por contacto con las poleas funcionando o con el cable en movimiento se debe instalar una pieza cubre polea.



## PROGRAMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS INSTALACIONES DEL ASCENSOR.

El significado de la periodicidad es el siguiente: D (diario), L (quincenal), M (mensual), S (semestral), A (anual), Q (quinquenal) y X (cada diez años).

OPERACIÓN	PLAZOS
Revisar los componentes de cuadro de control	L/M
Alarma, stop y abrir puertas	M
Arranque, confort de viaje, parada y nivelación	M
Apertura, reapertura y cierre de puertas	M
Limpieza de Foso	A
Funcionamiento y señalización puertas piso	A
Limpieza pisaderas puertas de cabina	M
Limpieza y revisión puertas cabina, operador	M
Limpieza cuarto de maquinas	M
Limpieza y revisión cuadros y protecciones	M
Funcionamiento correcto de motor de tracción	S/Q
Disponibilidad de las instrucciones de rescate, esquema eléctrico, etc.	X
Amarres de cable viajero	S
Verificar paracaídas y articulaciones	A
Amarra cables de contra peso	S
Estado y tensión cables	X
Engrase guías	A
Limpieza y estado cabezal polea y rozaderas	A
Reguladote velocidad (gobernador)	S/A
Finales de carreras y conmutadores	X
Intercomunicador	A
Fugas pistón y estado retenes de amortiguadores	S
Fijaciones y aislamiento de cabina	Q
Limpieza y revisión de filtro de rizo TRF	A
Cable y polea tensora limitador	A
Comprobar renivelación de pisos	M
Limpieza de techo de cabina	M
Limpieza y lubricación limitador	S

Fuente: elaboración propia. Tabla 5.1.

## CAPITULO VI

### COSTOS

#### 6.1. CUADRO DE COSTOS

Ahorro de Energía y Económicos Obtenidos	KW / Año	Bs / Año
Motor	3473.28	312550.04

Fuente: elaboración propia. Tabla 6.1

<b>PRESUPUESTO ECONOMICO</b>			
UNIDAD	COSTO DE ADQUISICION (BS)	COSTO DE INSTALACION (Bs)	COSTO TOTAL (Bs)
A	95445	21210	116655

Fuente: elaboración propia. Tabla 6.2



## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1. CONCLUSIONES

La empresa C. G. I. Comercial General Industrial Ltda. (OTIS) cumple la función de brindar el servicio en las entidades públicas y privadas en las ciudades de Bolivia por lo que se encarga de examinar (supervisar) las técnicas para el buen funcionamiento del sistema de elevadores esto implica realizar el mantenimiento de los equipos utilizados para este fin.

- Se consideró importante realizar una descripción de los sistemas de elevadores de la Facultad de Medicina porque de esta manera se da una idea general del funcionamiento de los equipos.
- Durante el trabajo industrial realizada en dicha empresa se realizo lo siguiente:
  - 1) Ejecución del programa de manteniendo en el sistema mecánico, eléctrico y de control, operación de sistema de seguridad.
  - 2) Desmontaje, montaje y puesta en marcha el sistema de elevador para su funcionamiento.
  - 3) El trabajo ejecutado ha sido óptimo en beneficio de la institución, el ascensor no presenta fallas en el funcionamiento.

#### 7.2. RECOMENDACIONES

El uso de las planillas de mantenimiento es de vital importancia en un equipo debido a la información que se nos brinda. Para el control, se recomienda la implementación de la planilla de registro de fallas y la lectura de tensiones entre fases y corriente son importantes.

Se recomienda utilizar instrumentación adecuada en el proceso de medida de aislamiento. Enmarcarse en normas internacionales para elaborar el protocolo de pruebas de los motores eléctricos y semiconductores reparados.

## BIBLIOGRAFIA

- FRAILE MORA, JESUS (2008). *MÁQUINAS ELÉCTRICAS (6ª Edición)*. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. ISBN 9788448161125.
- Obtenido de "[http://es.wikipedia.org/wiki/Variador\\_de\\_frecuencia](http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia)
- FRAILE MORA, JESUS (2008). *MÁQUINAS ELÉCTRICAS (6ª Edición)*. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. ISBN 9788448161125.
- MÁQUINAS ELÉCTRICAS (Segunda edición)  
Stephen J . Chapman
- MÁQUINAS ELÉCTRICAS Y TRANSFORMADORES  
Irving L . Kosow, PH. D.
- ELEMENTOS DE LA ELECTRICIDAD TOMO II C.A  
Hernan Carrasco Alveal
- MOTORES ELÉCTRICOS  
Gustavo Gilli
- OTIS **MI.DI.**, C.A. (Distribuidor Exclusivo para Venezuela de OTIS Elevator Company)  
Dirección: Av. Paseo Colón, edificio Polar, Torre Oeste, piso 16, Plaza Venezuela, Caracas, Venezuela.  
Telf.: (+ 58 212 ) 794-0644 (Master) Fax: (+ 58 212) 793-3983 E-mail: [midica@midica.com.ve](mailto:midica@midica.com.ve)
- OTIS Manual de instalación Elevonic 411M-MS + 411M- VF  
West Newberrey Road, Bloomfield,

# ANEXO A



**SELECTOR DE PISOS DE EQUIPO ELECTROMECANICO Fig. 1 A**



**VISTA PERFIL**



**VISTA FRONTAL**

**MOTOR IMPULSOR- GENERADOR Fig. 2 A**



**VISTA FRONTAL**



**MOTOR DE TRACCION GEARLESS DE 32 HP Fig. 3 A**

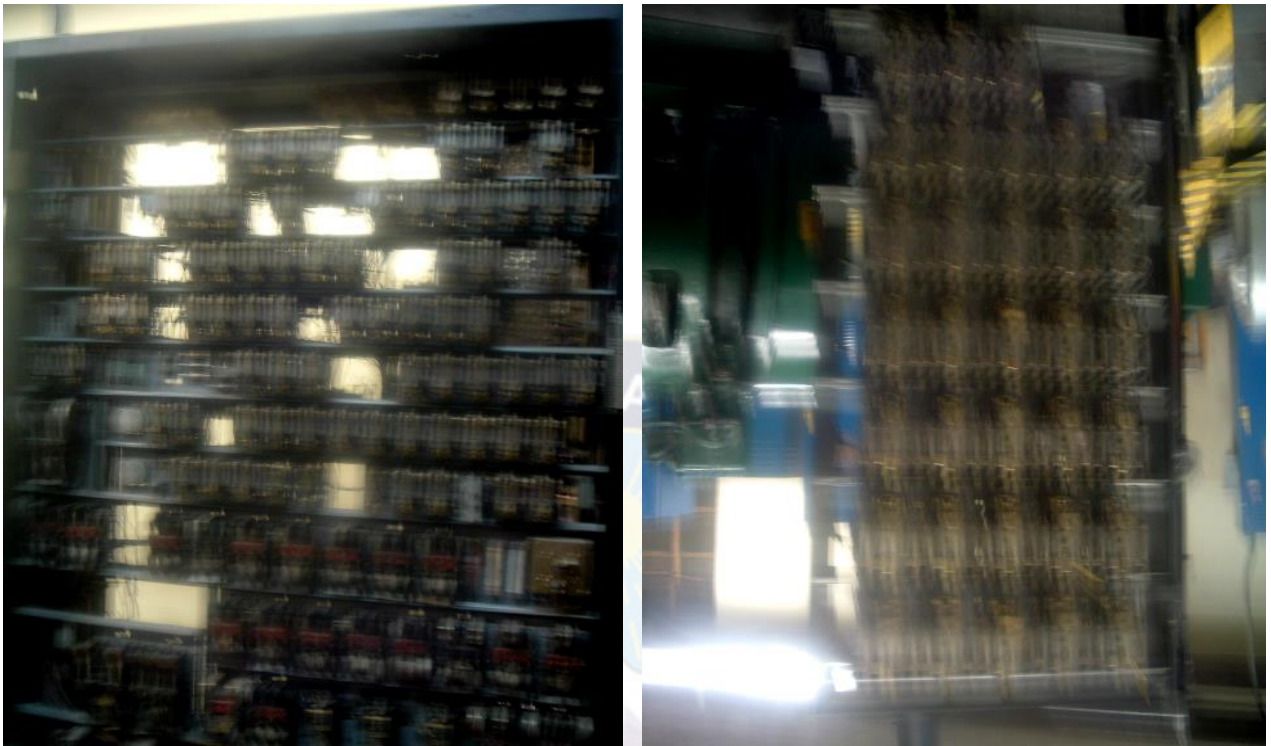


**VISTA PERFIL**



**VISTA FRONTAL**

**CUADRO DE CONTROL ELECTROMECHANICO Fig. 4 A**



**VISTA FRONTAL**



**VISTA PERFIL**





**ACCESORIOS DE CUADRO DE CONTROL ELECTROMECHANICO Fig. 5 A**

**CUADRO DE CONTROL ELECTRONICO ELEVONIC 411M-MS Fig. 6 A**

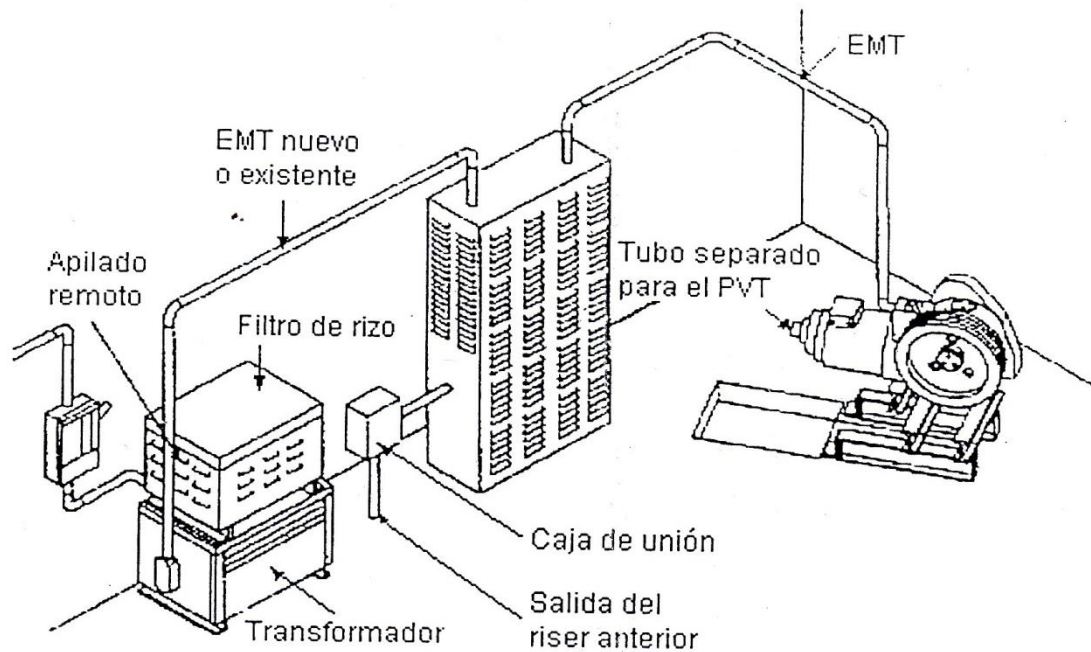


**FILTRO - TRANSFORMADOR Fig. 7 A**

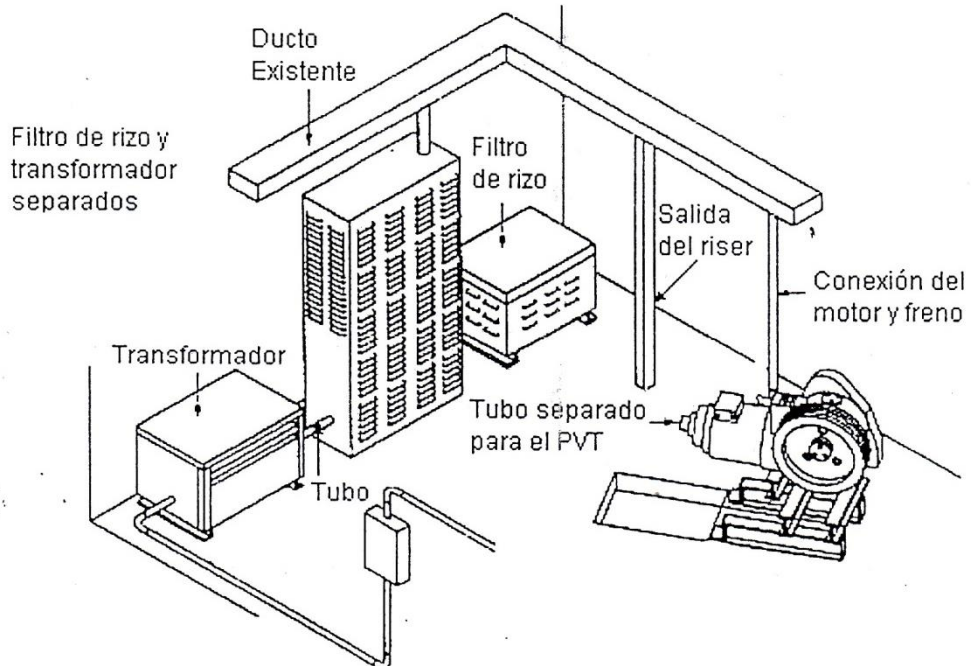


# INSTALACION DE CUADRO DE CONTROL EN CUARTO DE MAQUINA

(Figura 8 A) Alternativa 1

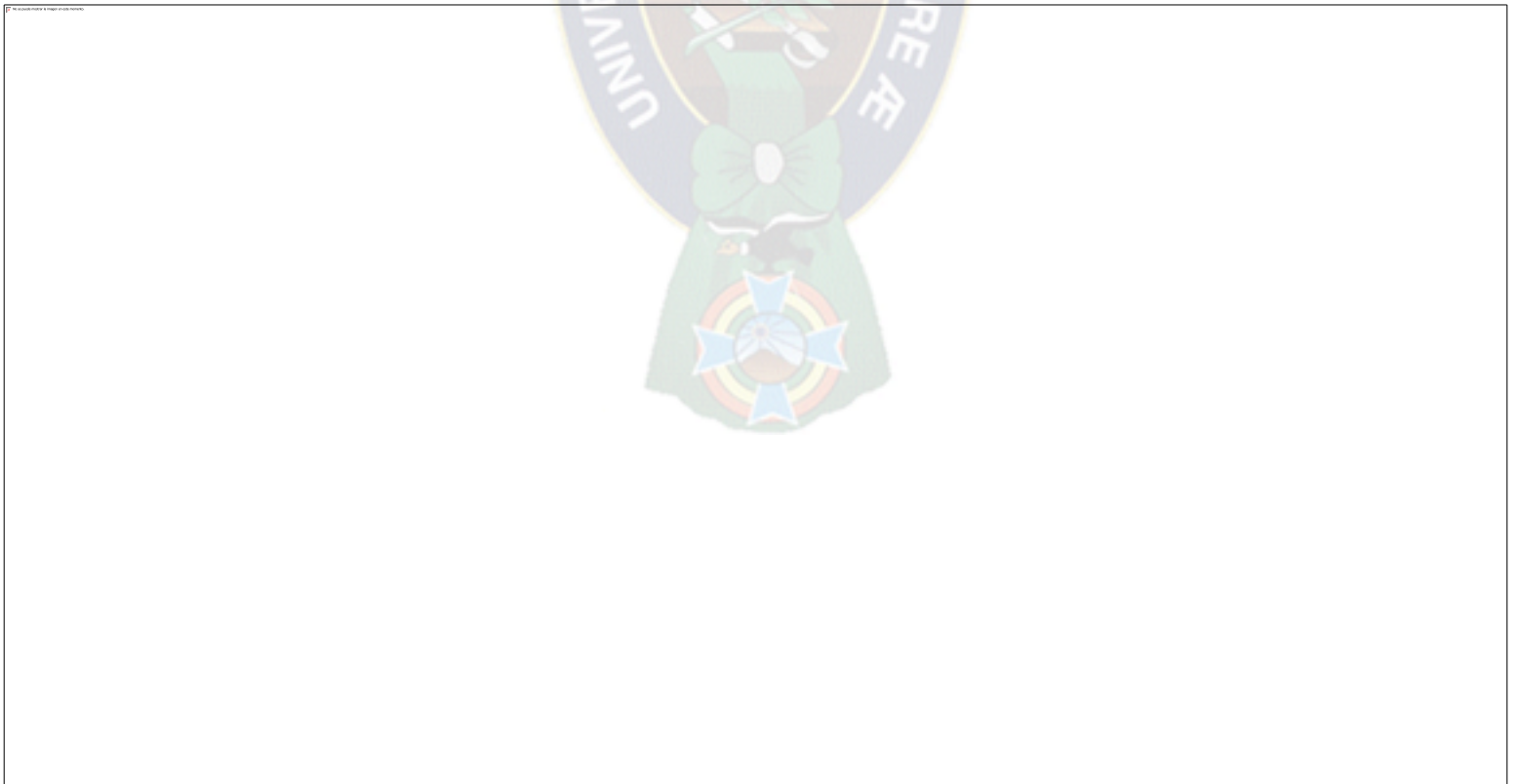


(Figura 9 A) Alternativa 2





**Fig. 10 A. MOTOR DE CC GEARLESS SIN ENGRANAJE**



**Fig. 11 A. ESQUEMA DE MOTOR CC SIN ENGRANAJE**

**VARIADOR TRIFASICO LEROY SOMER Fig. 12 A**



**ESTRUCTURA INTERNA DE VARIADOR DE FRECUENCIA**

**Fig. 13 A    INSTALACION PUESTA A TIERRA**




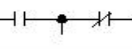









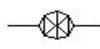


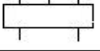
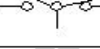

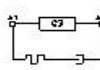
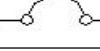
**PREPARACION DE TIERRA**





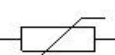




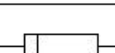




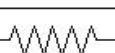



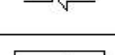
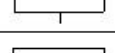


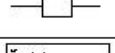
The logo of Universitas Major Pacensis Divi Andree is a circular emblem. The top half features a sun with rays over a mountain range. The bottom half shows a green landscape with a blue cross and a central figure. The text 'UNIVERSITAS MAJOR PACENSIS DIVI ANDREE' is written around the perimeter.










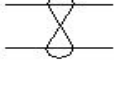
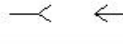








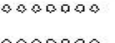


# **ANEXO B**



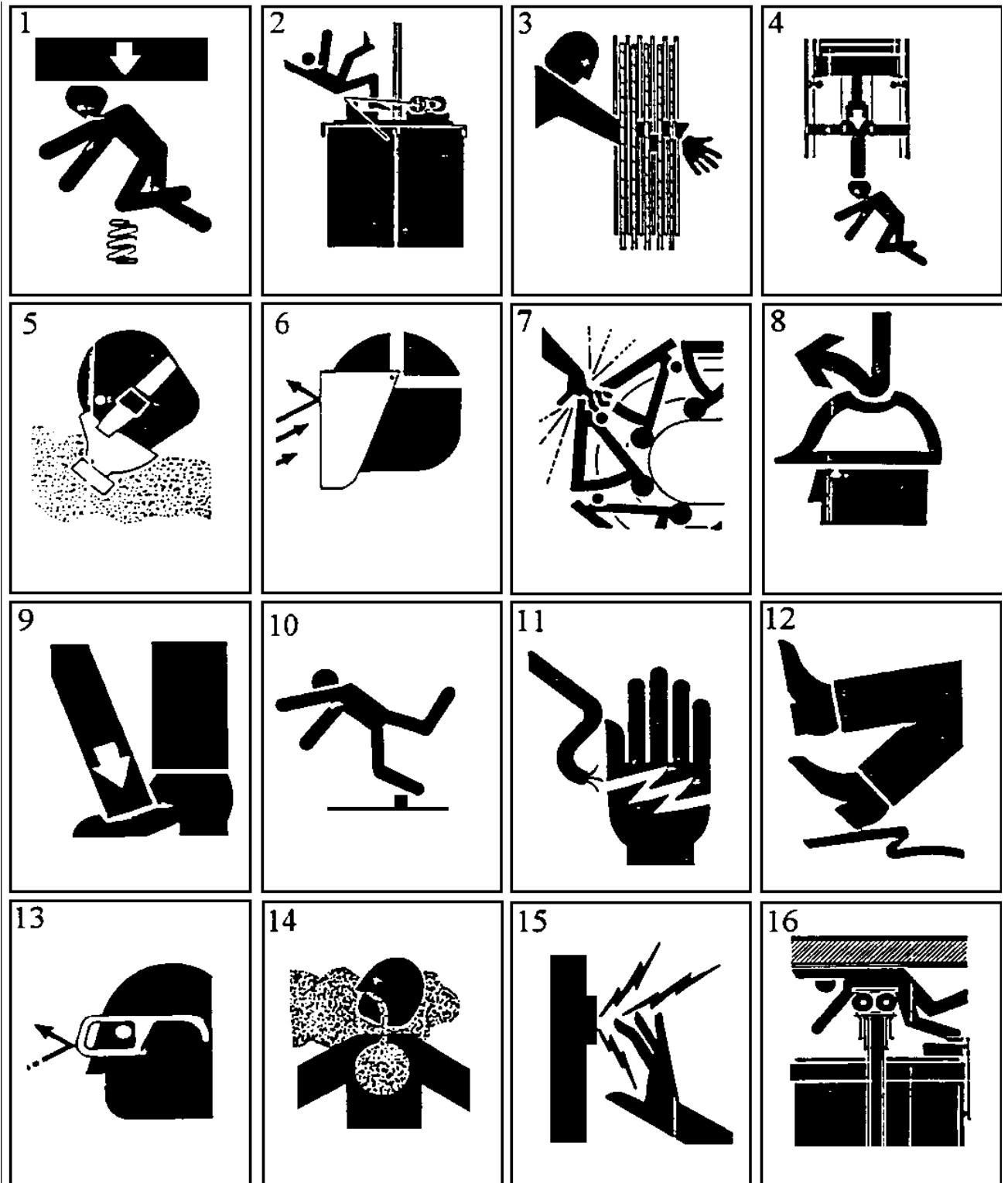
## SIMBOLOGIA

	Diac
	Contatos de Transferência
	Contato de Seletor
	Contato de porta de andar
	Chave de controle de parada
	Contato de porta de cabina
	Capacitor
	Contato normalmente fechado acionado por rampa
	Contato normalmente aberto acionado por rampa
	Terra
	Telefone
	Supresor de pico
	Escova do seletor
	Motor
	Retificador
	Interruptor simples
	Display
	Filtro ligado em paralelo com a bobina da chave
	Disjuntor

	Tiristor
	Tomada
	Transistor
	Trimpot
	Varistor
	Resistência
	Resistência de Baixa
	Resistência de alta
	Regulador de velocidade
	Bobina diodo
	Fusível
	Armadura do motor
	Saída
	Entrada
	Enrolamento de um campo
	Lampada
	Bobina
	Bobina extintora de arco
	Sensor normalmente aberto
	Sensor normalmente fechado
	Sindal
	Bobina de uma cigarra
	Condensador

	Bobina resistor capacitor
	Borne terminal
	Conexão permanente
	Botão normalmente aberto
	Botão normalmente fechado
	Chave mecânica aberta
	Chave mecânica fechada
	Chave tipo fechadura
	Chave instantanea
	Indicação de linha serial ou par torcido
	Endereçamento 1
	Endereçamento 2
	Endereçamento 3
	Diodo emissor de luz  led
	Diodo
	Lampada Neon
	Contato normalmente fechado
	Contato normalmente aberto
	Encapsulamento TO-5
	Transformador
	Furação para circuito integrado
	Amplificador

CARTELES DE SEGURIDAD

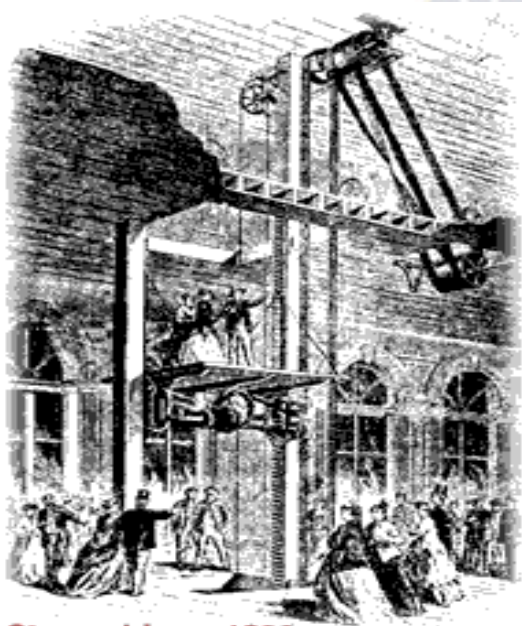


# ANEXO C



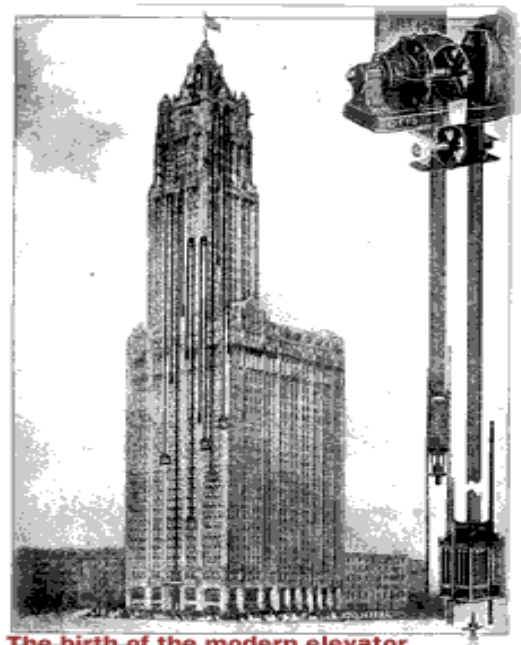
## Evolución tecnológica del elevador

Ascensores de Tracción con Reducción. Como el propio nombre indica, el motor eléctrico en este diseño conduce un equipo de tipo de reducción de la unidad, que posee un dispositivo con reductor. Aunque es más lento que un típico ascensor gearless, la reducción de los artes ofrece la ventaja de que requiere un motor menos potente. Estos ascensores suelen operar a velocidades de 1,7 a 2,5 metros por segundo y transportar cargas de hasta 13600 kg. Un control eléctrico de frenado entre el moto y la unidad de reducción detiene el ascensor, dejándolo en la parada deseada.



**Steam driven, 1800s**

Fig. 1 C



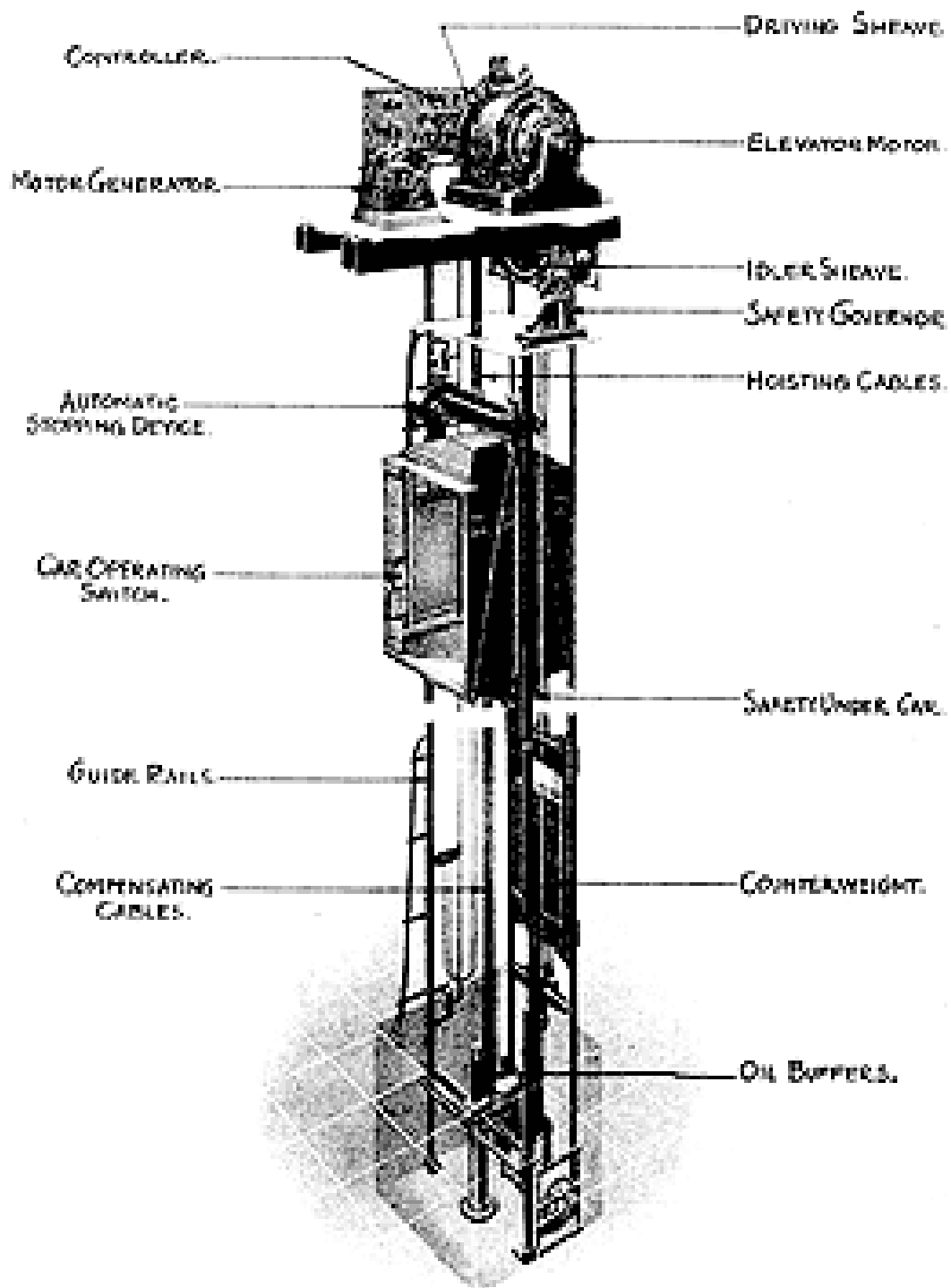
**The birth of the modern elevator  
The Woolworth Building, 1926  
The World's Tallest Building**

Fig.2 C



**Manual hoist, middle ages**



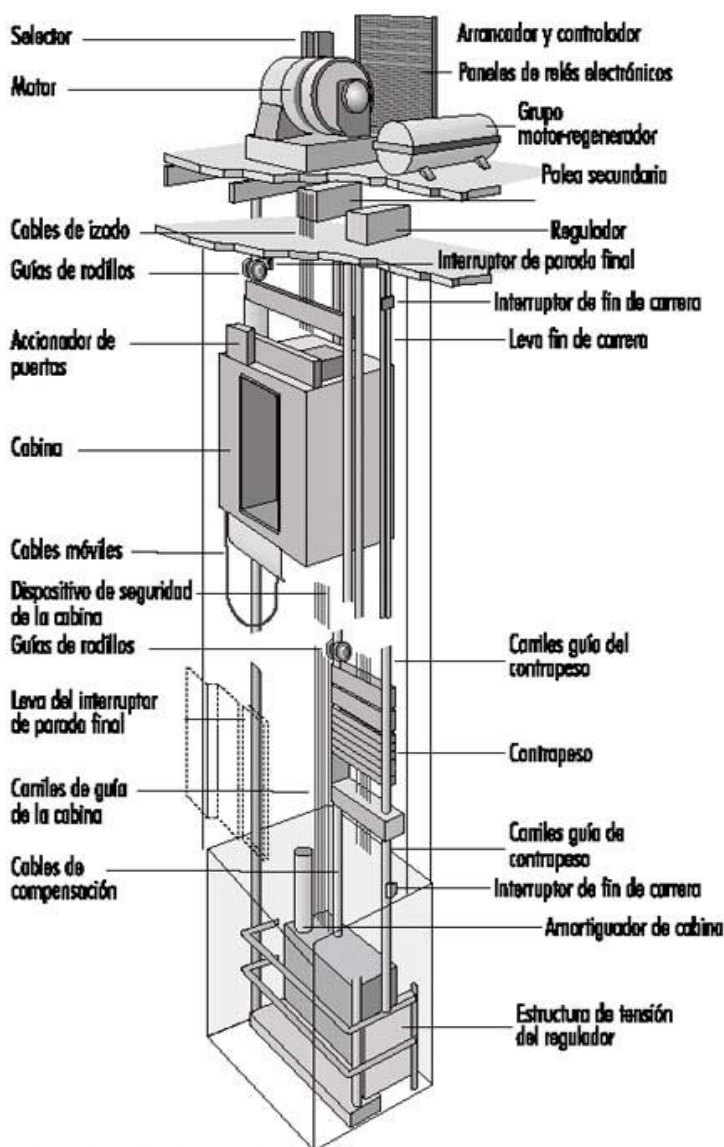


**1920s**

A GEARLESS TRACTION ELEVATOR.

#### Fig. 4 C. VERSION GENERAL DEL EQUIPO ANTIGO

Ascensores Eléctricos sin Reductor (Gearless) En 1903, Otis presentó el diseño que se convertirá en el estándar en la industria de los ascensores- el ascensor sin reductor (Gearless). Estos ascensores suelen operar a una velocidad superior a 2,54 metros por segundo. Los otros extremos de los cables se adjuntan a un contrapeso que se mueve arriba y abajo en el pozo en sus propios raíles. La tecnología Gearless hace posible la construcción de los edificios más altos del mundo, tales como las Torres Petronas de Malasia



Fuente: Adaptado de Otis Elevator Company.

Fig. 6 C

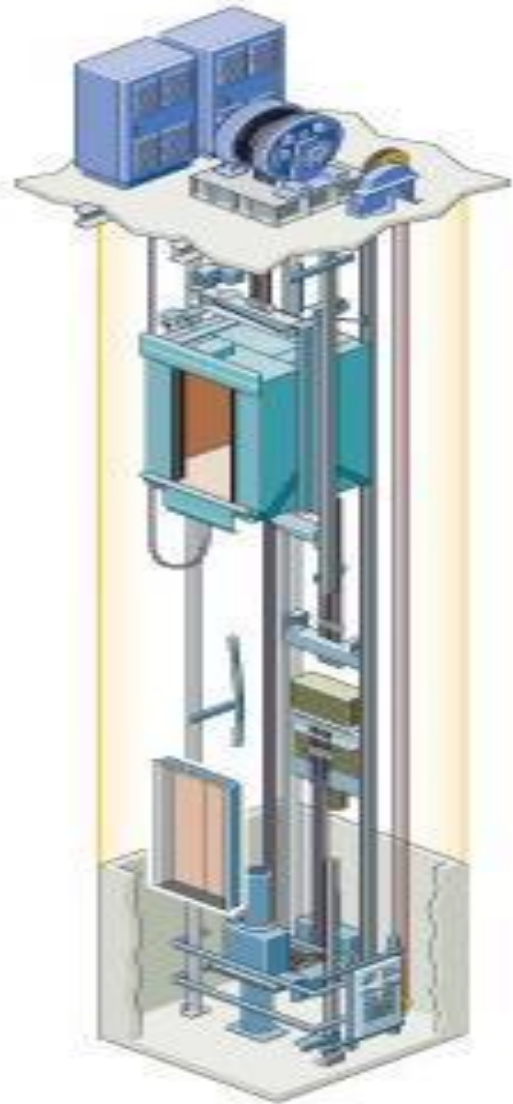
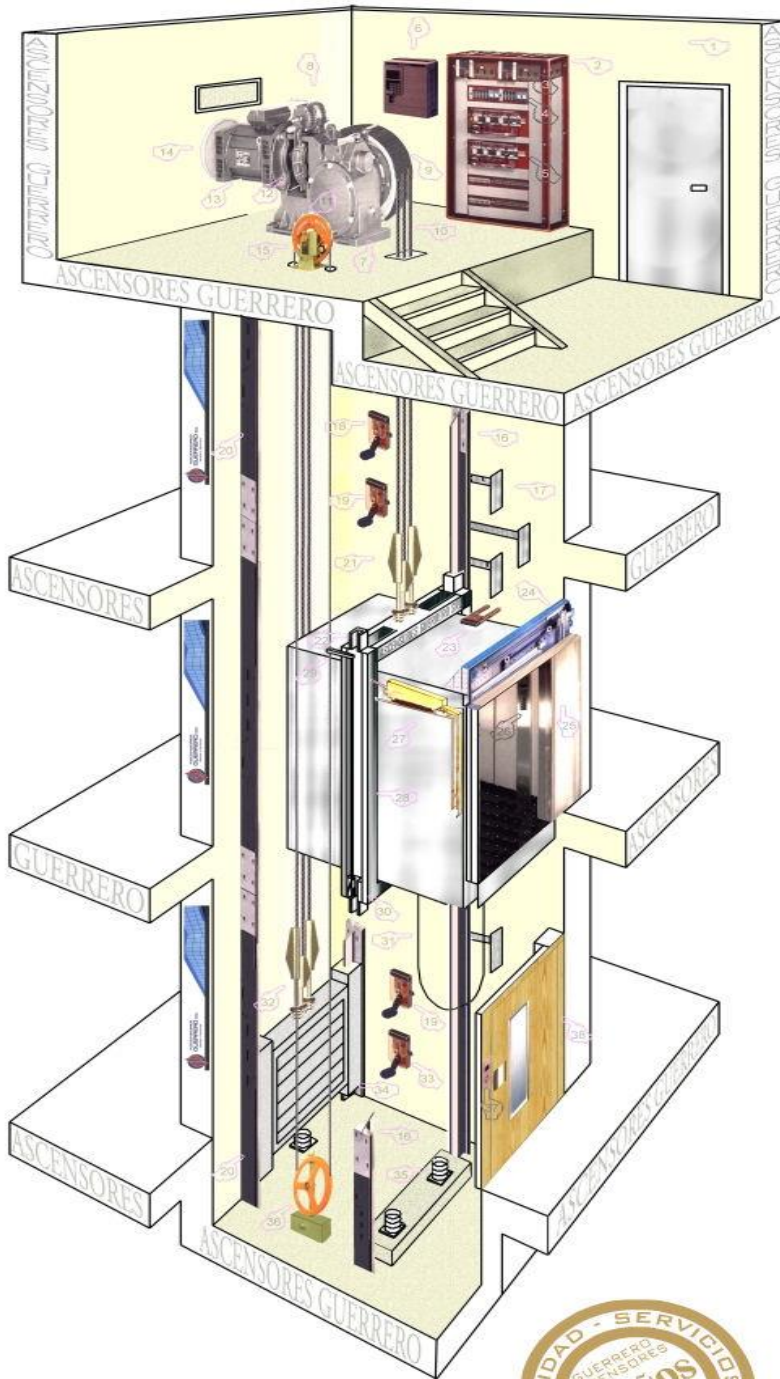


Fig. 5 C



**ASCENSORES  
GUERRERO SRL**  
Ventas y Servicios



1. Sala de maquinas
2. Control de maniobras
3. Transformadores
4. Fusibles
5. Contactores
6. Variador de frecuencia
7. Maquina de tracción
8. Bobina de freno
9. Polea de tracción
10. Cables de aceros
11. Caja reductora
12. Zapatas de freno
13. Motor
14. Volante
15. Regulador de velocidad
16. Guías de cabina
17. Placas de nivelación
18. Final de carrera superior
19. Inversor de pisos
20. Guías de contrapesos
21. Tensores de cabina
22. Guiadores de cabina
23. Inductor de nivelación
24. Operador de puertas automáticas
25. Puerta automática de piso
26. Botonera de cabina
27. Patín retráctil
28. Bastidor de cabina
29. Cable de amarre de paracaídas
30. Caja cuñas de paracaídas
31. Cable de manejo de cabina
32. Tensores de contrapesos
33. Final de carrera inferior
34. Contrapesos
35. Resortes amortiguadores
36. Polea tensora del regulador (15)
37. Botón de llamada de pisos
38. Puerta semiautomática de pisos



**ASCENSORES  
GUERRERO SRL**

DESDE 1944 BRINDANDO SERVICIOS

