

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE GRUPOS GENERADORES IMPULSADOS CON MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELÉCTRICISTA

PRESENTADO POR:

MIGUEL MARTÍN QUISPE VALENZUELA

**PROMOCIÓN
1987- I**

**LIMA – PERÚ
2010**

**CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE GRUPOS
GENERADORES IMPULSADOS CON MOTORES DE
COMBUSTIÓN INTERNA**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN (FORMATO B)

En agradecimiento a mis padres y
hermanos, por conducirme a lograr ésta
meta...

SUMARIO

En el presente informe de suficiencia trata sobre las nuevas técnicas de control y automatización de Grupos Generadores impulsados por motores de combustión interna o más conocidos como Grupos Electrógenos.

Actualmente se vienen utilizando Grupos Electrógenos con combustible Diesel y a Gas Natural, no sólo como sistema de Emergencia, sino también como Sistema Auxiliar en los lugares donde el concesionario no puede suministrar la potencia requerida por el usuario.

Hoy en día es posible acceder a equipos de control para pequeños generadores que antes eran exclusividad de grandes generadores por su alto costo.

Las aplicaciones que se pueden realizar son amplias, los resultados obtenidos y analizados, son producto de los trabajos realizados a lo largo de algunos años, que incluyen el diseño eléctrico, el diseño mecánico, la fabricación, las pruebas y la puesta en servicio de los equipos que son requeridos para dichas aplicaciones.

A propósito de la disponibilidad del Gas Natural en nuestro país, el cual es menos contaminante y de menor costo que el petróleo, hemos apreciado mayor interés en el uso de las técnicas modernas para controlar y automatizar los Grupos Electrógenos, por las ventajas que se obtienen.

Las técnicas modernas consisten en controlar el motor y el generador a través de los gobernadores de velocidad y reguladores de tensión, mediante señales analógicas externas, provenientes de un controlador.

Así podremos obtener modos de funcionamiento que no requieren de operador, es decir, el grupo generador funcionará automáticamente.

La principal ventaja es obtener un control constante del grupo generador, ante variaciones de carga, variaciones de tensión o variaciones de frecuencia.

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes	2
1.2 Objetivo	2
1.3 Alcances	4
CAPITULO II	
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	
2.1 Sistema de Control Básico	5
2.2 Sistema de Control Manual	6
2.3 Sistema de Control Semi-Automático	6
2.4 Sistema de Control Automático	7
2.4 Sistema de Control Automático Integrado	8
CAPITULO III	
MARCO TEÓRICO	
3.1 El Generador Síncrono	9
3.2 El Generador Síncrono funcionando aisladamente	10
3.3 El Generador Síncrono funcionando en paralelo	11
3.4 Modos de Funcionamiento de Generadores	14
3.5 Fundamentos de Gobernación	20
3.6 Administración de potencia	26
CAPITULO IV	
APLICACIONES	
4.1 Grupo Generador no paralelo con Red	31
4.2 Grupo Generador paralelo con Red	33
4.3 Múltiples Grupos no paralelos con Red	37

4.3	Múltiples Grupos paralelos con Red	41
CAPITULO V		
ANALISIS DE RESULTADOS		
5.1	Caso 1: Grupo Generador funcionando como carga Base	45
5.2	Caso 2: Grupos Generadores funcionando en paralelo con Red	52
5.3	Caso 3: Grupos Generadores con control de Máxima Demanda	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		58
ANEXOS		
Anexo A: Caso 1 – Corporación Rey S.A.		61
Anexo B: Caso 2 – Sur Color Star S.A.		75
Anexo C: Caso 3 – Hotel Libertador de Urubamba		89
BIBLIOGRAFIA		91

PROLOGO

El propósito del presente informe, es dar a conocer las nuevas técnicas de control y automatización de Grupos generadores, impulsados por motores de combustión interna potencia, los cuales son alimentados por combustible Diesel, Gas Natural ó Gas metano.

Los Grupos generadores pueden ser controlados y automatizados, para operar en paralelo con la Red Pública en diferentes modos de funcionamiento, lo que permitirá realizar muchas aplicaciones y solucionar muchos problemas de los usuarios.

Para lograr lo anterior, se utilizarán Controladores de Motor y Generador de última generación, que integran, una gran cantidad de funciones y que permiten disponer de nuevos conceptos de paralelo de generadores.

El informe se orientará a describir algunos conceptos teóricos, algunos controles elementales, aplicaciones típicas con los nuevos Controladores de Motor y Generador, y analizar los resultados de tres casos reales, donde han sido aplicados, con buenos resultados.

Mi reconocimiento a la confianza de los usuarios en donde se ha aplicado el control y el automatismo de los Grupos generadores, porque de lo contrario no se hubiera podido demostrar su eficacia y su confiabilidad. Debido a los resultados satisfactorios, algunos usuarios están proyectando las ampliaciones a más unidades de generación.

También a la empresa GESCEL SAC, por la oportunidad de desarrollar las aplicaciones para los requerimientos de sus clientes.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología permite hoy en día, diversas aplicaciones de funcionamiento de Grupos Generadores de combustión interna.

El control y el automatismo se lograban mediante sistemas costosos y complejos, además de las limitaciones de los equipos que lo conformaban y eran exclusividad de generadores de gran potencia.

Actualmente se disponen de dispositivos controladores que permiten la aplicación de nuevos conceptos que serán explicados en el presente informe.

1.1 Antecedentes

Hasta hace algunos años los sistemas de control de los Grupos Generadores impulsados por motores de combustión interna, se lograban mediante componentes básicos, tal como se describe el siguiente capítulo 2.

La mayoría de las Redes Públicas eran más estables en cuanto a variaciones de Tensión y Frecuencia se refería. Cuando un Grupo Generador se ponía en paralelo con la Red Pública, las correcciones por las variaciones de Tensión y Frecuencia se realizaban manualmente.

Luego, se requería un operador permanente para realizar los reajustes.

Hoy en día estas variaciones de Tensión y Frecuencia son más intensas, que es difícil controlarlas manualmente, por largos periodos de tiempo, al punto de ser imposible usar los sistemas básicos de control.

1.2 Objetivo

Satisfacer la demanda de potencia, mediante una plataforma múltiple, aplicando las técnicas modernas de control y automatización de Grupos Generadores impulsados por motores de combustión interna.

Determinar la aplicación para el caso de varios Grupos en paralelo en sistema aislado, de tal manera que la carga sea repartida en forma proporcional, manteniendo constante la tensión y la frecuencia.

Determinar la efectividad y confiabilidad del uso de controladores como el EGCP-2 y EasyGen 3200-5 de Woodward.

Establecer un sistema electrónico de control, para el caso de reguladores de velocidad mecánicos.

Determinar la contribución del modo secuencial para el funcionamiento de varios Grupos Generadores.

Determinar el grado de aplicación del Grupo Generador, funcionando como carga base con la Red Pública.

Demostrar que el sistema de control y automatización del Grupo Generador, puede integrarse a otro sistema de control global.

A continuación lo que se describirá en cada capítulo.

En el Capítulo 2, se hace una Descripción del Sistema, desde el Básico hasta el Integrado y el más Avanzado que se está utilizando actualmente.

Aquí se podrá apreciar la evolución del Sistema, en cuanto al uso de dispositivos, aprovechando el avance de la tecnología en éste campo del Control y Automatización.

El Control y la Automatización se simplifico a utilizar unos cuantos dispositivos, hasta integrarlos a uno sólo que incorpora una gran cantidad de funciones y que de acuerdo a la aplicación se programa mediante teclado del mismo o mediante PC con Software.

El Capítulo 3 presenta una recopilación de conceptos básicos de generación, como los modos de funcionamiento, orientados al entendimiento de las aplicaciones del sistema y el análisis de los resultados.

El Capítulo 4 presenta las aplicaciones básicas que se pueden lograr con el sistema integrado de Control y Automatización. Aquí se describen las cuatro configuraciones que se pueden tener en la práctica.

En el Capítulo 5 se analizarán tres casos donde se aplicaron éstas nuevas técnicas de Control y Automatización.

El primer caso es la implementación de un Grupo Generador para una industria, funcionando como Carga Base, es decir, el Grupo genera una potencia constante para alimentar parte de la carga, el resto se obtiene de la red Pública. Esto ha permitido compensar la limitación del concesionario de electricidad, para suministrar potencia a éste usuario.

El segundo caso es una Mini Central Térmica, donde tres Grupos Generadores se ponen en paralelo con la Red Pública, en un sistema del usuario que consiste de cuatro

Subestaciones en anillo. El suministro de red pública es por una de la Subestaciones y el suministro de los Grupos Generadores es por otra de las subestaciones. Los tres Grupos Generadores funcionan como Carga Base, es decir, entregando una potencia constante a la Red en anillo. En éste caso, se requiere que los controladores de cada Grupo Generador, se encuentren comunicados mediante cable de comunicación, para que la carga sea repartida proporcionalmente en cada instante, aún con las constantes variaciones de Tensión y Frecuencia de la Red Pública.

El tercer caso se refiere a dos Grupos Generadores, que se ponen en paralelo pero aislado de la Red Pública, y son usados en caso de emergencia por corte en el Suministro de Red Pública y para controlar la Máxima Demanda. En éste último uso, los Grupos Generadores alimentarán parte de la carga separadamente, cuando la Demanda del usuario supere el valor contratado con el concesionario de electricidad. Para lograr lo anterior, los Grupos suministrarían energía a dos Tableros de Transferencia Automática, que serán comandados por el control de máxima demanda.

Finalmente se presentará las conclusiones a la que se ha llegado después de varios años de aplicar, diseñar, fabricar, probar, instalar y poner en servicio, los equipos que conforman los Sistemas de Control y Automatización de Grupos Generadores.

1.3 Alcances

Los alcances del presente informe son los siguientes:

- a) El control y automatización está referido a Grupos Generadores, para potencias de hasta 2MW.
- b) Los Grupos Generadores serán aquellos que son impulsados con motores de combustión interna, que funcionan con combustible Diesel, Gas Natural y Gas Metano.
- c) La selección de equipos y la Ingeniería de detalle de las aplicaciones, serán tratados en éste informe.
- d) El estudio Técnico-Económico para determinar la potencia de los Grupos Generadores, no es materia de análisis en éste informe.
- e) Las aplicaciones particulares que se pueden obtener con el uso de las técnicas de Control y Automatización de Grupos, realmente son muchísimas. Por tanto, el presente informe sólo cubre las aplicaciones más conocidas, producto de la experiencia del autor, que han demostrado en la práctica su efectividad y confiabilidad.
- f) El tema de la protección de generadores no está dentro del alcance del presente informe.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

El sistema en estudio ha tenido una serie de cambios a lo largo de los años, en razón de que la tecnología ha evolucionado, y que los equipos de control y automatización son cada vez más asequibles económicamente y se pueden aplicar a generadores de menor potencia que antes eran exclusividad de grandes generadores.

A continuación describiremos los sistemas utilizados desde el básico hasta el último que se está utilizando en nuestros días.

2.1 Sistema de control básico

El sistema de control básico se muestra en la Fig. 2.1. Las características de éste sistema de control son las siguientes:

- a) Regulación de velocidad mecánica.
- b) Regulación de voltaje electrónica analógica.
- c) Medición analógica de cada parámetro mecánico y eléctrico por separado.
- d) Interruptor con accionamiento manual.
- e) Sincronización analógica manual.

El funcionamiento general era en modo Droop, es decir la frecuencia disminuía con el aumento de la carga.

La regulación de velocidad se realizaba mediante una palanca en el mismo motor.

La regulación de voltaje se realizaba mediante potenciómetros en el mismo generador.

La medición se realizaba mediante un instrumento por cada parámetro como: Voltímetro, Amperímetro, Frecuencímetro, Vatímetro, Cosfímetro, Medidores de energía, etc.

La protección se realizaba mediante relés de protección por cada función como: Relé de Mínima/Máxima Tensión, Relé de Mínima/Máxima Frecuencia, Relé de Potencia Inversa, Relé Diferencial, etc.

El accionamiento del interruptor se realizaba por mando directo mediante palanca o pulsadores en el mismo interruptor (pre-carga).

La sincronización se realizaba mediante brazo de sincronización, compuesto por Voltímetro doble, Frecuencímetro doble y Sincronoscopio.

Las limitaciones de éste sistema era que necesitaba un operador permanente para controlar el Grupo Generador, tanto para ajustar los valores de voltaje y frecuencia, así como cuando se operaba en paralelo.

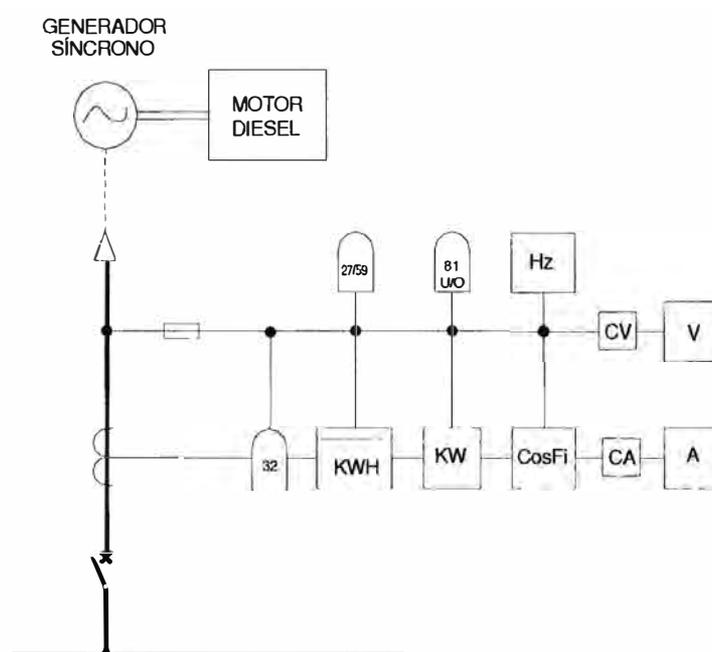


Fig. 2.1 Diagrama Básico de Control.

2.2 Sistema de control manual

Es lo mismo que el sistema básico, con la adición de que el control estaba centralizado en un Tablero de control.

La regulación de velocidad se realizaba con gobernadores electro-hidráulicos, que consiste de un servomotor alimentado con tensión de baterías. Alimentarlo con polaridad positiva implicaba aumentar la velocidad y alimentar con polaridad negativa implicaba disminuir la velocidad. Por tanto, el control de velocidad podría realizarse a distancia.

La regulación de voltaje se realizaba y se realiza mediante potenciómetro de múltiples vueltas se parodo del mismo. Por tanto, el control de voltaje podría realizarse a distancia.

2.3 Sistema de control semi-automático

El sistema de control Semi-automático consiste en adicionar componentes que realizan una o más funciones específicas, de tal modo que parte de la secuencia de operación es automática y el resto es manual.

Por ejemplo, se adiciona un Sincronizador automático que actúa sobre los reguladores de velocidad y voltaje, para sincronizar el Grupo con otros Grupos y luego acciona el cierre del interruptor mediante un contacto seco tipo relé.

También otro ejemplo es adicionar un sensor de carga, para automatizar el reparto de carga entre Grupos que funcionan en paralelo, en modo Isócrono.

2.4 Sistema de control automático

El sistema de control automático, está formado por varios equipos con funciones determinadas interconectadas para lograr el automatismo del sistema.

En la Fig. 2.4 se muestra un Grupo generador con los siguientes equipos de control:

Un Regulador de velocidad 2301A de Woodward, con reparto de carga automático.

Un Sincronizador SPM-A para conectar el Grupo generador con la barra.

Un Sincronizador SPM-A para conectar la Red Pública con la barra.

Un Controlador de Carga Automático AGLC, para programar el modo de funcionamiento del Grupo.

Un Interruptor de Grupo con accesorios para mando eléctrico ó a distancia.

Un Interruptor de Red Pública con accesorios para mando eléctrico ó a distancia.

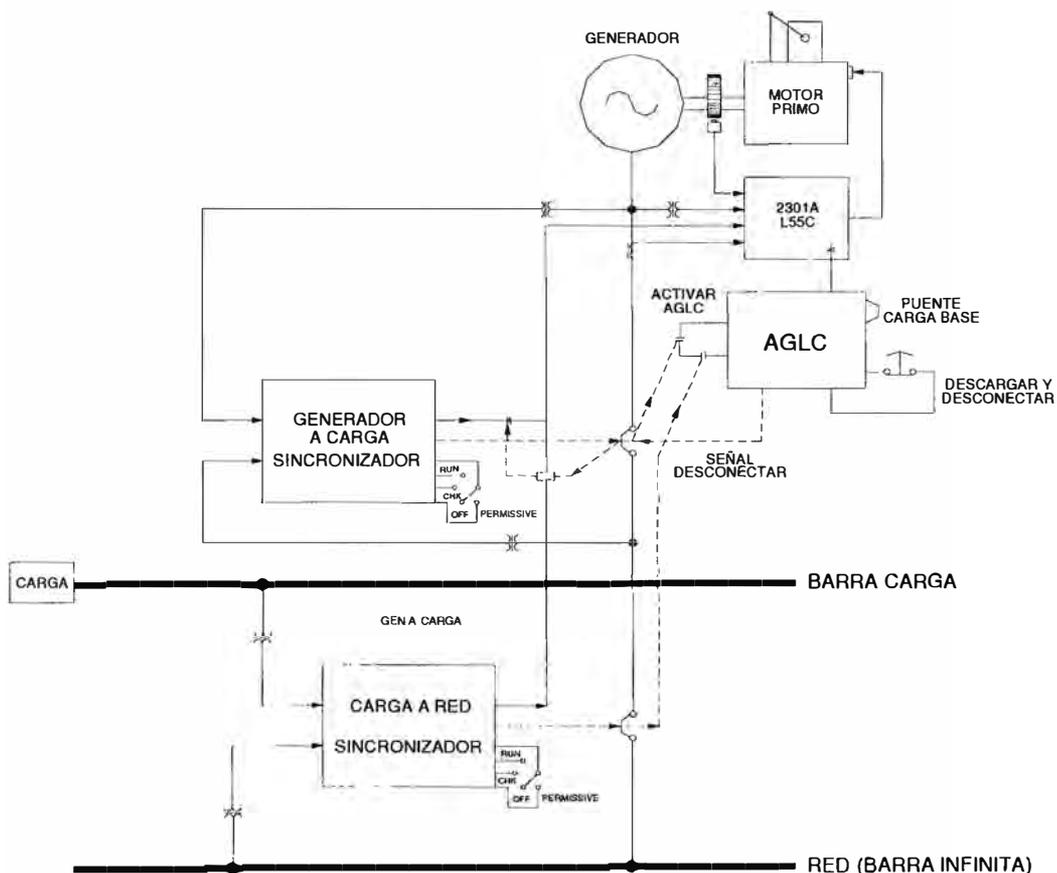


Fig. 2.2 Diagrama del Sistema de Control Automático.

2.4 Sistema de control automático integrado

Éste sistema considera un solo equipo que integra todas funciones necesarias para controlar y automatizar, denominado Controlador de Motor y Generador.

En la Fig. 2.3, se muestra el diagrama de un Controlador EGCP-2 de Woodward, donde se puede observar todas las señales de entrada y salida necesarias para conseguir los diversos modos de funcionamiento, los cuales son programables, mediante teclado y display del equipo ó mediante Software con cable de comunicación a PC.

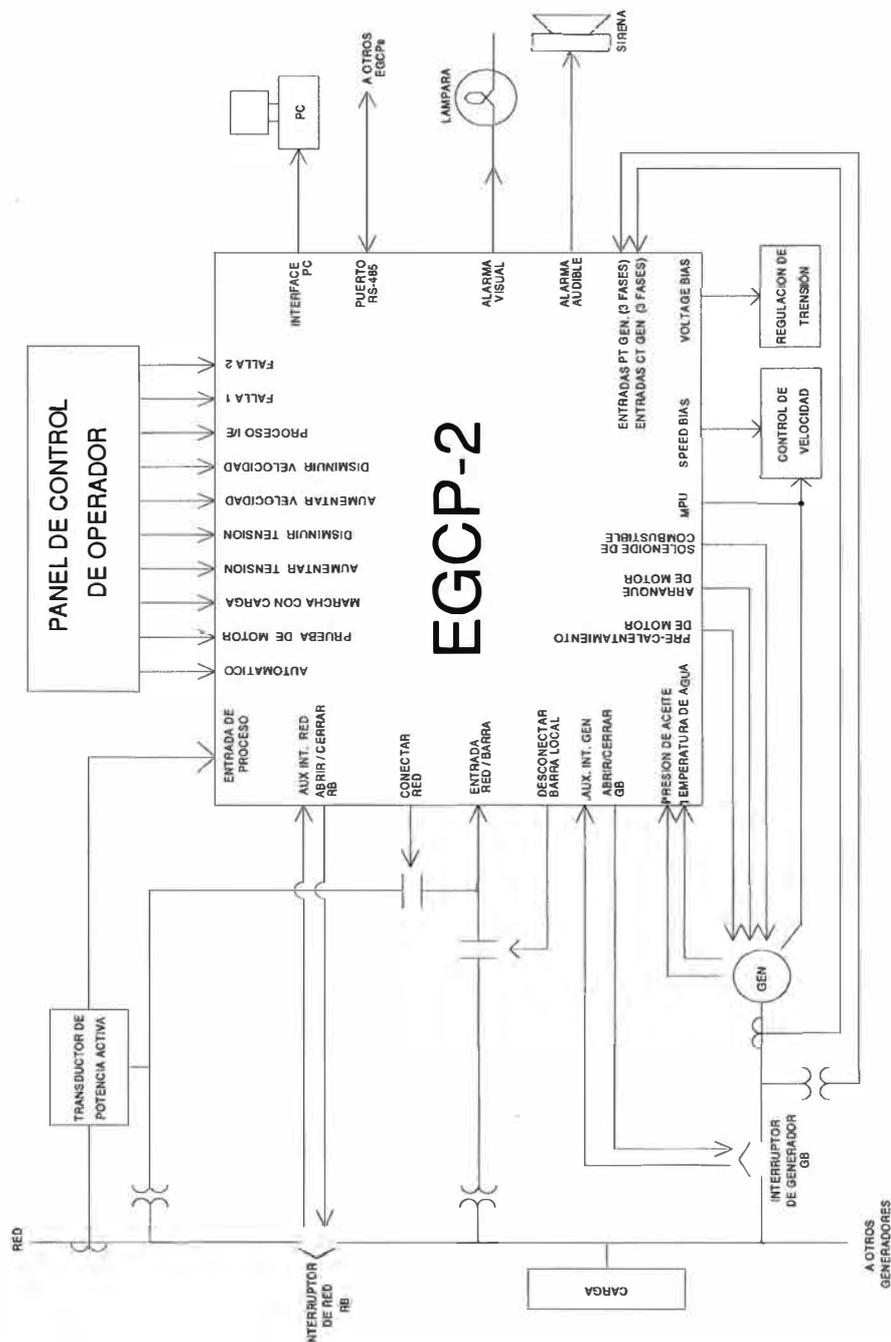


Fig. 2.3 Diagrama del Sistema de Control Automático Integrado.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 El generador síncrono.

Los generadores síncronos son, por definición, síncronos, lo cual significa que la frecuencia eléctrica está fijada o sincronizada con la velocidad mecánica de rotación del generador.

Como el motor gira a la misma velocidad del campo magnético y la potencia eléctrica se genera en 50 o 60Hz, esto significa que el generador debe girar a velocidad constante.

3.1.1 Circuito Equivalente

El circuito equivalente por fase del generador síncrono, se muestra en la Fig. 3.1.

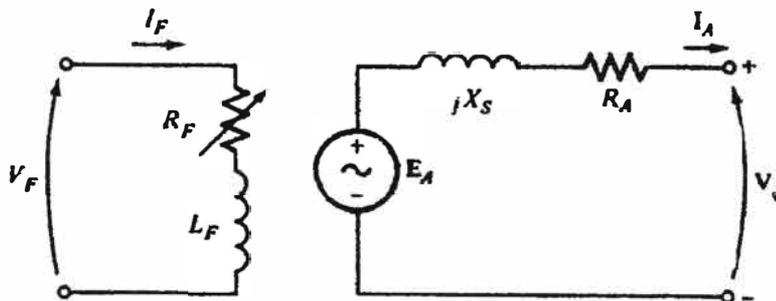


Fig. 3.1 Circuito Equivalente.

Donde, V_F : Tensión de fase, I_A : Corriente de fase, E_A : Tensión generada, X_a : Reactancia síncrona, R_a : Resistencia de armadura, V_F : Tensión de campo, I_F : Corriente de campo, L_F : Inductancia de campo.

3.1.2 Diagrama Fasorial

El diagrama fasorial del generador síncrono se muestra en la Fig. 3.2

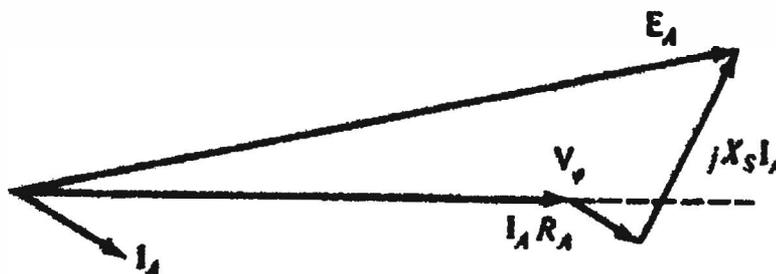


Fig. 3.2 Diagrama Fasorial del Generador Síncrono.

3.2 El generador síncrono funcionando aisladamente

El comportamiento del generador síncrono bajo carga, varía fuertemente dependiendo del factor de potencia de la carga y del generador si funciona solo o en paralelo con otros generadores síncronos.

El efecto del aumento de carga se puede apreciar en los diagramas fasoriales de la Fig. 3.2, donde se puede decir lo siguiente:

- Si al generador se adicionan cargas en atraso o potencia reactiva inductiva, el voltaje en bornes del generador disminuye significativamente.
- Si al generador se carga con factor de potencia la unidad, el voltaje en bornes del generador presenta una ligera disminución.
- Si al generador se adiciona cargas en adelanto o potencia reactiva capacitiva, el voltaje en bornes del generador aumenta.

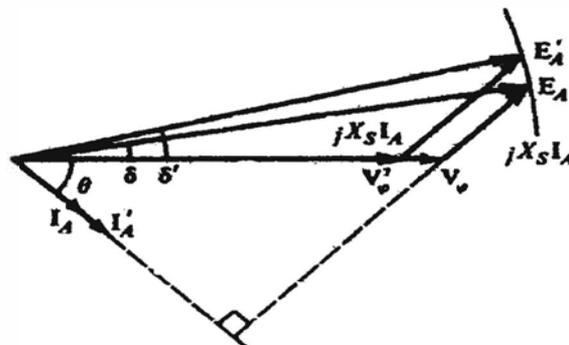


Fig. 3.3 Aumento de carga con factor de potencia atrasado.

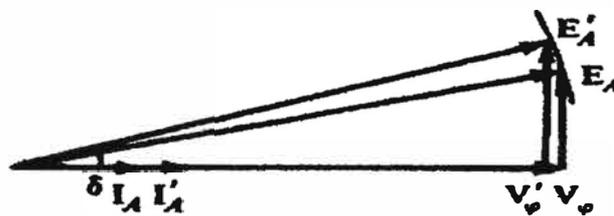


Fig. 3.4 Aumento de carga con factor de potencia unidad.

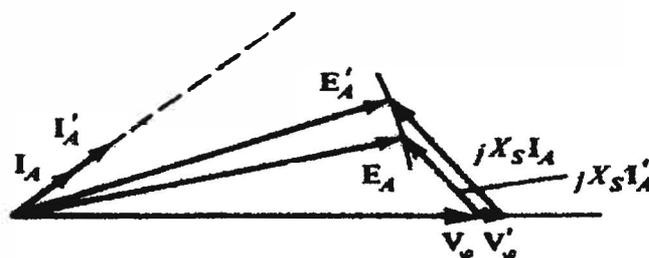


Fig. 3.5 Aumento de carga con factor de potencia adelantado.

3.3 El generador síncrono funcionando en paralelo

Los generadores se ponen en paralelo por las siguientes razones:

- Varios generadores pueden alimentar mayor carga que una sola unidad.
- El tener muchos generadores aumenta la confiabilidad del sistema de potencia, puesto que la falla de uno de ellos no provoca la pérdida total de la potencia de la carga.
- El hecho de tener muchos generadores operando en paralelo posibilita la desconexión de uno o más de ellos para practicarles mantenimiento preventivo.
- Si solamente se utilizara un generador y este no funcionara cerca a su potencia nominal, resultaría relativamente poco eficiente. Sin embargo, con varias máquinas más pequeñas se posibilita la operación de solo alguna de ellas, de manera que funcionen cerca a su plena carga y actúen, por tanto, más eficientemente.

3.3.1 Condiciones de paralelo.

Las condiciones para que dos generadores se pongan en paralelo, son las siguientes:

- Los valores eficaces de los voltajes de línea de los generadores deben ser iguales.
- Los dos generadores deben tener la misma secuencia de fase.
- Los ángulos de fase de las dos fases correspondientes deben ser iguales.
- La frecuencia del nuevo generador, llamado generador entrante, debe ser ligeramente mayor que la frecuencia del sistema.

3.3.2 Característica Frecuencia-Potencia Activa

En general todas las máquinas motrices tienen el mismo comportamiento, es decir, cuando aumenta la exigencia de potencia, disminuye su velocidad de rotación y por tanto la frecuencia generada. En la Fig. 3.6, se muestra la curva resultante de frecuencia versus potencia del generador.

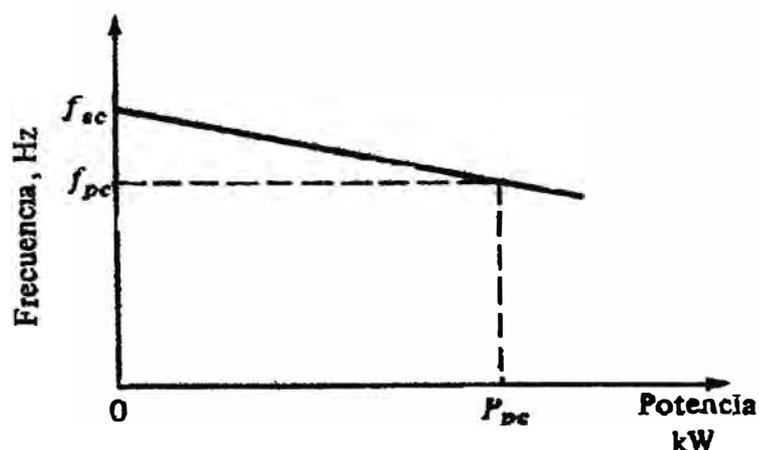


Fig. 3.6 Característica Frecuencia-Potencia Activa

3.3.3 Característica Voltaje-Potencia Reactiva

Es posible encontrar una expresión similar para la potencia reactiva Q y el voltaje terminal V . Tal como fue visto anteriormente, cuando se adiciona una carga inductiva al generador síncrono, su voltaje terminal disminuye. De igual manera, cuando se adiciona carga en adelanto al generador síncrono, su voltaje terminal aumenta. Puede construirse una gráfica de voltaje terminal contra potencia reactiva, resultando ésta de característica descendente tal como se presenta en la Fig. 3.7.

La curva característica puede desplazarse hacia arriba o hacia abajo cambiando el ajuste del voltaje terminal en vacío del regulador de voltaje. Al igual que la característica frecuencia-potencia, esta curva tiene gran importancia en el funcionamiento en paralelo de los generadores síncronos.

Es importante enfatizar que, cuando un generador funciona solo, las potencias real P y Q suministradas por el generador serán las magnitudes demandadas por la carga conectada al generador: el suministro de P y Q no puede regularse mediante los controles del generador. Por consiguiente para una cierta potencia real, las posiciones del gobernador controlan la frecuencia de operación del generador, y para una potencia reactiva dada, la corriente de campo regula el voltaje terminal del generador.

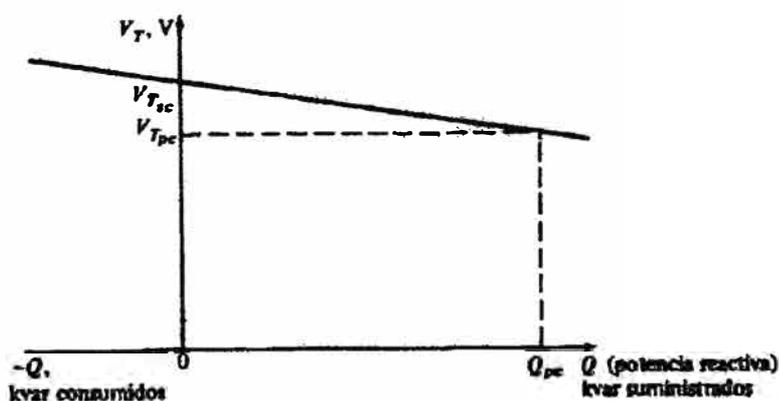


Fig. 3.7 Característica Voltaje-Potencia Reactiva

3.3.4 Funcionamiento en paralelo con grandes sistemas

Cuando un generador está conectado en paralelo con otro generador o con un sistema grande, la frecuencia y el voltaje terminal de todas las máquinas deben ser los mismos puesto que sus terminales están unidos. Por consiguiente, sus características de potencia real – frecuencia y potencia reactiva – voltaje pueden dibujarse espalda con espalda, siendo común el eje vertical.

Una vez que el generador ha sido conectado y luego se incrementa el ajuste del gobernador de velocidad y como la frecuencia es invariable, el efecto es que aumenta la potencia suministrada por el generador. Esta situación está representada en las características de la Fig. 3.8, y en la Fig. 3.9 se muestra el efecto como diagrama fasorial.

Si se sigue aumentando la salida de potencia del generador hasta exceder el consumo de la carga, la potencia extra generada se inyectará a la barra infinita.

Concretamente, cuando un generador funciona en paralelo con una barra infinita:

- La frecuencia y el voltaje terminal del generador quedan controlados por el sistema al cual está conectado.
- El gobernador del generador regula la potencia real que entrega el generador al sistema.
- La corriente de campo del generador regula la potencia reactiva suministrada por el generador al sistema. Ver Fig. 3.10 para apreciar el efecto fasorialmente.

Esta situación constituye en gran medida la forma en que funcionan los generadores reales cuando están conectados a un gran sistema de potencia.

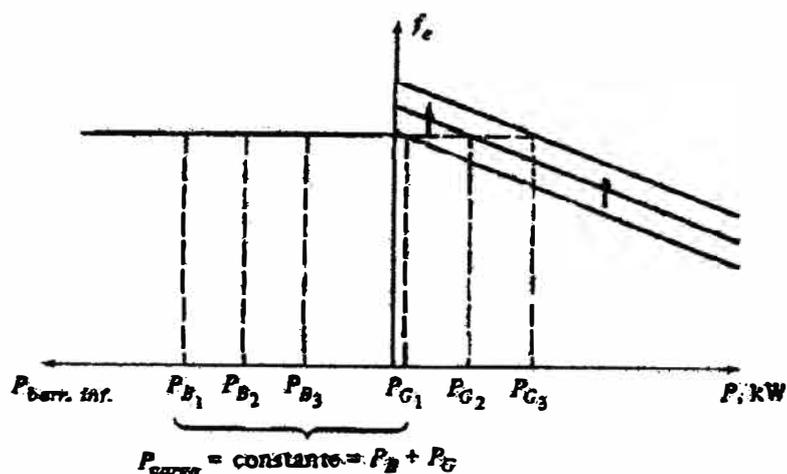


Fig. 3.8 Efecto de carga activa del Generador en diagrama Frecuencia-Potencia

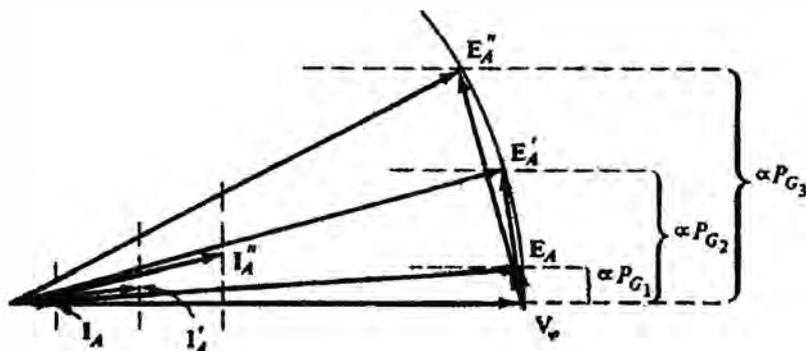


Fig. 3.9 Efecto de carga activa del Generador en diagrama fasorial

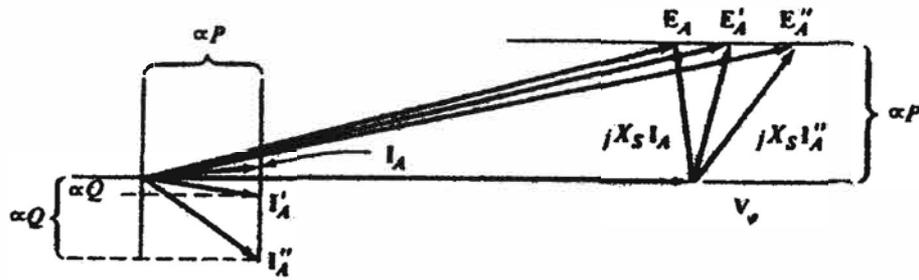


Fig. 3.10 Efecto de carga reactiva del Generador en diagrama fasorial

3.4 Modos de funcionamiento de generadores

A fin de entender la administración de carga en los sistemas de control de grupos Generadores, se explicarán los siguientes conceptos:

3.4.1 Modos de control de operación en sistemas aislados

a) Modo Droop

Es la caída de velocidad o frecuencia proporcional a la carga. Es decir, cuando la carga se incrementa, la velocidad o frecuencia decrecen (Ver Fig. 3.11).

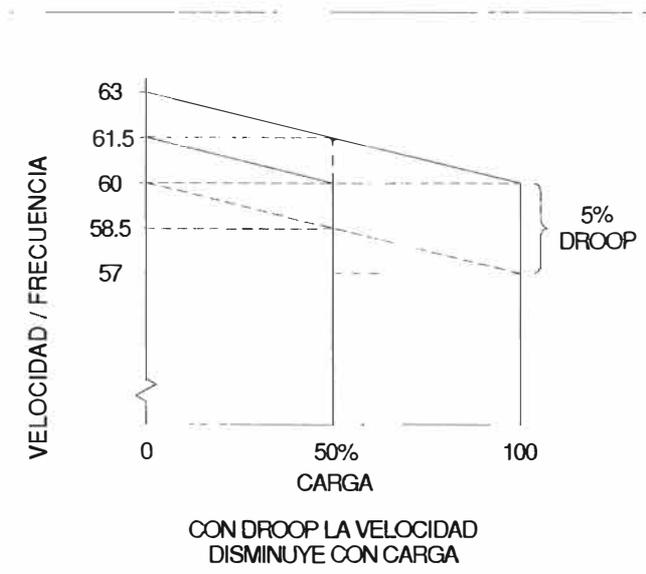


Fig. 3.11 Modo Droop

Droop está expresado como el porcentaje que la velocidad cae debajo de la velocidad sin carga y cuando está a plena carga. Con un ajuste de Droop dado, un Grupo Generador siempre producirá la misma potencia a una velocidad o frecuencia particular.

Si todos los Grupos en un sistema Droop tienen el mismo ajuste Droop, ellos se repartirán la carga en la misma proporción.

Si el sistema de carga cambia el sistema velocidad/frecuencia también cambiará. Un cambio en el ajuste de velocidad será requerido para compensar el efecto de caída y retornar a la velocidad/frecuencia original del sistema. Así para mantener la proporción del reparto de carga en cada Grupo, el operador necesitará ajustar la velocidad igualmente en cada generador.

Si todos los Grupos no tienen el mismo Droop, no se repartirán la misma carga proporcionalmente al ajuste de velocidad. Si el sistema de carga cambia, el sistema velocidad/frecuencia también cambiará pero el porcentaje de carga en cada Grupo no cambiará proporcionalmente.

El operador necesitará ajustar a una velocidad diferente en cada Grupo para repartir la carga proporcionalmente.

Esto podría hacer que un Grupo funcione fuera de su ajuste de velocidad, antes que se cargue completamente, limitando al sistema su capacidad de reparto de carga. Por ésta razón, es mejor que en un sistema, los Grupos tengan el mismo porcentaje de droop.

b) Modo Isócrono

Éste modo permite tener cualquier potencia a velocidad o frecuencia fija o constante. En otras palabras un Grupo operando en modo Isócrono operará a la misma velocidad/frecuencia sin tener en cuenta de la carga que está suministrando hasta la capacidad de plena carga del Grupo (Ver Fig. 3.12). Este modo puede ser usado en un Grupo funcionando por sí mismo en un sistema aislado.

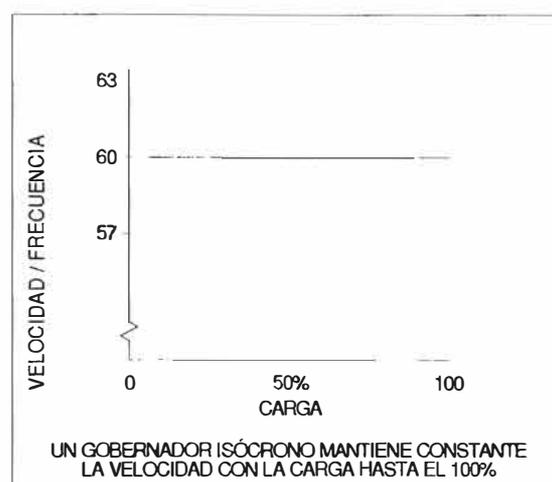


Fig. 3.12 Modo Isócrono

El modo Isócrono también puede usarse en un Grupo funcionando en paralelo con otros Grupos. Sin embargo, a menos que los gobernadores tengan capacidad de reparto de carga isócrono, no más que uno de los Grupos funcionando en paralelo puede estar en modo Isócrono. Si dos Grupos funcionando en modo isócrono sin controles de reparto de carga, están suministrando potencia a la misma carga, uno de los Grupos intentará llevar toda la carga y el otro descargará toda su carga. Así para que estos dos Grupos se repartan la carga, algún medio adicional deberá usarse para evitar que cada Grupo trate de tomar toda la carga o de motorizarse.

c) Modo Droop/Isócrono

Este modo combina ambos modos Droop e Isócrono. Todos los Grupos del sistema funcionan en modo Droop excepto uno el cual funcionará en modo Isócrono. Éste es conocido como “Grupo Base”. En este modo las máquinas Droops marcharán a la velocidad/frecuencia de la unidad Isócrona. El porcentaje de caída y ajustes de velocidad de cada Grupo en modo Droop son ajustadas tal que estos generan una cantidad de potencia. La potencia de salida del Grupo Base cambiará para seguir las variaciones en la Demanda de carga mientras mantienen constante la velocidad/frecuencia del sistema. (Ver Fig. 3.13 y 3.14.)

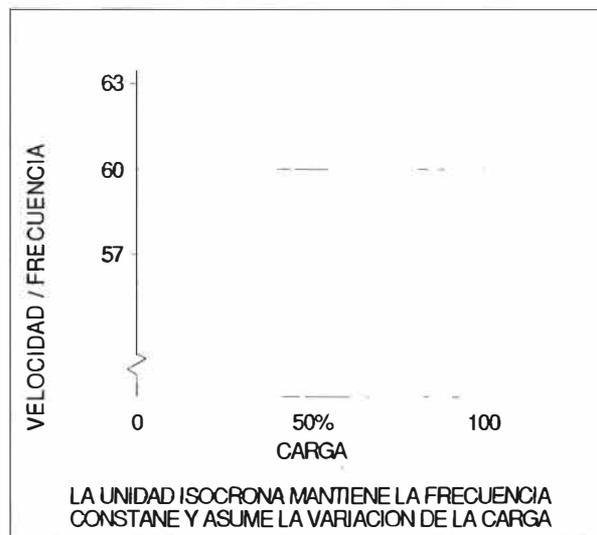


Fig. 3.13 Grupo Base

La máxima carga para este tipo de sistemas es limitado a la salida combinada del Grupo Base y el total de potencia de salida de las Grupos Droops. Una carga por encima del máximo resultará en un decremento en velocidad/frecuencia. La carga mínima del sistema

no podrá ser permitido decrecer por debajo del total de potencia de salida de los Grupos Droops. Si esto sucede, la frecuencia del sistema se incrementará y el Grupo Base puede motorizarse.

El Grupo con la más alta capacidad de salida normalmente deberá ser operada como Grupo Base tal que el sistema aceptará las variaciones grandes de carga dentro de su capacidad. Esto no es una regla rígida. La elección del Grupo Base dependerá entre otras cosas de la eficiencia de los diferentes Grupos y la magnitud de la variación de carga.

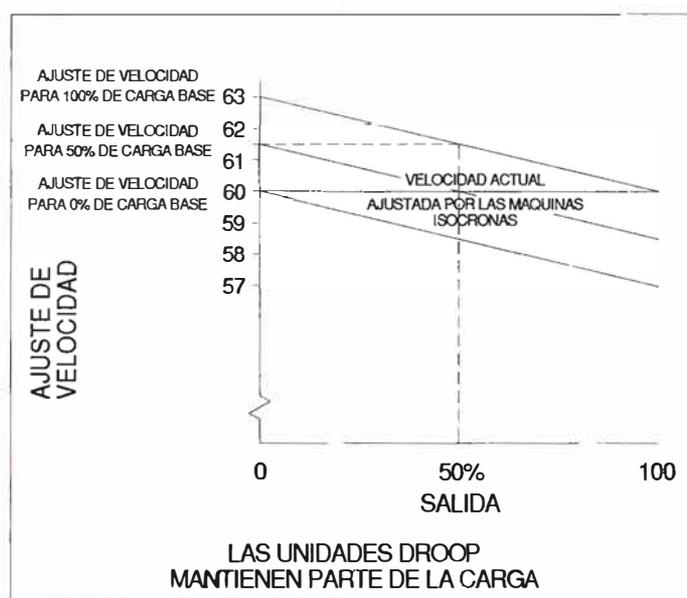


Fig. 3.14 Grupos Droop

d) Reparto de Carga Isócrona

Para el reparto de carga Isócrona en un Sistema, todos los Gobernadores de los Grupos deberán estar en modo Isócrono. El reparto de carga Isócrono es realizado adicionando un sensor de carga electrónico en cada Gobernador Isócrono. Los sensores de carga están interconectados por las líneas de control Load-Sharing (Algunas veces llamadas Líneas Paralelas). Cualquier desbalance de carga entre los Grupos causará un cambio en el circuito de regulación de cada Gobernador, causando que cada Grupo produzca su reparto proporcional de la carga para re-balancear las señales de carga.

Mientras cada Grupo continúe funcionando a velocidad Isócrona, los cambios en la carga forzarán que cada Grupo suministre su reparto proporcional de potencia para satisfacer la Demanda total de carga en el sistema. Si los Grupos son de diferente potencia, la salida de cada Grupo será proporcional a su potencia nominal (Ver Fig. 3.15).

Así para incrementar la capacidad Base de un sistema de reparto de carga “Droop/Isócrono”, varios Grupos con reparto de carga Isócrono deberán ser conectados en paralelo para responder como un solo Grupo Base. Luego otros grupos podrán funcionar en modo Droop con éstos Grupos Base.

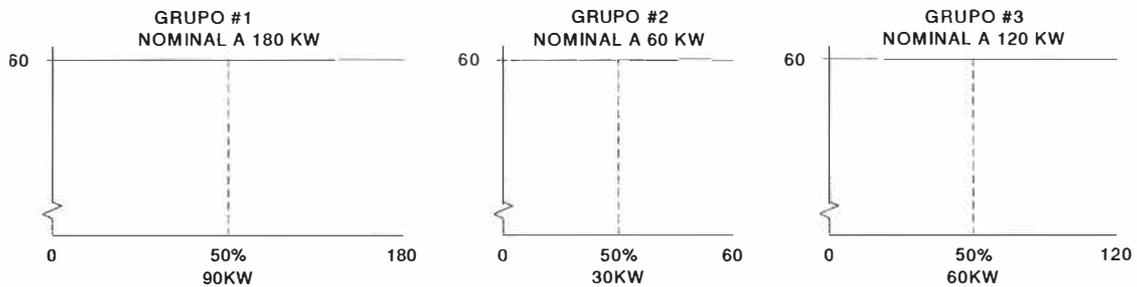


Fig. 3.15 Reparto de Carga Isócrono.

e) Carga Base Isócrono

Es un método de ajuste de una base o carga fija en un Grupo funcionando en modo Isócrono. Esto es realizado usando un control de sensado de carga y conectando una señal externa polarizada (bias signal) a través de sus líneas Load-Sharing (Ver Fig. 3.16)

La señal externa polarizada (bias signal) impresa en éstas líneas aparecerá para el Gobernador como un desbalance de carga. El Gobernador forzará al generador para que su salida en potencia aumente o disminuya hasta que la salida del sensor de carga sea igual a la señal polarizada en las líneas Load-Sharing.

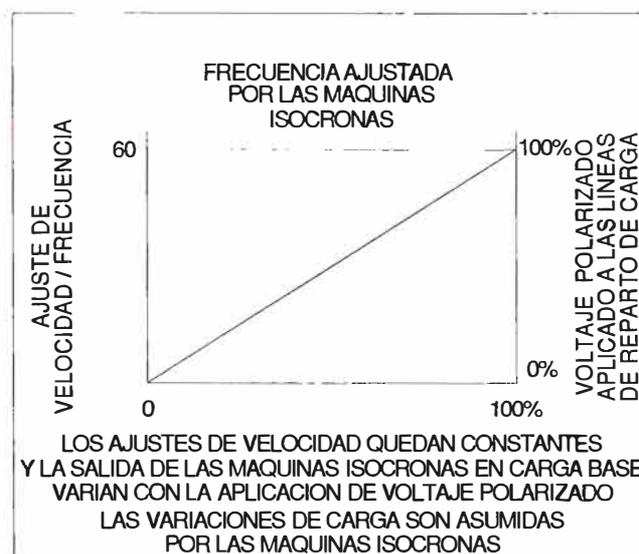


Fig. 3.16 Barra Aislada con Carga Base Isócrono

En este punto, el sistema esta balanceado. Este método puede solamente ser usado donde otros Grupos estan produciendo suficiente potencia para satisfacer los cambios en la demanda de carga. Este método de Carga Base es ideal también para Grupos que adicioneen carga suavemente dentro de un sistema isócrono, para cargar o descargar un Grupo o para ajustar una cantidad fija de carga en un Grupo que está en paralelo con otros Grupos.

3.9.2 Modos de control de operación en sistemas conectados con red pública

Cuando los Grupos son puestos en paralelo con la Red Pública (o Red Infinita), ésta determinará la frecuencia del sistema. Los modos de operación están limitados a Carga Base Droop y Carga Base Isócrono.

a) Carga Base Droop

El modo Carga Base Droop es el mismo que el modo Droop en sistema asilado, con la excepción que la Red Pública controlará la frecuencia y actúa como un Grupo Base, absorbiendo cualquier cambio en la carga. La velocidad y droops son ajustados tal que el Grupo suministra una cantidad fija o base de potencia a la Red (Ver Fig. 3.17).

Cuando el Grupo que está suministrando potencia a la Red se desconecta, la velocidad/frecuencia del ahora Grupo asilado aumentará al punto de velocidad donde este fue adelantado para cargar al Grupo mientras ésta caía a la de la Red.

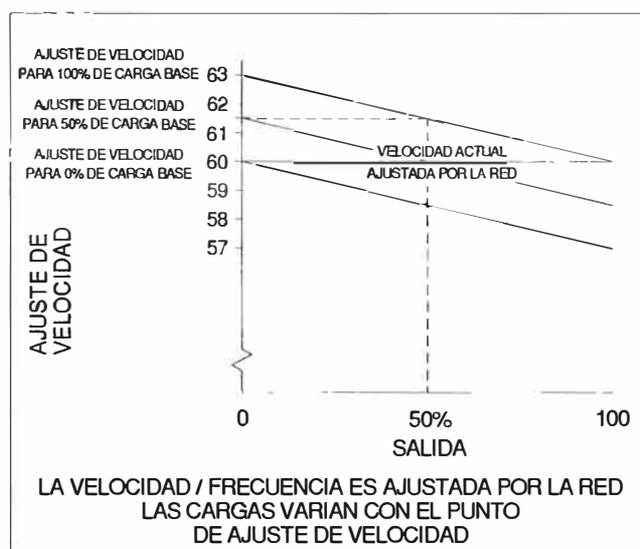


Figura 3.17 Carga Base con 5% de Droop.

b) Carga Base Isócrono

Carga Base Isócrono de un Grupo alimentado una Red Pública es el mismo que para un sistema asilado (Ver Fig. 3.18).

Cualquier diferencia entre el ajuste de velocidad/frecuencia de los Grupos en Carga Base Isócrono, y de la Red Pública, aparecerá como un cambio en la carga base. Esto es porque es tan importante tener el ajuste de velocidad/frecuencia en el sentido contrario del Grupo lo más cerca posible a la Red Pública.

Tanto como 15 Grupos pueden ser Carga Base Isócronos aplicando la señal polarizada aislada a través de sus sistemas comunes de líneas Load-Sharing.

La ventaja de la Carga Base Isócrono sobre la Carga Base Droop es que cuando se desconectan de la Red Pública, no hay cambio en la frecuencia.

Simplemente removiendo la señal polarizada de las líneas Load-Sharing, el Grupo retorna a la velocidad Isócrona.

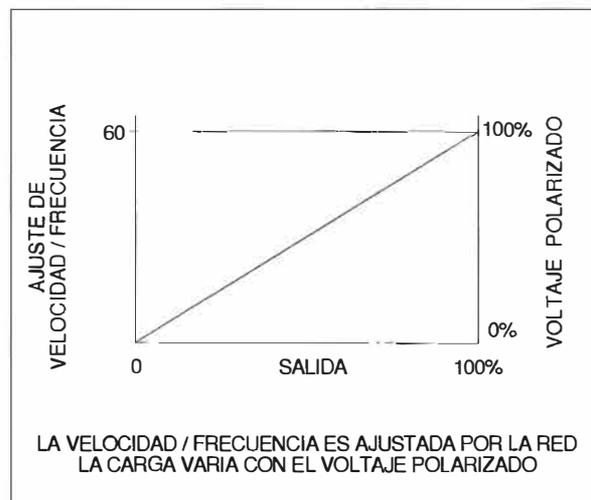


Fig. 3.18 Carga Base Isócrono.

3.5 Fundamentos de gobernación

A fin de entender los modos de operación de los Grupos generadores, explicaremos el funcionamiento de algunos controles para regulación de velocidad y voltaje.

La Fig. 3.19 muestra el control básico de regulación de velocidad electrónica. Consiste de un Sensor de velocidad (Magnetic Pickup), un Actuador, un Amplificador con realimentación y un Potenciómetro.

El Actuador es alimentado para inyectar combustible al motor para mantener los RPM ajustado por el Potenciómetro. Cuando hay un aumento o disminución de RPM, el cual es detectado por el Magnetic Pickup, el cual es restado a la señal del Potenciómetro, el Amplificador aumenta o disminuye la tensión del Actuador, para mantener los RPM constantes.

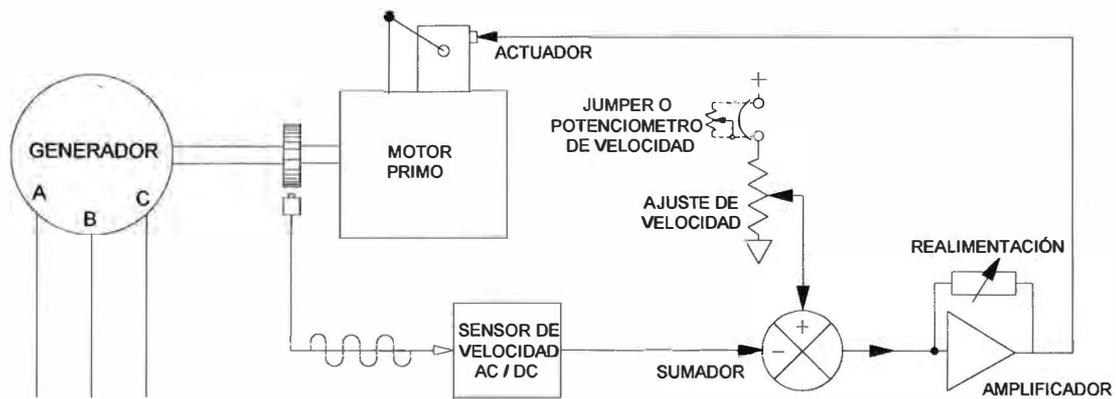


Fig. 3.19 Regulación de Velocidad Electrónica

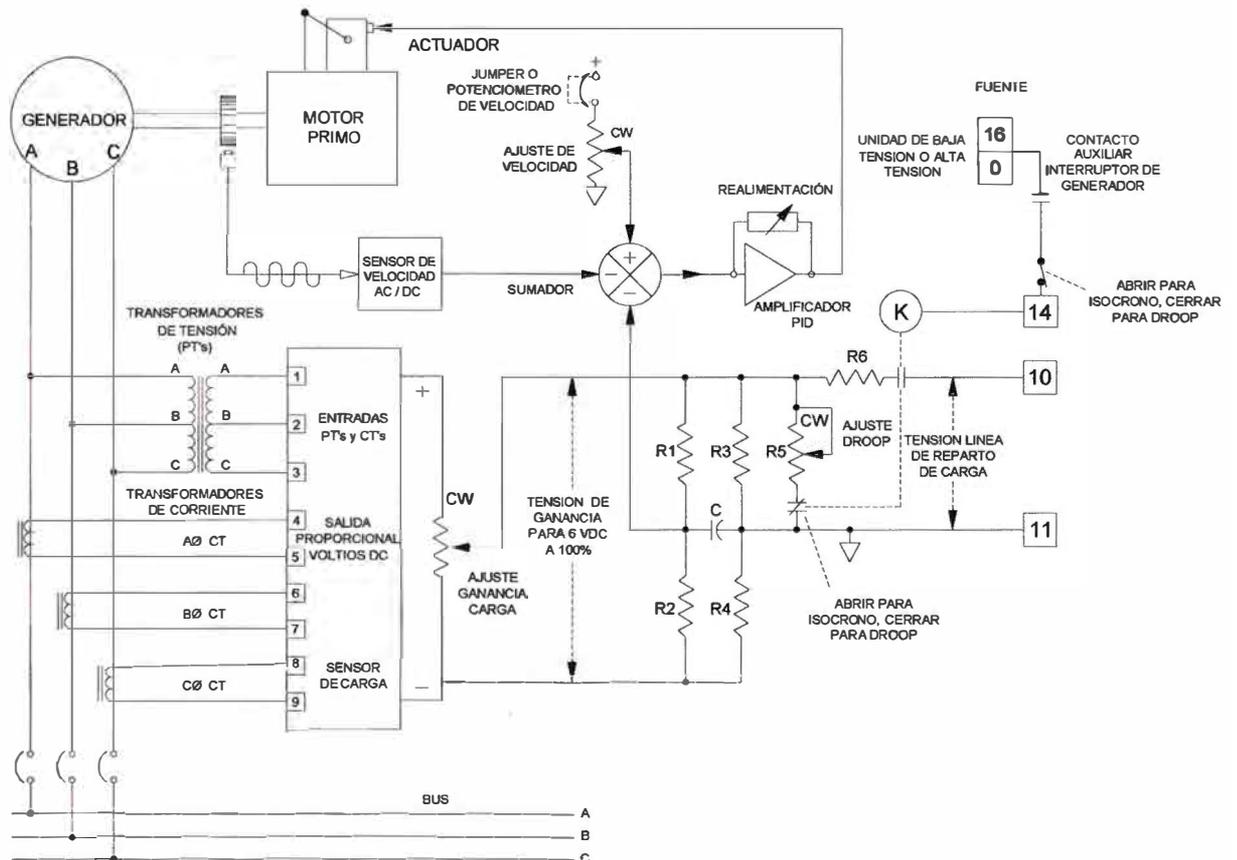
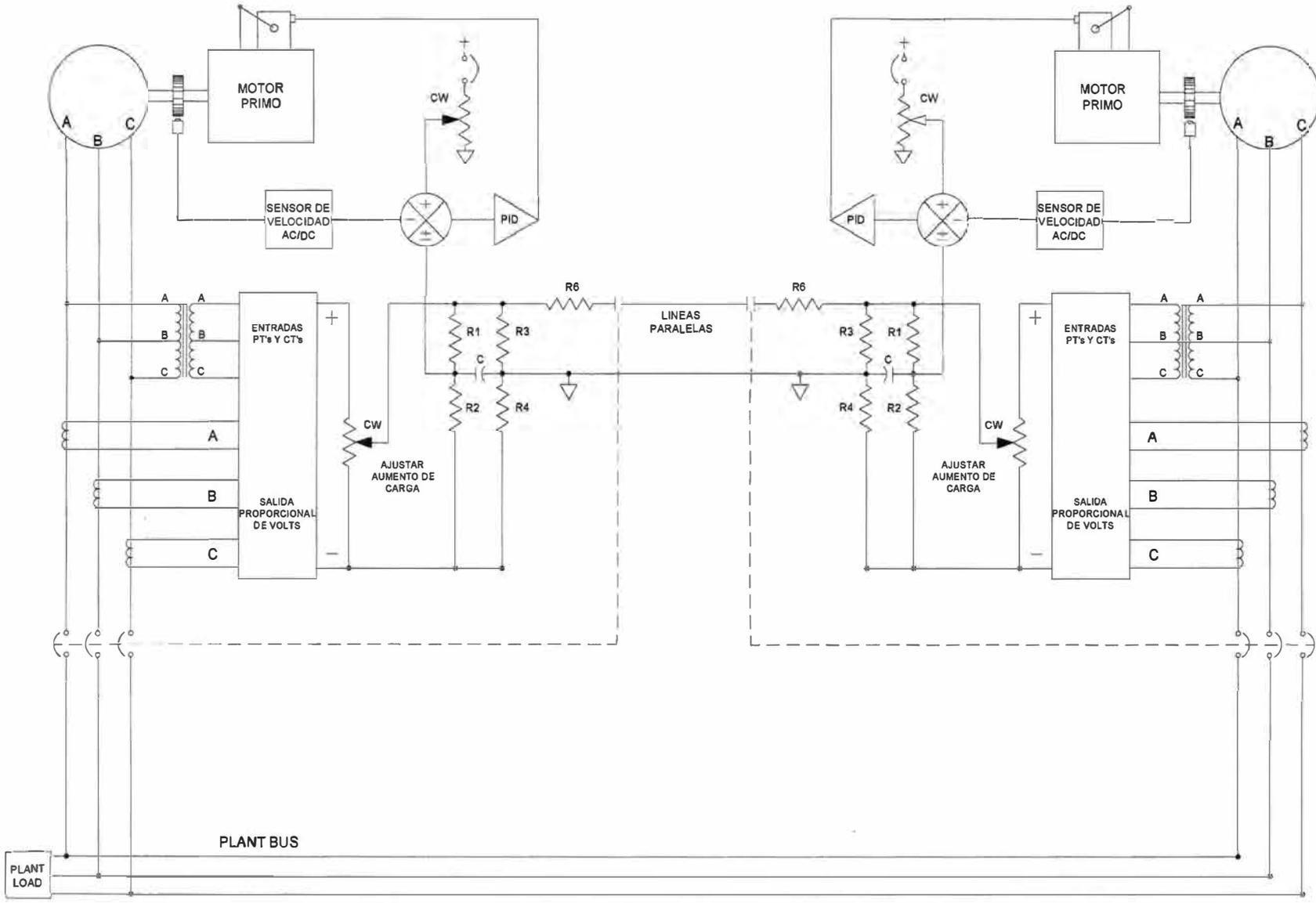


Fig. 3.20 Regulación de Velocidad con Sensor de Carga.

La Fig. 3.20, muestra el control básico con sensor de carga, el cual requiere medición de tensión y corriente del generador, y mediante un transductor obtiene una señal analógica proporcional a la potencia activa, el cual es también es restado a la señal del potenciómetro. Por tanto también se obtiene regulación de potencia activa del Grupo.

Fig. 3.21 Regulación de velocidad con Reparto de Carga.



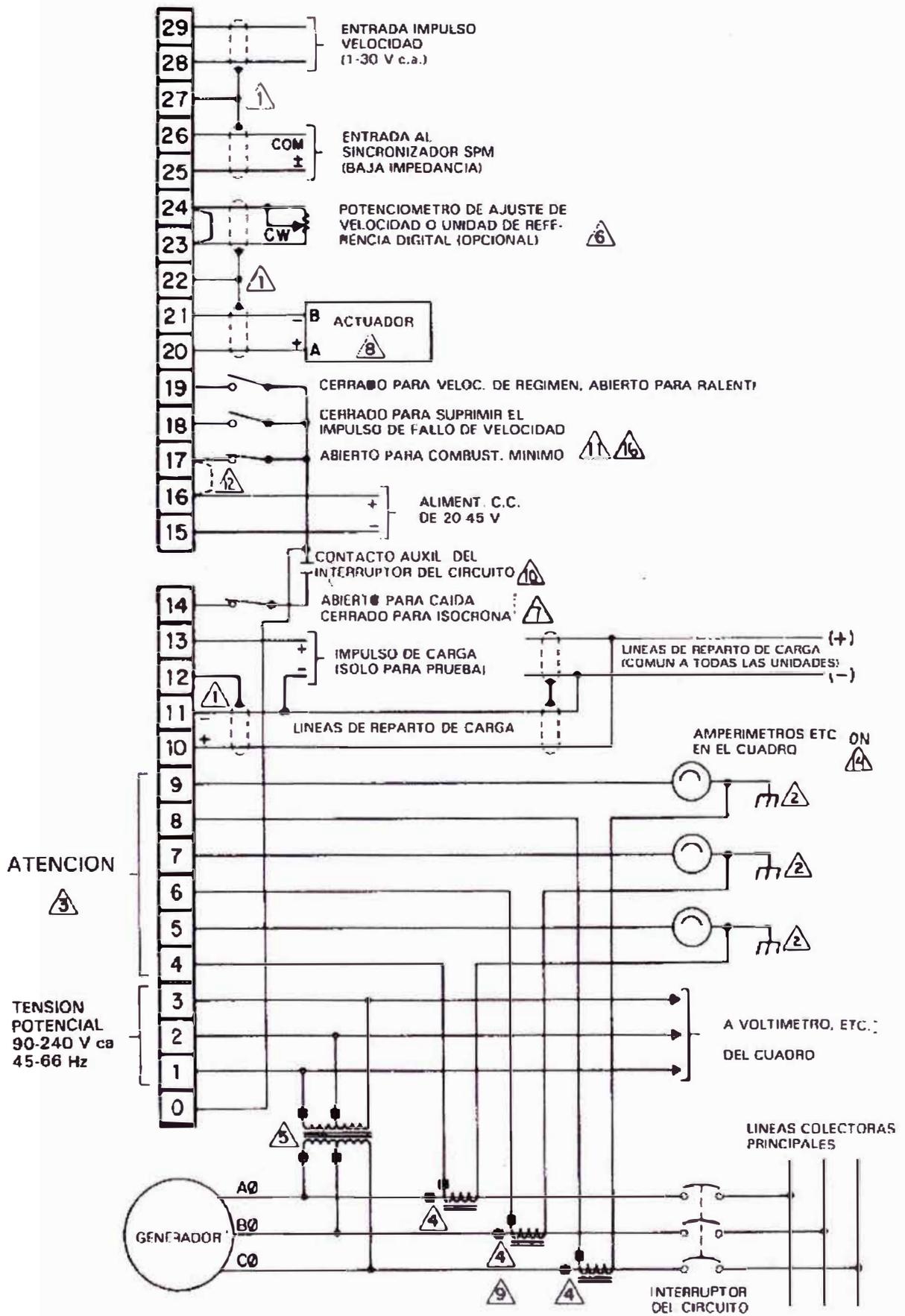


Fig. 3.22 Diagrama de conexión del Regulador de Velocidad 2301A de Woodward.

La Fig. 3.21, muestra el control básico con sensor de carga, e interconectado con líneas paralelas o Load Sharing, con otro Grupo con el mismo control. Esto permite que ambos sensores estén regulando las potencias generadas, que pueden ser iguales, proporcionales o diferentes, según se ajuste su potenciómetro CW.

La Fig. 3.22, muestra las conexiones del Regulador de Velocidad 2301A de Woodward, donde es importante notar la señal de entrada analógica de los bornes 25 y 26, el cual permite ejercer control a distancia sobre el regulador de velocidad.

Finalmente la Fig. 3.23, muestra la regulación del voltaje del generador. Consiste de un Sensado de tensión, un Sensado de corriente y una Tarjeta de regulación, la cual inyecta la corriente a la excitatriz del generador, según el valor ajustado. Lo importante de éste control es que al igual que el control de velocidad, se dispone de una entrada analógica (bornes 2 y 3), para ejercer control a distancia sobre la regulación de voltaje.

Éstas importantes características de ambas regulaciones, es lo que nos permitirá lograr el control total sobre el Motor y el Generador del Grupo.

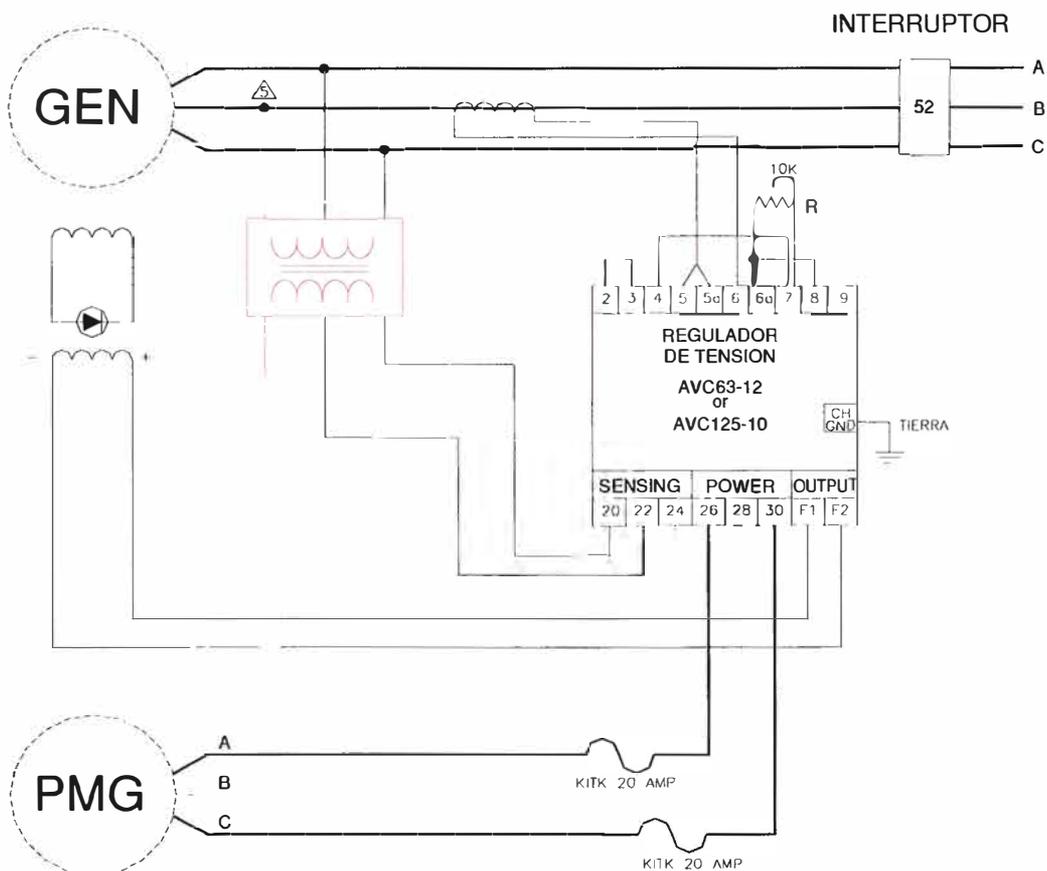


Fig. 3.23 Regulación de Voltaje.

3.6 Administración de potencia

3.6.1 Control de Carga Pico.

El control de carga pico se refiere a los métodos utilizados para limitar la demanda adquirida de un servicio. Las tarifas eléctricas por lo general son determinadas por la máxima demanda durante un determinado periodo de tiempo. A veces una demanda máxima de duración tan breve como quince minutos de un periodo de 30 días determinará la carga formulada por toda la energía adquirida durante esos 30 días.

Normalmente, el control de carga máxima se consigue por uno de los cuatro métodos: (ver Fig. 3.24)

- a) Controlar la carga ó rechazar cargas, lo que significa la desconexión de cargas para mantener el máximo consumo por debajo de un nivel máximo de carga deseada.
- b) Separar y aislar una parte de la carga y luego alimentar la parte aislada con un sistema de generación de la planta. Asegurarse que el generador de planta es suficiente para alimentar la carga aislada y mantener la carga de Red bajo la máxima carga deseada.
- c) El generador de la planta en Carga Base, el cual se pone en paralelo con la Red. Establecer la salida del generador de la planta lo suficientemente alto para garantizar que no se supere la máxima carga deseada.
- d) Usando un generador de la planta controlado para asumir todas las cargas ó picos de carga sobre cierto nivel. La Red tomará todas las cargas debajo de éste nivel.

3.6.2 Carga Base.

La carga base es el funcionamiento de un generador a potencia constante. Cuando la demanda excede la capacidad del generador, la energía déficit será importado de la Red. El equipamiento del usuario es conectado a la Red y usa ésta para controlar la frecuencia. La carga base por lo general es realizada con el equipamiento del usuario en modo Droop, asumiendo la Red las variaciones de la carga. El equipamiento está disponible para permitir al usuario operar en modo Isócrono con la Red y aún permitir que la Red asuma las variaciones de la carga.

Si la carga base es superior a la demanda de la planta, el exceso de potencia puede ser exportado a la Red.

3.6.3 Peak Shaving.

Los picos se utilizan para establecer un límite máximo de la potencia importada de la Red. En el siguiente ejemplo, se establece un límite de 100 KW para la potencia importada, y el generador del usuario provee la demanda de potencia que supere el límite de los 100 kW.

El generador del usuario normalmente es usado en los periodos picos de demanda.

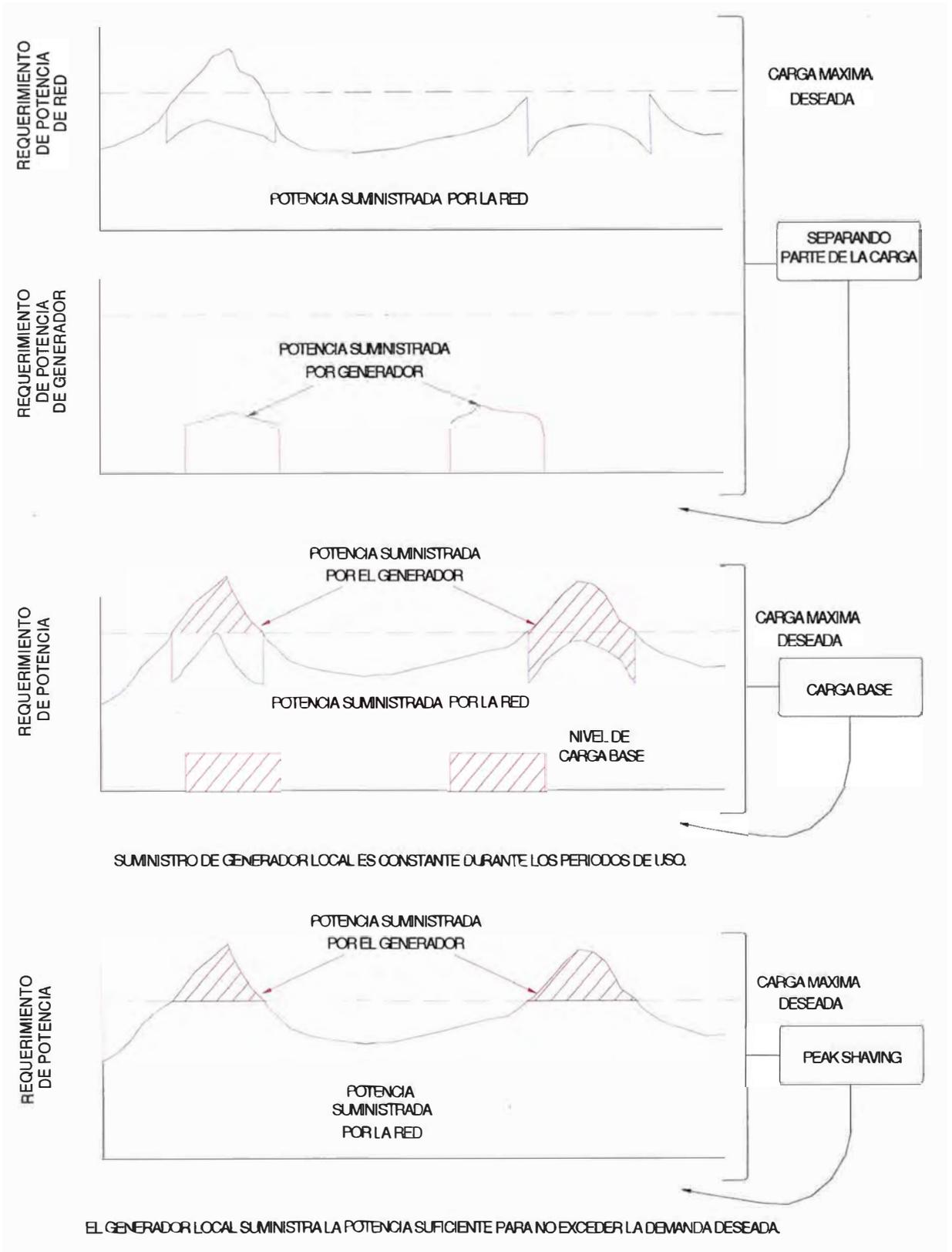


Fig. 3.24 "Peaking" o Control de Carga Pico

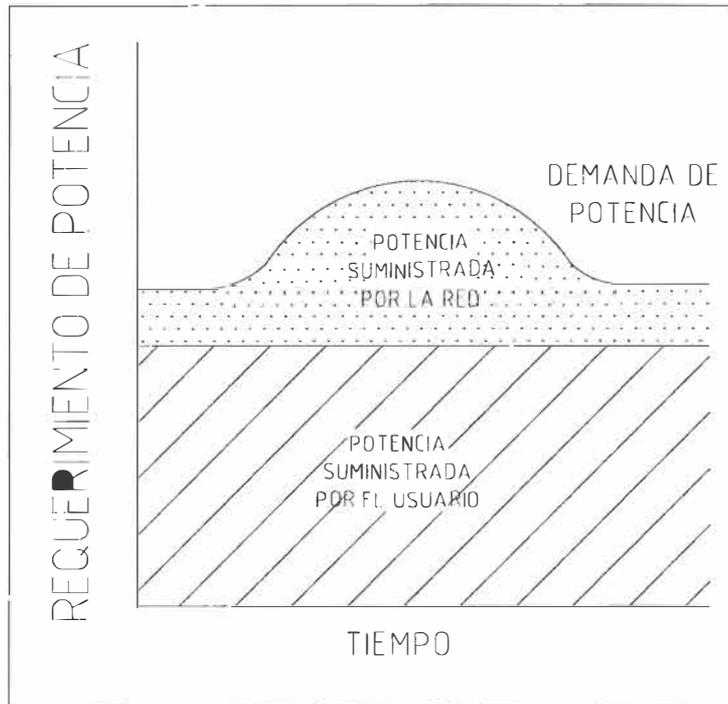


Fig. 3.25 Carga Base

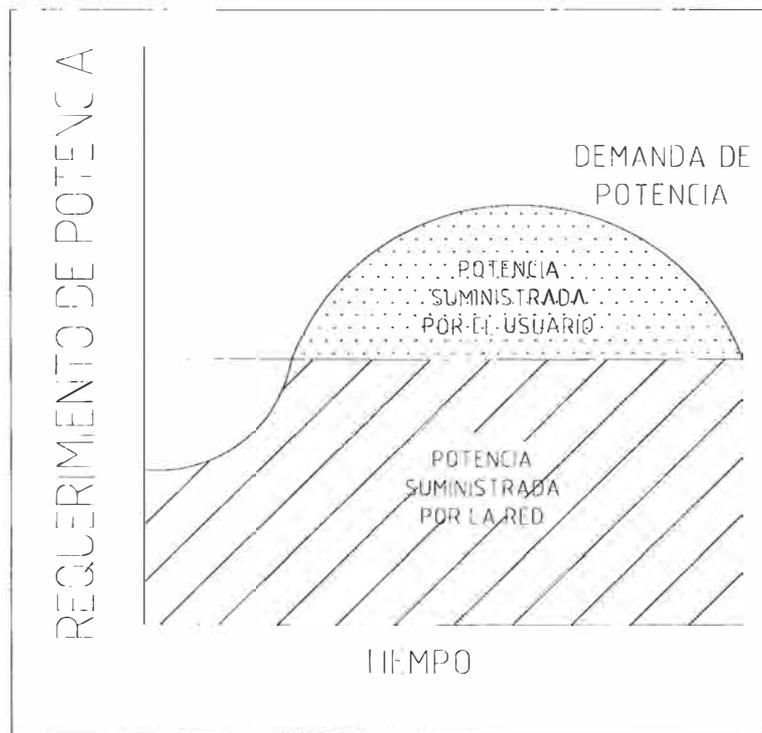


Fig. 3.26 Peak Shaving

3.6.4 Importación / Exportación.

Potencia importada potencia exportada son términos usados para describir la potencia que es llevada dentro de una planta (importación) o es enviada a la Red (exportación). Una planta puede importar potencia durante los picos de demanda y exportar potencia durante demandas bajas. Otras situaciones pueden requerir solo importar potencia o solo exportar potencia.

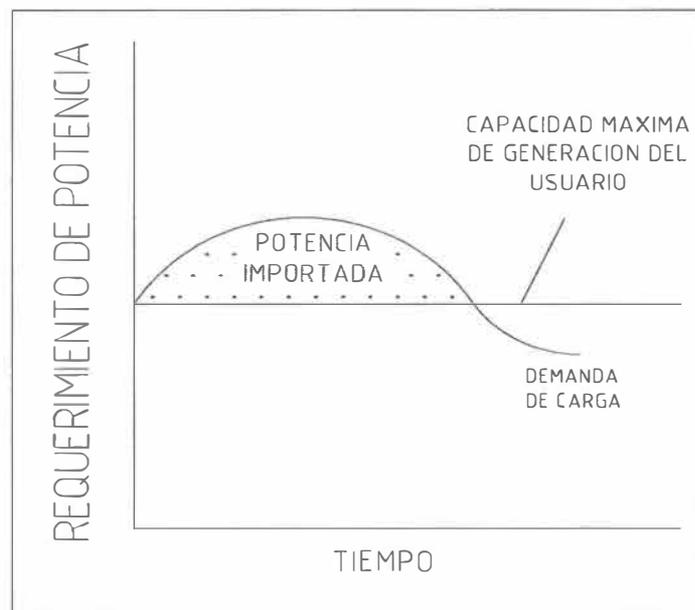


Fig. 3.27 Importación de Potencia

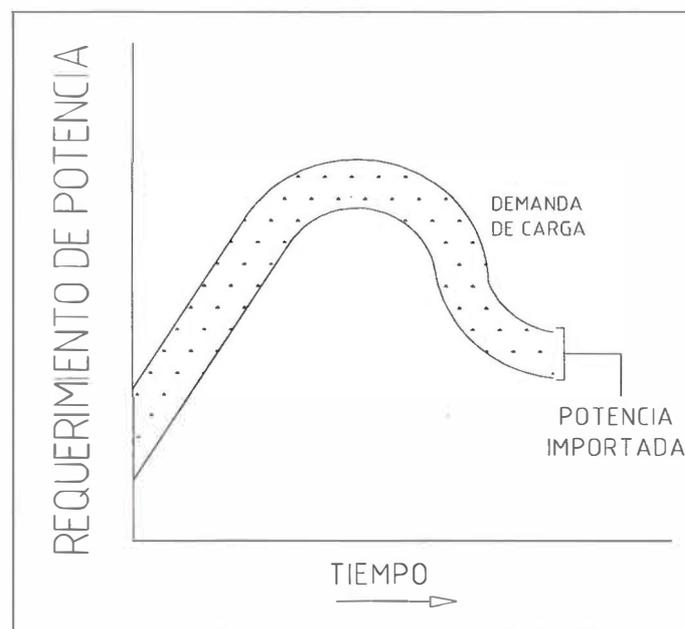


Fig. 3.28 Importación de Potencia (Nivel Constante)

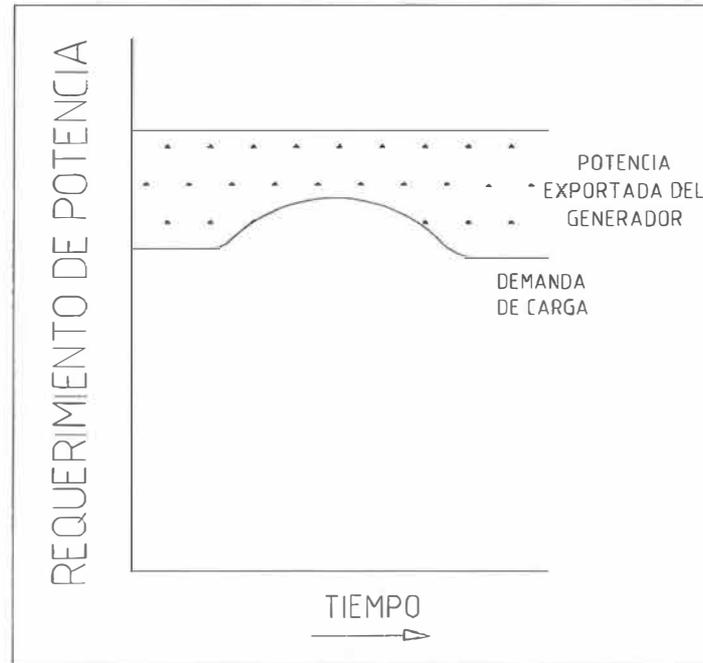


Fig. 3.29 Exportación de Potencia

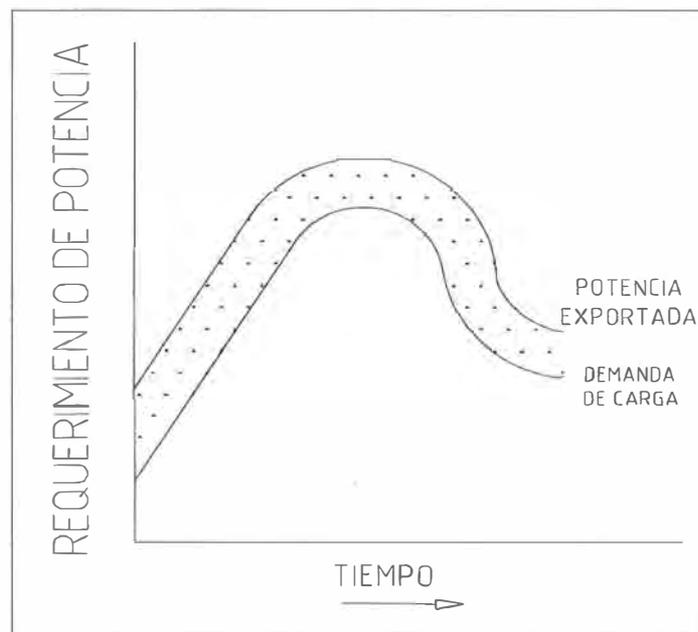


Fig. 3.30 Exportación de Potencia (Nivel Constante)

3.6.5 Control de Importación (Exportación) Cero.

Un generador – o series de generadores – es capaz de suministrar toda la energía eléctrica necesaria para la planta de operaciones. El generador está conectado a la Red para controlar la frecuencia y para situaciones de emergencia. Normalmente la potencia no es

exportada a la Red ó importada de la Red. Esta situación por lo general requiere el arranque o parada de los generadores como demanda de potencia fluctuante. Cualquier número de generadores, en carga base isócrona, puede ser conectado a reparto de carga isócrona como un sistema completo de carga base con la Red.

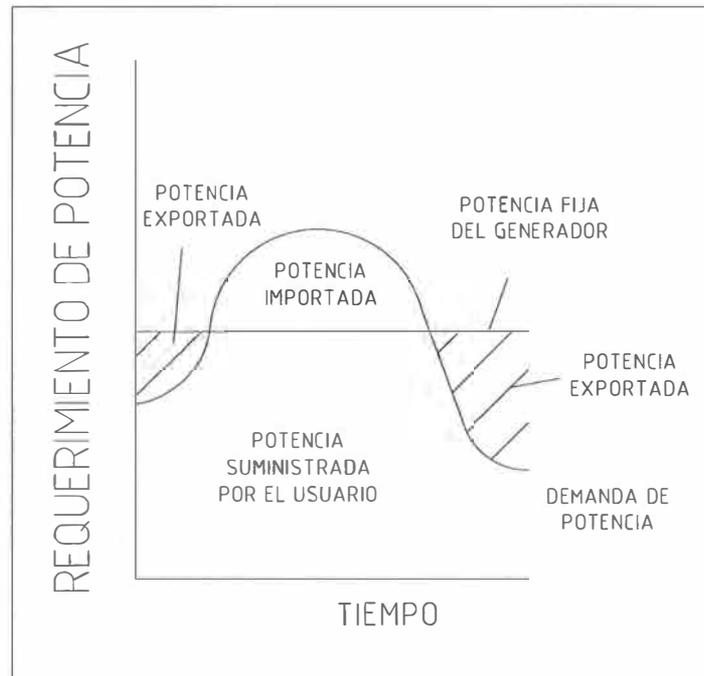


Fig. 3.31 Control de Importación/Exportación

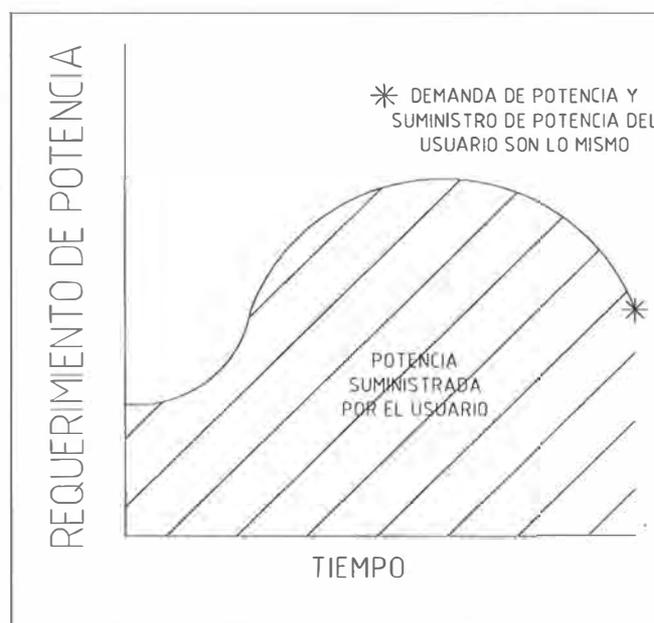


Fig. 3.32 Zero de Importación/Exportación

CAPITULO IV

APLICACIONES.

4.1 Grupo generador no paralelo con red

Es la aplicación más elemental donde el Grupo electrógeno no se pone en paralelo con la Red Pública y es mostrado en la Fig. 4.1, muy comúnmente usado en Sistemas de Emergencia y en aquellos sistemas en que el corte no es muy perjudicial en los procesos del usuario. También es conocido como Transferencia con Transición abierta.

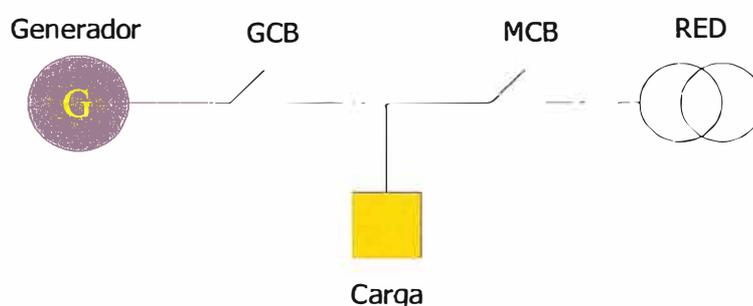


Fig. 4.1 Diagrama Unifilar Generador No Paralelo con Red Pública

El sistema controla la tensión del Suministro Normal, verificando que se encuentre entre los límites de Tensión y Frecuencia programados según el requerimiento del usuario.

Ante una falla ordena el arranque del Grupo Electrónico y acciona los interruptores para Transferir la carga del Suministro Normal (Red Pública) al Suministro de Emergencia (Grupo Electrónico).

Cuando el Suministro Normal retorna, acciona los interruptores para Re-transferir la carga del Suministro de Emergencia (Grupo Electrónico) al Suministro Normal (Red Pública).

En ambos casos la Transferencia y la Re-Transferencia se realiza desconectando la carga, es decir el Grupo Electrónico no se pone en paralelo con la Red Pública.

Dentro de ésta aplicación puede considerarse también el caso en que el Grupo Generador alimenta una carga sin que exista suministro de Red Pública.

En la Fig. 4.2, se muestra el Diagrama de Control para realizar ésta aplicación con un Controlador EasyGen 350X.

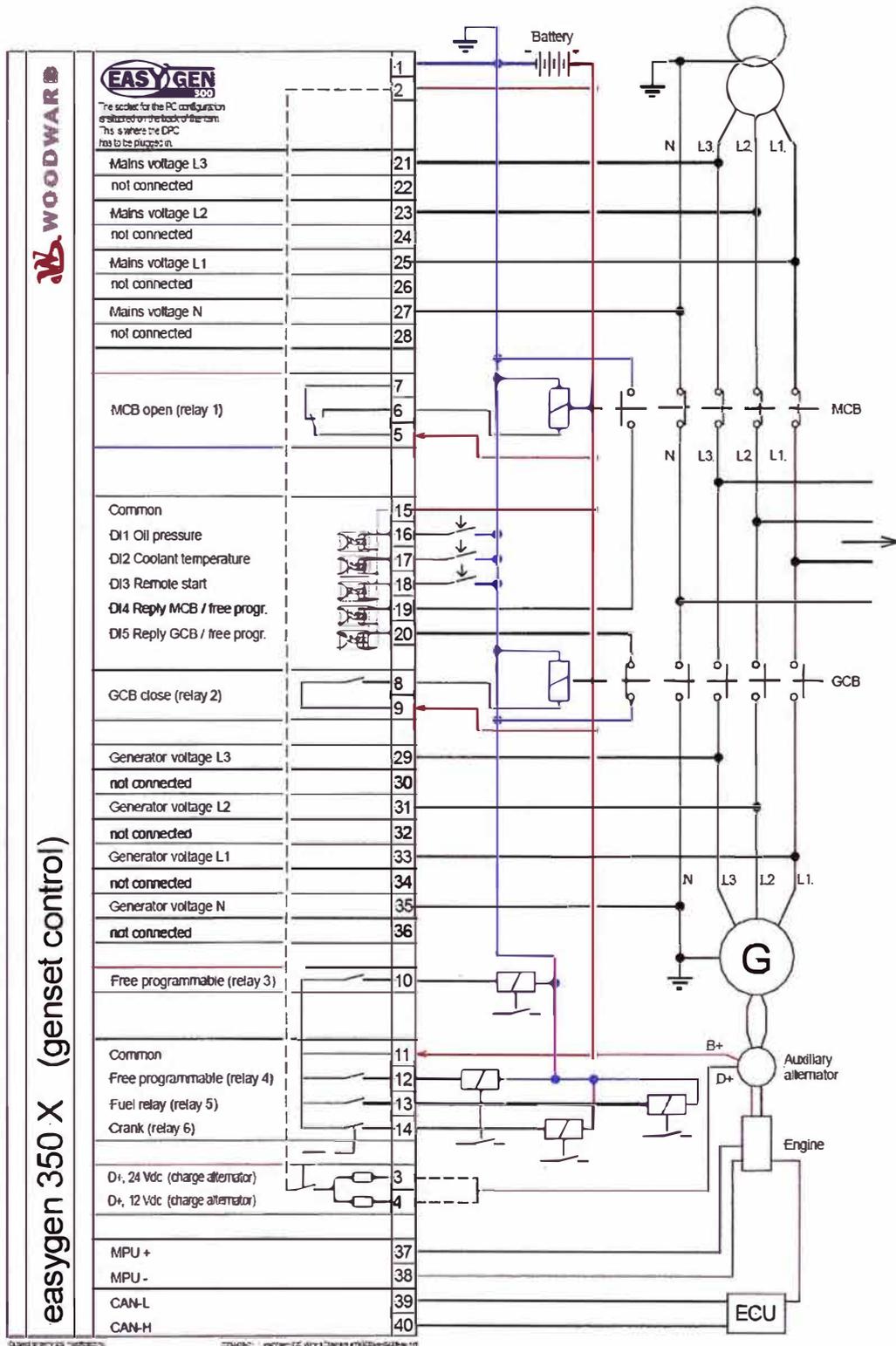


Fig. 4.2 Diagrama de control EasyGen 350X de Woodward.

4.2 Grupo generador paralelo con red

Es la aplicación donde el Grupo electrógeno se pone en paralelo con la Red Pública y es mostrado en la Fig. 4.3, usado en Sistemas de Emergencia y en aquellos sistemas en que el corte es perjudicial en los procesos del usuario. También es conocido como Transferencia con Transición Cerrada.

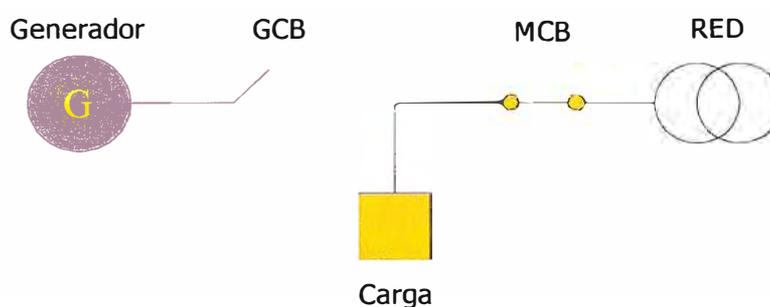


Fig. 4.3 Diagrama Unifilar Generador Paralelo con Red Pública

El sistema controla la tensión del Suministro Normal, verificando que se encuentre entre los límites de Tensión y Frecuencia programados según el requerimiento del usuario.

En esta aplicación podemos citar los siguientes casos:

4.2.1 Caso 1:

Ante una falla ordena el arranque del Grupo Electrónico y acciona los interruptores para Transferir la carga del Suministro Normal (Red Pública) al Suministro de Emergencia (Grupo Electrónico).

Cuando el Suministro Normal retorna, el control inicia el proceso de sincronización del Grupo Electrónico con la red Pública, actuando sobre los Reguladores de velocidad y de voltaje, hasta cumplir las condiciones de paralelo. Luego acciona el cierre del interruptor del lado de la Red Pública, quedando ambos interruptores cerrados. Luego el control realiza la Re-Transferencia de la carga del Suministro de Emergencia (Grupo Electrónico) al Suministro Normal (Red Pública), de manera paulatina. Luego acciona la apertura del interruptor del lado del Grupo Electrónico, y posteriormente la parada del mismo.

En la situación descrita, la Transferencia se realiza desconectando la carga, pero la Re-Transferencia se realiza sin desconectar la carga, es decir el Grupo Electrónico se pone en paralelo con la Red Pública, sólo en la Re-Transferencia.

4.2.2 Caso 2:

Ante un corte programado de la Red Pública, el sistema ordena el arranque el Grupo Electrónico, inicia el proceso de sincronización del Grupo Electrónico con la Red Pública, actuando sobre los Reguladores de velocidad y de voltaje, hasta cumplir las condiciones de paralelo. Luego acciona el interruptor del lado del Grupo Electrónico, quedando ambos interruptores cerrados. Luego el control realiza la Transferencia de carga del lado de Red Pública al lado del Grupo Electrónico de manera paulatina. Luego acciona la apertura del interruptor del lado de Red Pública.

El retorno a la Red Pública y Re-Transferencia, es idéntico al Caso 1.

En este caso, la Transferencia y la Re-Transferencia, se realiza sin desconectar la carga, es decir el Grupo Electrónico se pone en paralelo con la Red Pública en ambas maniobras.

Esta aplicación es muy usada en aquellos lugares en que el concesionario no es capaz de suministrar toda la potencia requerida en las horas punta y los cortes son perjudiciales en los procesos del usuario.

4.2.3 Caso 3:

Este caso es el mismo que el caso 2, con la diferencia que el Grupo Electrónico se mantiene en paralelo con la Red Pública por un periodo largo de tiempo (generalmente durante las horas punta), suministrando una potencia fija o “Carga Base”. Es decir, una parte de la carga (fija) será asumida por el Grupo Electrónico y el resto será asumido por la Red Pública (variable).

Esta aplicación es usada en aquellos lugares en que el usuario necesita suministrarse de ambos suministros Red Pública y Grupo Electrónico para satisfacer su demanda.

4.2.4 Caso 4:

Este caso es el mismo que el caso 2, con la diferencia que el Grupo Electrónico se mantiene en paralelo con la Red Pública por un periodo largo de tiempo (generalmente durante las horas punta), suministrando los picos de potencia o “Peak Shaving”. Es decir, los picos de la carga (variable) será asumida por el Grupo Electrónico y el resto será asumido por la Red Pública (fijo).

Esta aplicación es usada en aquellos lugares en que el usuario no debe excederse de la potencia contratada, para evitar ser penalizado por máxima demanda

En la Fig. 4.4, se muestra la aplicación descrita usando un Controlador EasyGen 3200-5 de Woodward. Podemos observar las señales de entrada y salida que requiere el controlador para controlar y automatizar el Grupo Generador.

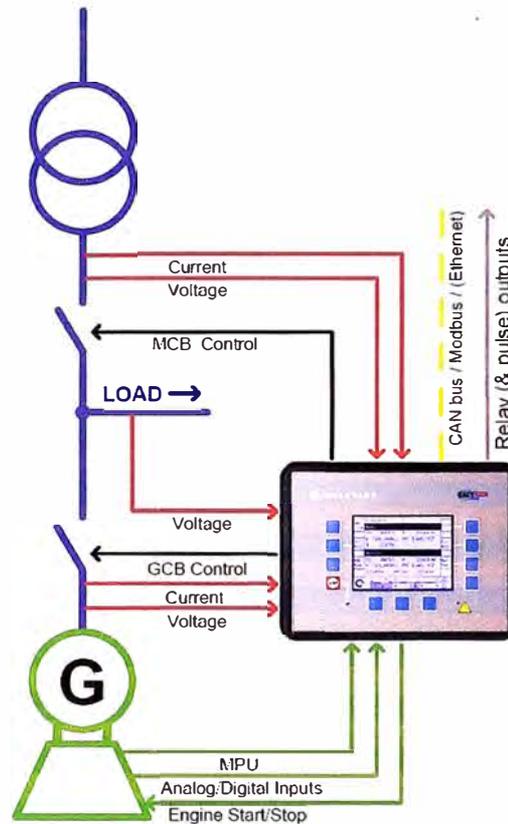


Fig. 4.4 Aplicación de Grupo Generador paralelo con Red Pública.

En la Fig. 4.5, se muestra el Diagrama de Control de ésta aplicación usando un Controlador EGCP-2. Notar las entradas de Tensión de Red Pública, Tensión y Corriente del Grupo Electrónico y la Tensión de barras. También las entradas y salidas discretas para el control del Grupo generador.

Por el lado de las entradas del Controlador, se observa lo siguiente:

El Selector (Mode Selector Switch), define el modo de funcionamiento del Grupo generador.

También hay dos selectores, uno para regulación manual de velocidad y otro para regulación manual de voltaje.

También hay entradas de fallas externas, para que el Controlador ordene la desconexión y parada del Grupo generador.

Por el lado de las salidas del Controlador se observa lo siguiente:

Contactos secos tipo relé para ordenar la apertura y cierre del interruptor del lado del generador, y apertura y cierre del interruptor del lado de la red Pública.

También se observa contactos de salida tipo relé para el control del arrancador, de la válvula de combustible y alarmas.

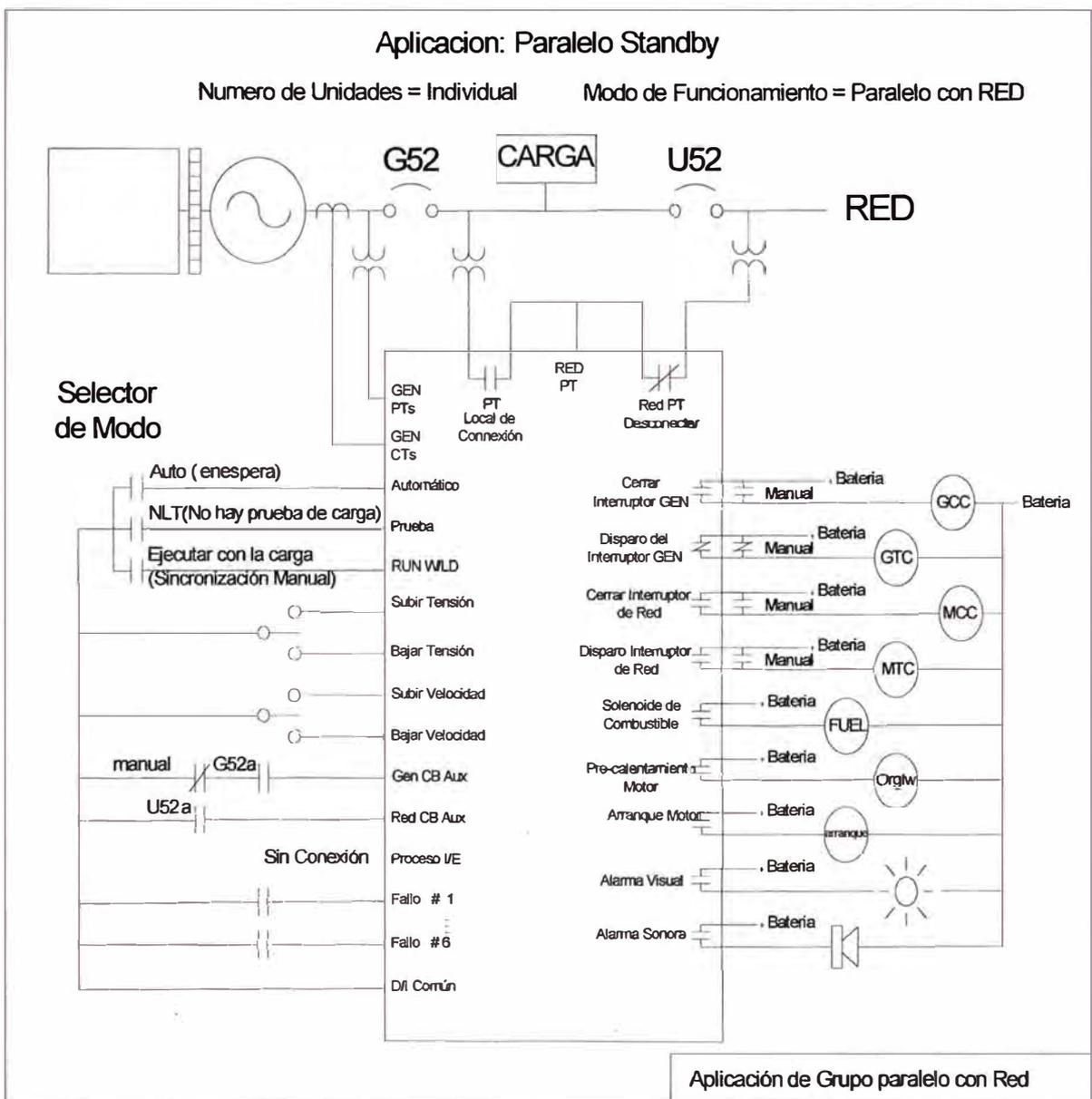


Fig. 4.5 Diagrama de Control EGCP-2 de Woodward, para Grupo Generador en paralelo con Red Pública

4.3 Múltiples grupos no paralelos con red

Esta aplicación considera la operación de varios Grupos Electrógenos en paralelo entre sí, pero no paralelo con la Red pública, tal como se muestra en la Fig. 4.6.

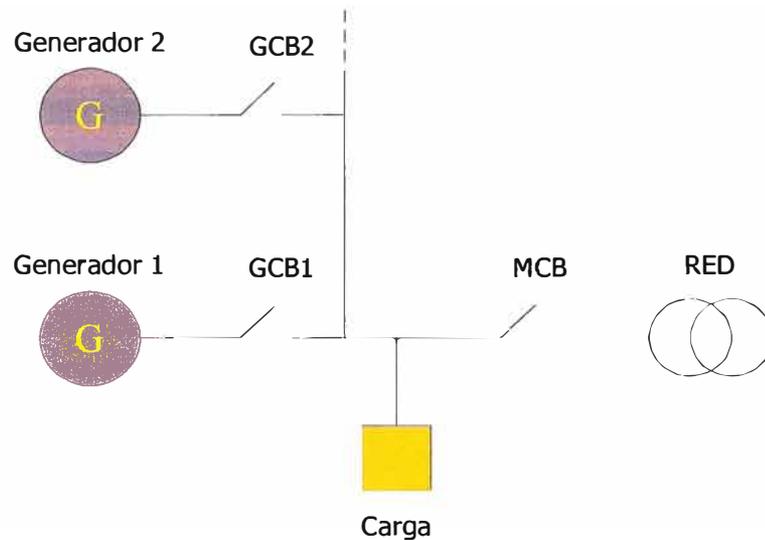


Fig. 4.6 Múltiples Grupos no paralelos con Red

La operación es idéntica a la aplicación 4.2, con la diferencia que la orden de arranque se da a todos los Grupos Generadores, se sincronizan a la barra común automáticamente, actuando cada controlador sobre su respectivo Regulador de velocidad y Regulador de voltaje. Así cada Grupo va asumiendo carga a medida que su interruptor se conecta a la barra común.

La Re-Transferencia es idéntica a la aplicación 4.2.

Adicionalmente los Grupos Generadores se pueden programar para operación en modo No Secuencial y Secuencial.

4.3.1 Modo No Secuencial.

El modo No Secuencial es cuando los Grupos Electrógenos se ponen paralelo y se mantienen conectados a la carga independientemente de la variación de la carga.

Es decir, aún cuando la carga sea mucho menor que la potencia total de los Grupos Electrógenos, éstos se mantendrán conectados, siendo ésta situación desfavorable al funcionamiento del sistema. La Fig. 4.7 resume el funcionamiento de ésta parte.

	UNIDAD 1	UNIDAD 2	UNIDAD 3
Prioridad número	1 (master)	2	3
Entrada discreta	Automático	Automático	Automático
Falla RED			
	Apertura interruptores de RED		
	Arranque	Arranque	Arranque
	Sincronización	Sincronización	Sincronización
	Cerrar interruptor Generador	Cerrar interruptor Generador	Cerrar interruptor Generador
	Modo Isócrono Reparto PF	Modo Isócrono Reparto PF	Modo Isócrono Reparto PF
Retorno RED			
	Abrir Interruptor Generador	Abrir Interruptor Generador	Abrir Interruptor Generador
	Cerrar Interruptor RED	Cerrar Interruptor RED	Cerrar Interruptor RED
	Enfriando	Enfriando	Enfriando
	Parando	Parando	Parando
	Monitoreo Tension RED		

Fig. 4.7 Resumen de Modo No Secuencial

Luego para salvar ésta situación la desconexión de los Grupos Electrógenos tendrá que realizarse manualmente, y en caso la carga aumente se tendrá que conectarlos nuevamente.

4.3.2 Modo Secuencial.

El modo Secuencial es cuando los Grupos Electrógenos se ponen paralelo y se mantienen conectados a la carga dependiendo de la magnitud de la misma.

Es decir, cuando la carga sea mucho menor que la potencia total de los Grupos Electrógenos, éstos se desconectarán automáticamente, siendo ésta situación favorable al funcionamiento del sistema.

En caso la carga vuelva a aumentar, los Grupos Electrógenos se conectarán nuevamente, y así sucesivamente.

La Fig. 4.8 resume el funcionamiento en éste modo. Allí se puede observar todas las maniobras que son necesarias para conseguir que los Grupos Generadores funcionen secuencialmente, de acuerdo con la variación de la carga. Todo esto durante el corte del suministro de Red Pública.

Acción	UNIDAD 1	UNIDAD 2	UNIDAD 3
Prioridad número	1 (master)	2	3
Entrada discreta	Automático	Automático	Automático
Falla RED			
	Apertura interruptores de RED		
	Arranque	Arranque	Arranque
	Sincronización	Sincronización	Sincronización
	Cerrar interruptor Generador	Cerrar interruptor Generador	Cerrar interruptor Generador
	Modo Isócrono	Modo Isócrono	Modo Isócrono
	Reparto PF	Reparto PF	Reparto PF
Carga del sistema por debajo de carga Min. de generación			Mando de Parada del Master
			Descarga suave
			Abrir Interruptor de Generador
			Enfriando
			Parando
Carga del sistema superior a la carga máxima de generación			Mando de Arranque del Master
			Arranque
			Sincronización
			Cerrar interruptor Generador
			Modo Isócrono
			Reparto PF
Retorno RED			
	Abrir Interruptor Generador	Abrir Interruptor Generador	Abrir Interruptor Generador
	Cerrar Interruptor RED	Cerrar Interruptor RED	Cerrar Interruptor RED
	Enfriando	Enfriando	Enfriando
	Parando	Parando	Parando

Fig. 4.8 Resumen de Modo Secuencial

En la Fig. 4.9, se muestra el Diagrama de Control de ésta aplicación usando un controlador EGCP-2. Notar las entradas de Tensión de Red Pública, Tensión y Corriente del Grupo Electrónico y la Tensión de barras. También las entradas y salidas discretas para el control del Sistema.

En el diagrama se indica también la señal de comunicación que debe existir entre los controladores de los Grupos Generadores, para obtener los diferentes modos de funcionamiento descritos anteriormente.

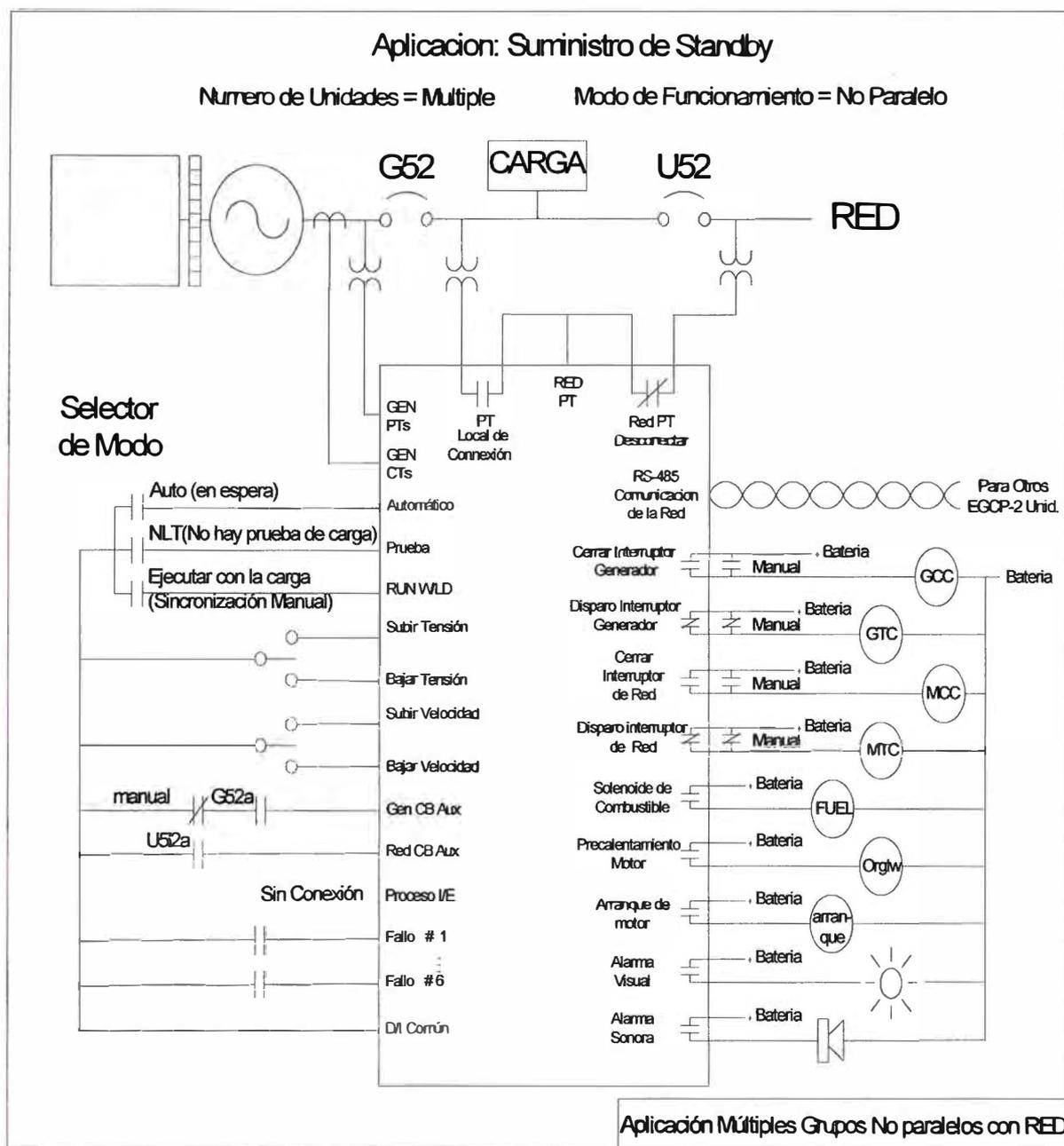


Fig. 4.9 Diagrama de Control EGCP-2 de Woodward, para Grupos Generadores No paralelo con Red Pública.

La señal de comunicación es del tipo serial RS-485, y consiste de dos conductores aislados y apantallados, que deberán conectarse a todos los controladores de cada Grupo generador. La limitación de ésta conexión de comunicación entre Controladores es la distancia, la cual no debe superar los 1200 metros.

Por otro lado, el controlador también dispone de otro puerto serial RS-485, que es usado para configurar y monitorear el Controlador desde una PC.

4.4 Múltiple grupos paralelos con red

Esta aplicación es la más compleja y considera la operación de varios Grupos Electrógenos en paralelo entre sí, y paralelo con la Red pública, tal como se muestra en la Fig. 4.10.

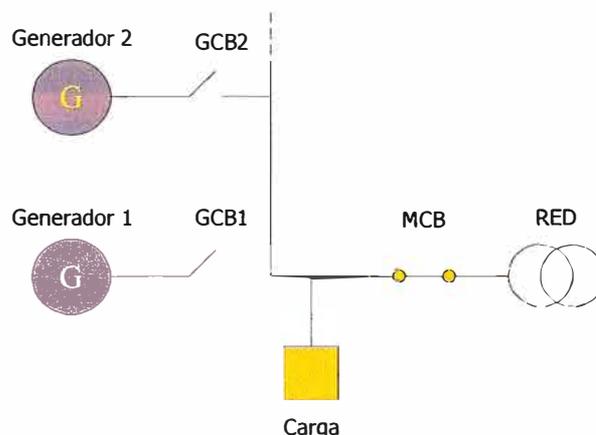


Fig. 4.10 Múltiples Grupos no paralelos con Red

La operación es idéntica a la aplicación 4.2, con la diferencia que la orden de arranque se da a todos los Grupos, luego se sincronizan a la barra común automáticamente, actuando cada controlador sobre su respectivo Regulador de velocidad y Regulador de voltaje.

Luego que todos los Grupos estén en paralelo, se realiza la Transferencia.

La Re-Transferencia es idéntica a la aplicación 4.2.

Adicionalmente los Grupos Generadores se pueden programar para operación en modo No Secuencial y Secuencial, según lo descrito en el apartado 4.3.

En ésta aplicación los Grupos Electrógenos se pueden programar para que puedan operar en “Carga Base” y en “Peak Shaving”, según lo descrito en el apartado 4.2.

La Fig. 4.11, muestra la aplicación, usando Controladores EasyGen 3200-5 de Woodward.

La Fig. 4.12, muestra la aplicación, usando Controladores EGCP-2 de Woodward.

Notar en ambos casos, el cable de comunicación usado entre Controladores. Esto permite lograr el Control Global, como si fuera un solo gran Generador, obteniéndose grandes ventajas y haciendo mucho más eficiente el sistema.

La Fig. 4.13, muestra el diagrama de control de un Grupo funcionando en paralelo con otros Grupos y con la Red Pública. En ésta aplicación los Grupos generan de acuerdo a una señal analógica de proceso. Se puede programar para que los Grupos generen de tal manera

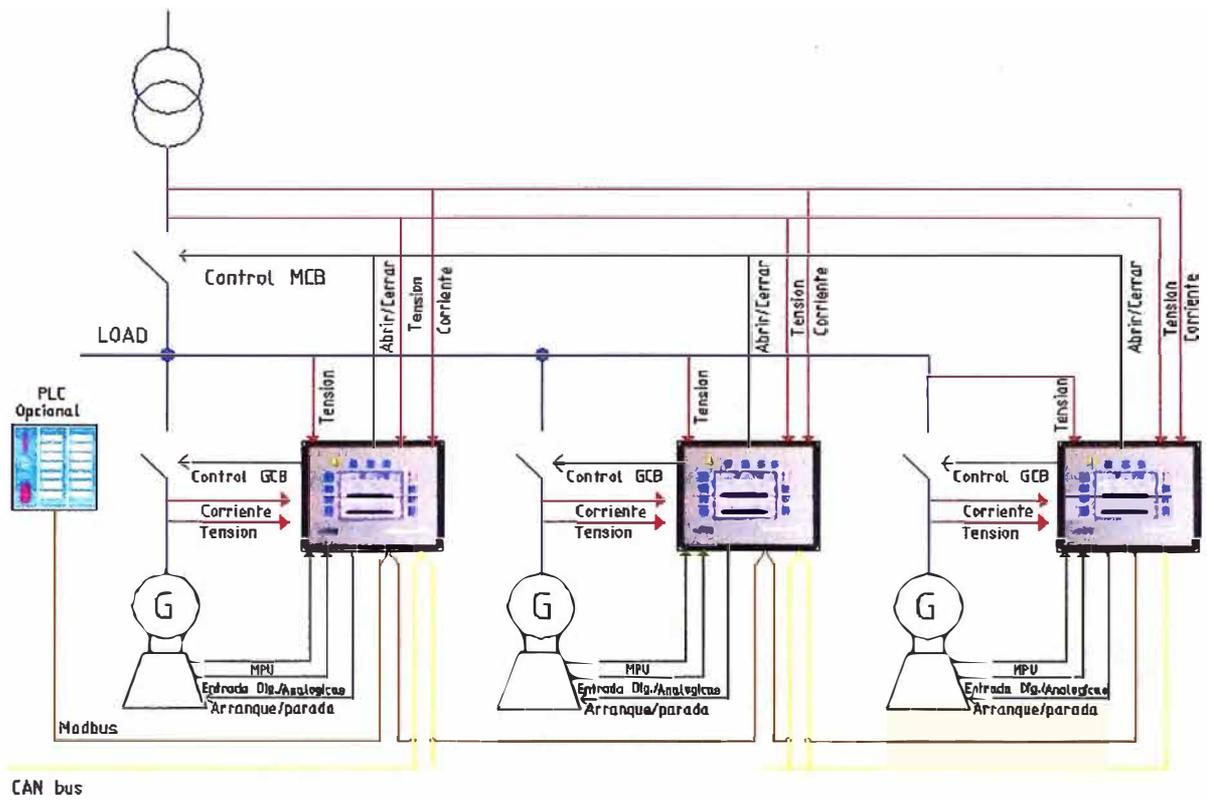


Fig. 4.11 Aplicación usando Controladores EasyGen 3200-5 de Woodward.

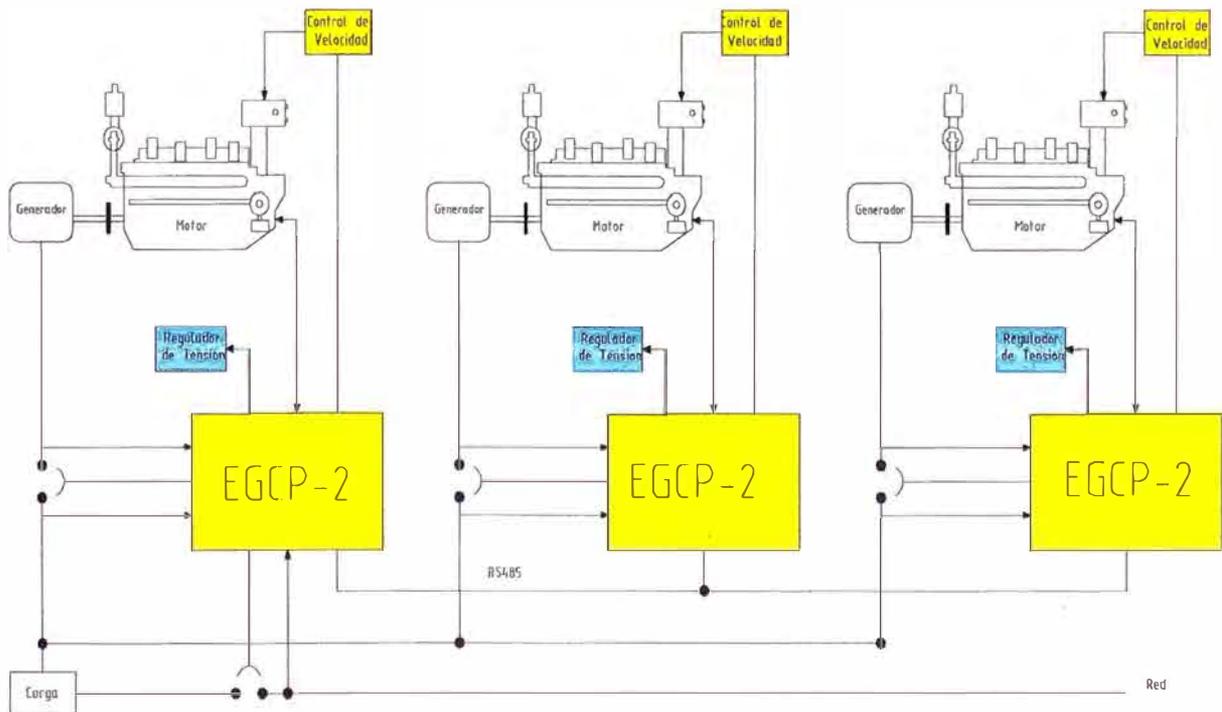


Fig. 4.12 Aplicación usando Controladores EGCP-2 de Woodward.

	UNIDAD 1	UNIDAD 2	UNIDAD 3
Prioridad número	1 (master)	2	3
Entrada discreta	Automático	Automático	Automático
Arranque del sistema	Auto, Run & Proc		
	Arranque	Arranque	Arranque
	Sincronización	Sincronización	Sincronización
	Cerrar interruptor Generador	Cerrar interruptor Generador	Cerrar interruptor Generador
	Modo Proceso Master	Modo Proceso Esclavo	Modo proceso Esclavo
	Control PF	Control PF	Control PF
Carga del sistema por debajo de la carga de generación			Mando de Parada del Master
			Descarga suave
			Abrir Interruptor de Generador
			Enfriando
			Parando
Carga del sistema superior a la carga máxima de generación			Mando de Arranque del Master
			Arranque
			Sincronización
			Cerrar interruptor Generador
	Proc. modo master	Proc. modo esclavo	Proc. modo esclavo
	Control PF	Control PF	Control PF
Parada del Sistema	Automático		
	Descarga	Descarga	Descarga
	Abrir Interruptor Generador	Abrir Interruptor Generador	Abrir Interruptor Generador
	Enfriando	Enfriando	Enfriando
	Parando	Parando	Parando

Fig. 4.14 Secuencia de funcionamiento para Múltiples Grupos no paralelos con Red.

CAPITULO V

ANALISIS DE RESULTADOS.

El presente informe contempla el análisis de resultados de tres casos, el primero y el segundo ya fueron implementados, y el tercer caso está por implementarse.

5.1 Caso 1: Grupo generador funcionando como carga base

5.1.1 Antecedentes.

La empresa industrial CORPORACIÓN REY S.A., que tiene un suministro eléctrico en Media Tensión 10kV 60Hz y su Demanda Máxima llega a 1300kW, decide autogenerar por las siguientes razones:

- a) La empresa eléctrica concesionaria ha limitado el suministro a 1000kW.
- b) Tiene acceso a suministro de Gas Natural.
- c) Requiere suministro de emergencia.

Luego de realizar los cálculos técnico-económicos se concluye que la demanda faltante y futuro a corto plazo, tendrá que cubrirse con un Grupo Electrónico de 600kW 460V 60Hz.

El sistema eléctrico de dicha industria, se muestra en el Diagrama Unifilar de la Fig. 5.1, y está conformado por lo siguiente:

01 Celda de Llegada 10kV

01 Celda de Transformación No 1 de 800kVA 10/0.22kV

01 Celda de Transformación No2 de 800kVA 10/0.38kV

La industria recibió el asesoramiento técnico con una propuesta convencional, el cual consistía en que el Grupo Electrónico asumiera la carga alimentada por el Transformador No 1 de 800kVA 10/0.22kV, usando una Celda con un conmutador en 10kV y modificando las conexiones en la Subestación, quedando el sistema eléctrico, según se muestra en la Fig. 5.2.

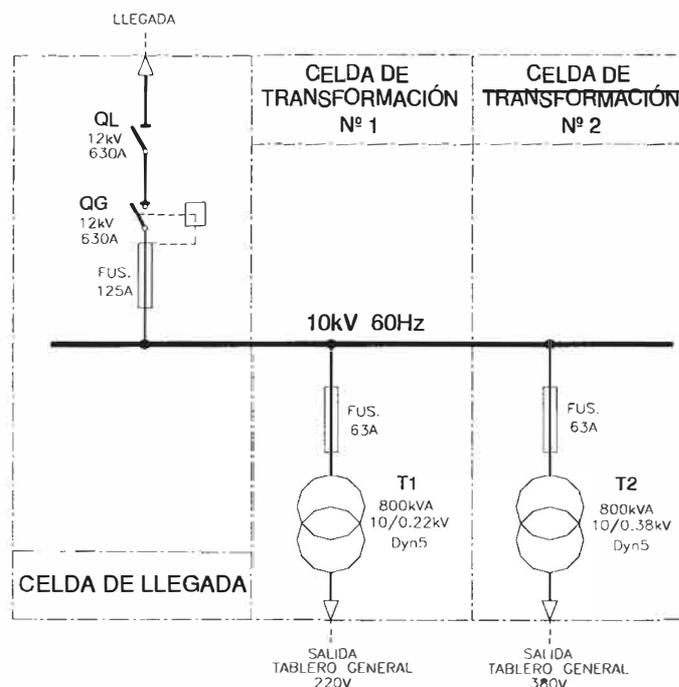


Fig. 5.1 Diagrama Unifilar Original

Luego, la operación del sistema sería como sigue:

Cada vez que la demanda aumentara por encima de los 1000kW, se ponía en funcionamiento el Grupo Electrónico y se realizaba la conmutación de la carga alimentada por el Transformador No 2.

Cuando la demanda disminuyera por debajo de los 1000kW, se realizaba la conmutación inversa y luego se apagaba el Grupo Electrónico.

Esta misma maniobra se realizaba también, cuando había corte en el suministro eléctrico.

Las desventajas que la industria observó, luego fueron las siguientes:

- El conmutador se comenzó a trabar, por la cantidad de operaciones realizadas. Requería mantenimiento constante, porque obviamente éste equipo no estaba preparado para éste tipo de maniobras.
- El ingreso del Grupo Electrónico era generalmente en las mañanas y la salida en las tardes, trayendo como consecuencia dos cortes de suministro diarios en las redes de 230V y el malestar de los usuarios.
- El Grupo Electrónico solo podía suministrar energía a las cargas en 230V, y estaba supeditado al perfil de carga de estos circuitos, tal como se muestra en la Fig. 5.3. De ésta manera no se estaba explotando su potencia nominal.

- d) Ante un corte inesperado del Suministro eléctrico (Apagón), el Grupo Electrógeno no podía alimentar a las cargas en 440V.
- e) Las maniobras eran manuales y se requería primero ir a la Subestación No.1, para accionar el conmutador de media tensión y luego ir a la Casa de Fuerza para maniobrar el Seccionador de Potencia de Salida.

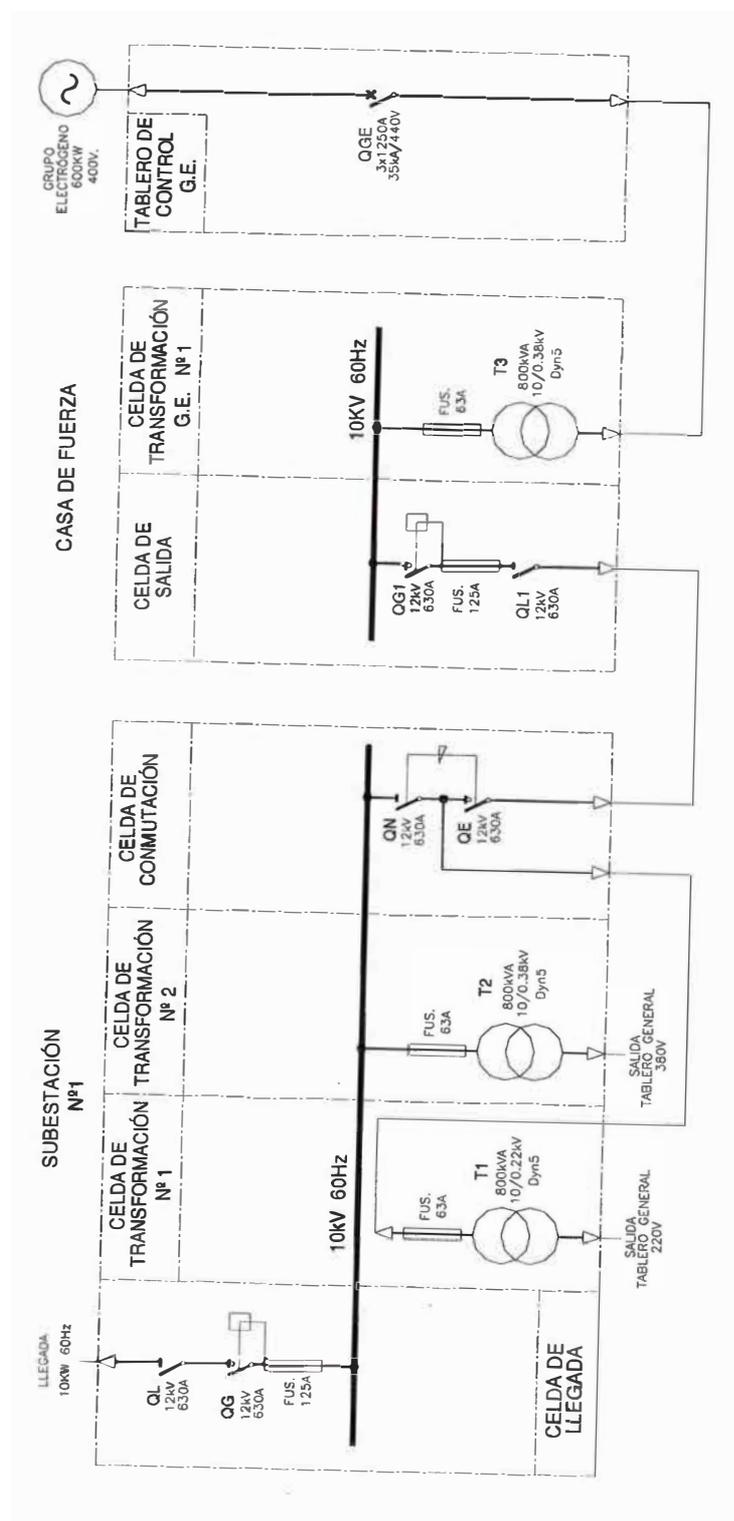


Fig. 5.2 Diagrama Unifilar Modificado

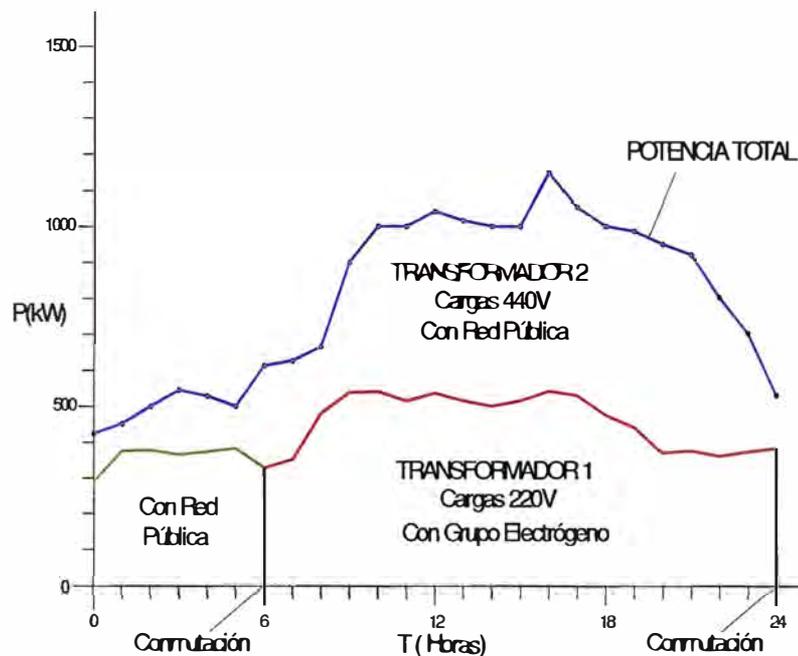


Fig. 5.3. Diagramas de Cargas

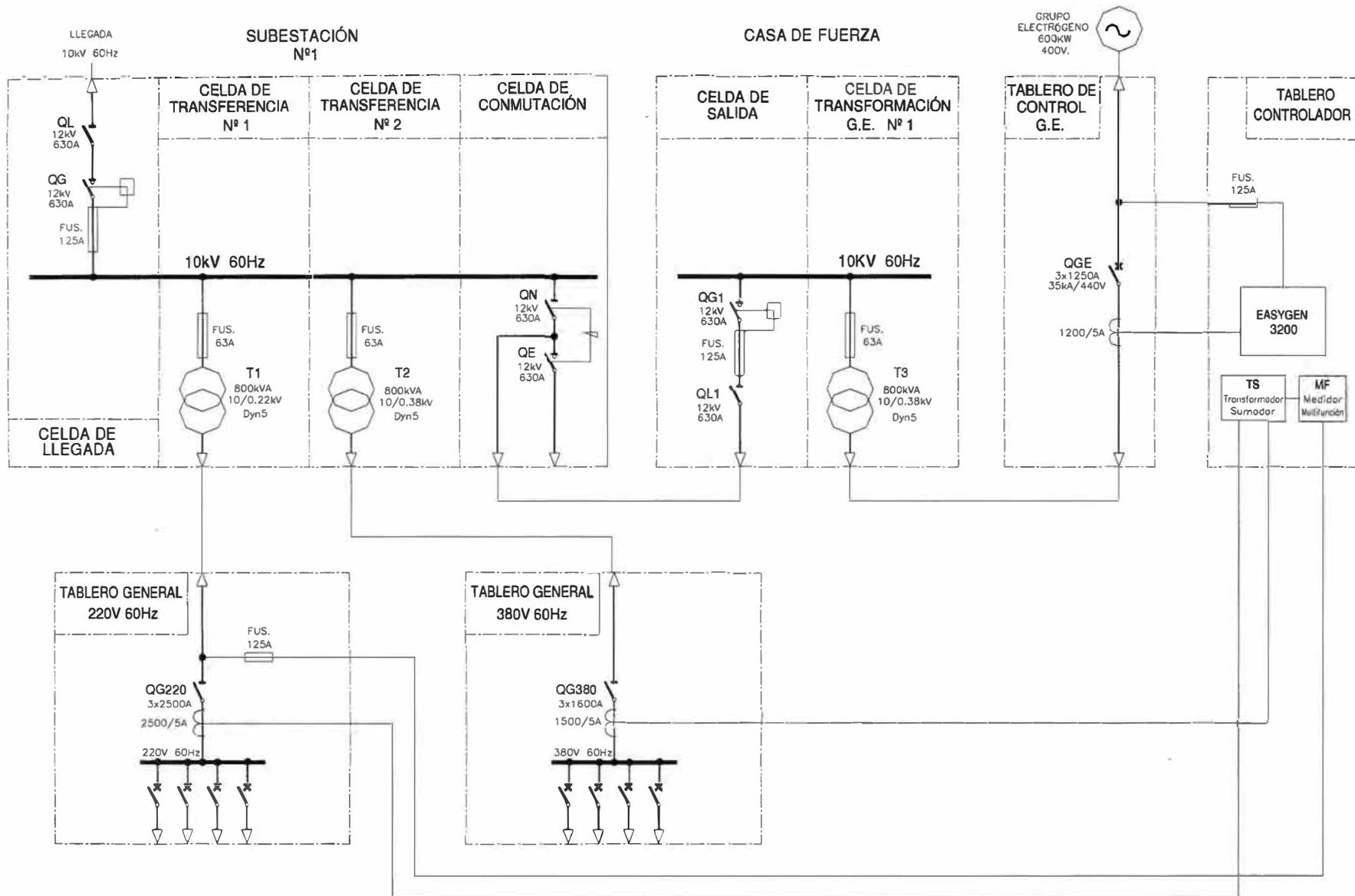
5.1.2 Mejoramiento del Sistema

Cabe señalar que esta propuesta de mejoramiento del sistema, estuvo desde el principio, pero la falta de confianza de la industria le llevó a tomar la decisión por la alternativa menos apropiada.

Las disposiciones que se tomaron para mejorar el sistema fueron las siguientes:

- a) Regresar el sistema tal como estaba originalmente y utilizar la Celda de conmutación, solamente como llegada del Suministro del Grupo Electrónico a la barra colectora en 10kV, tal como se muestra en la Fig. 5.4.
- b) Implementar un Tablero con el controlador EasyGen 3200-5, a fin de que el Grupo Electrónico pueda ponerse en paralelo con la Red Pública y sea capaz de lo siguiente:
 - i) Regular la Tensión y la Frecuencia del Grupo Electrónico.
 - ii) Controlar automáticamente su interruptor.
 - iii) Sincronizar automáticamente con la Red Pública.
 - iv) Protección del Motor y Generador, ante fallas mecánicas y eléctricas.

Fig. 5.4 Diagrama Unifilar Mejorado



Luego las ventajas obtenidas fueron las siguientes:

- a) No era necesario hacer ninguna maniobra manual a los equipos, tan solo el Interruptor del Grupo que era accionado automáticamente por el Controlador EasyGen 3200-5.
- b) No se realizaba ningún corte del suministro eléctrico a los usuarios.
- c) El Grupo Electrónico se programaba para suministrar 500kW como carga base, es decir, las ocho horas diarias que estaba encendido entregaba la misma potencia. De ésta manera el Grupo funcionaba en su máxima eficiencia.
- d) El Grupo Electrónico podía alimentar a las cargas tanto en 220V como en 440V. Lo mismo ante un corte intempestivo del suministro eléctrico.

Luego el Diagrama de Carga del sistema eléctrico se puede apreciar en la Fig. 5.5, donde se muestra claramente la diferencia con lo mostrado en la Fig. 5.3, además de los beneficios obtenidos.

5.1.3 Ampliaciones Futuras.

Se recomendó al usuario realizar las siguientes etapas futuras:

1.- Re-potenciar la Celda de Llegada implementando Un interruptor de potencia con accesorios como: Mando motor, Bobina de Cierre, Bobina de Apertura y Contactos auxiliares, para que el Controlador también ordene apertura y cierre, en caso de corte de suministro y en la aplicación futura del Peak Sheaving, puesto que el Controlador puede programarse para éste modo de funcionamiento (Ver punto 4.3 del Capítulo de Aplicaciones).

También en ésta etapa deberá implementarse el sistema de medición general en 10kV, para lo cual se deberá instalar un Trafomix (Transformador combinado de Corriente y Tensión). Así se podrá apreciar en un mismo lugar (Tablero Controlador) el consumo de la carga, la Potencia generada por el Grupo Electrónico y la Potencia suministrada por la Red Pública.

2.- Aumentar la autogeneración implementando otro Grupo Electrónico, también en paralelo con Red y en caso de corte de suministro para que operen en paralelo en barra aislada. El Grupo Electrónico No.2 también deberá tener un Controlador idéntico al del Grupo Electrónico No.1, y deberá instalarse un cable de comunicación entre ambos Controladores a fin de que puedan regular las cargas de la manera en que se programen, que puede ser proporcionalmente o un Grupo más cargado que el otro.

5.1.4 Problemas presentados.

Es importante mencionar que el nuevo sistema, tuvo algunos contratiempos, que se tuvieron que resolver, según se explican a continuación:

- 1.- El año de fabricación del Grupo Electrónico era de 1975 y algunos de sus componentes de control actualmente están obsoletos o ya no se usan.
- 2.- El Regulador de Tensión era del tipo para generador con escobillas y obviamente no tenía entrada analógica para realizar el automatismo con el controlador. Se tuvo que implementar una Interface electrónica entre el controlador y el Regulador de Voltaje, para lograr el control de la tensión.
- 3.- El Grupo Electrónico arrancaba en dos etapas, una a baja revoluciones y luego a velocidad nominal. Esta secuencia tuvo que programarse en el Controlador para evitar que lo interprete como baja frecuencia.
- 4.- No se tenía una medición de la carga total en tiempo real, es decir, la suma de las cargas alimentadas por el Transformador No.1 y el Transformador No.2. Por tal razón se implemento un sistema de medida que sumaba ambas cargas mediante transformadores de corriente en cada Tablero General y un Transformador Sumatorio.

La ingeniería de detalle, como Diagrama Unifilar, Esquemas Funcionales, Planos de Disposición del Tablero Controlador implementado, se muestran en el Anexo A.

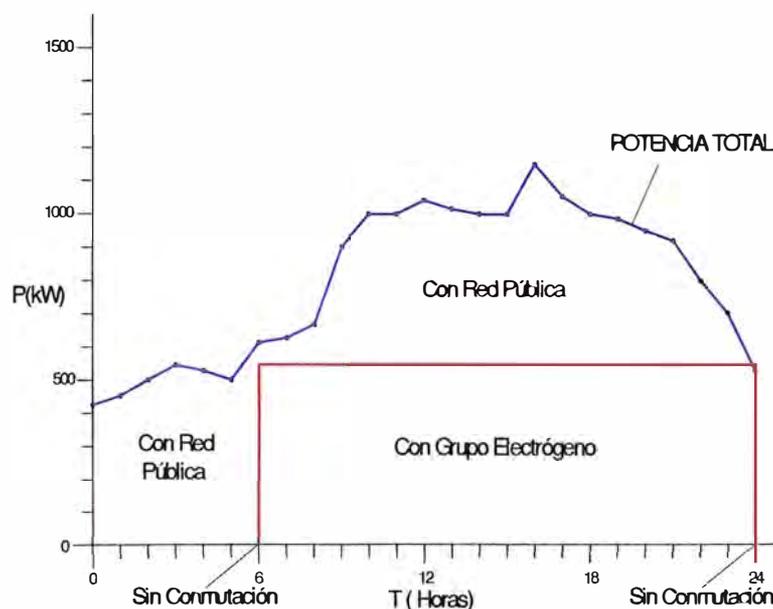


Fig. 5.5 Diagrama Carga Resultante.

5.2 Caso 2: grupos generadores funcionando en paralelo

5.2.1 Antecedentes

Una empresa industrial SUR COLOR STAR S.A., tiene un Sistema Eléctrico que está formado por cuatro subestaciones: Subestación No 1, Subestación No 2, Subestación No 3 y Subestación No 4. Todas conectadas en anillo, de las cuales la Subestación No 1 es la Subestación Principal, tal como se muestra en el Diagrama Unifilar del Anexo 2.

Después de un análisis Técnico Económico, la industria decidió adquirir energía eléctrica a una ESCO (Empresa de Servicio Energético), por resultarle más económico y más confiable.

Las Compañías de Servicios Energéticos (ESCO), son empresas de carácter privado o público, que están en disposición de presentar todos los servicios posibles de carácter Técnico, Comercial y Financiero, con flexibilidad según las necesidades y posibilidades de la empresa que demande los servicios. El objetivo de estas Compañías, es promocionar inversiones en el campo de la energía que demuestren una rentabilidad económico-financiera a precios de mercado. Suelen financiarse con recursos propios o ajenos según las necesidades del proyecto a ejecutar. Sus ingresos provienen de la venta de los servicios que prestan.

La industria solicitó a la ESCO, una potencia instalada de 3MW en 22.9kV 60Hz, cuya acometida sería en la Subestación No2.

La ESCO considerando el acceso al suministro de Gas Natural, definió que los equipos que se necesitan para cumplir con el requerimiento del cliente, son los siguientes:

- 03 Grupos Electrógénos a Gas Natural de 1000kW 400V 60Hz.
- 03 Tableros de Control y Sincronismo, previsto para puesta en paralelo con la Red Pública Manual y Automático.
- 02 Transformadores de potencia de 1600kVA 22.9/0.40kV 60Hz.
- 02 Celdas de Transformación.
- 01 Celda de Salida 22.9kV 60Hz.

El arreglo y disposición de éstos equipos, las conexiones de fuerza entre ellos y las conexiones de fuerza con el Sistema Eléctrico de la planta, se muestran en el diagrama Unifilar del Anexo 2.

5.2.2 Aplicación de la nueva Técnica de Control y Automatización

El cliente requiere que los Grupos suministren energía a una potencia constante de 2700kW y el resto de la demanda, que es variable durante el día, lo obtiene de la Red Pública.

Para cumplir con el requerimiento, se realizó lo siguiente:

- a) Se equipó los Tableros de Control con Controladores EGCP-2 de Woodward.
- b) Se realizó el cableado de control entre cada Controlador y los reguladores de velocidad y voltaje respectivos de los Grupos.
- c) Se realizó el cableado de comunicación entre Controladores.

En primera etapa de prueba se decidió operar los Grupos como sistema aislado, es decir sin conectarse con la Red Pública. Por tanto, los Controladores de cada Grupo, se programaron para operar en modo Isócrono. Es decir, los tres Grupos entregan la misma potencia y mantienen el sistema a voltaje y frecuencia constante. No varía con el aumento o disminución de la carga.

Mantener los parámetros de frecuencia y voltaje constantes, es muy importante, para la correcta operación de los equipos en la planta.

Anteriormente, no era posible lograr ésta constancia, porque generalmente se operaban los Grupos en modo Droop, y el control de frecuencia y voltaje tenía que realizarse manualmente, para corregir la variación de frecuencia y voltaje debido a la variación de la carga.

También anteriormente se ponía el Grupo de mayor potencia en modo Isócrono y los demás Grupos en modo Droop, pero no era muy eficiente, pues la carga no se repartía proporcionalmente.

El objeto de ésta primera etapa era observar el comportamiento de los procesos en la planta, alimentados con energía eléctrica de los Grupos. El resultado fue conforme.

En segunda etapa definitiva, los Grupos debían conectarse en paralelo con la Red Pública.

Los controladores se Re-programaron para operación en CARGA BASE, es decir, que cada Grupo suministra una Potencia constante de 900kW a la planta. Como ya se explicó anteriormente, en éste modo de operación de CARGA BASE, la frecuencia y el voltaje está determinado por la Red Pública.

Ante cualquier variación de estos parámetros, el Controlador actuará sobre los reguladores de velocidad y voltaje, para que los Grupos no se vean afectados y continúen entregando la potencia programada.

En éste modo de CARGA BASE, los Grupos funcionan más eficientemente que en el sistema aislado, pues el motor y el generador funcionan cerca a su capacidad nominal, y éste punto es el de mayor eficiencia.

5.2.3 Ampliación Futura

El sistema estuvo operando correctamente durante varios meses, demostrando su confiabilidad de funcionamiento.

En razón de que hubo aumento de carga, se ha decidido aumentar un Grupo mas de 600kW, para conectarse también en paralelo con la Red Pública. El Tablero de control de éste Grupo, tendrá el mismo Controlador EGCP-2 de Woodward y estará comunicado con los Controladores de los otros tres Grupos Electrógenos, para tener los resultados descritos anteriormente.

5.2.4 Problemas presentados

El principal problema presentado fue cuando ocurría un corte intempestivo del suministro eléctrico de la Red Pública (Apagón). En ésta situación, los interruptores de los Grupos se desconectaban, dejando la planta sin energía.

La explicación de ésta situación, es porque ante un apagón, los Grupos se encuentran con una carga casi infinita, que los sobrecargan y la desconexión de los interruptores es por razones de protección.

La solución a éste problema, que se había previsto de antemano, es tener un sistema de protección en la Subestación Principal, que detecte el flujo inverso de potencia hacia la Red Pública, ordenando la apertura del interruptor principal. Así los Grupos se quedan con la carga de la planta y en modo Isócrono en sistema aislado.

La solución completa de éste sistema se explica en el capítulo 4, parte 4.4: Múltiples Grupos en Paralelo con Red Pública. Para lo cual, se deberá implementar un sistema de medición en la llegada principal, y ésta señal enviarla a los Controladores de los Grupos, para que realice la secuencia de Transferencia y Re-transferencia, en caso del corte de suministro de la Red Pública.

5.3 Caso 3: Grupos generadores con control de máxima demanda

5.3.1 Antecedentes.

El HOTEL LIBERTADOR DE URUBAMBA, tiene un Sistema Eléctrico que está formado por una Subestación Principal en 10kV 60Hz, un Sistema de Emergencia conformado por dos Grupos Electrógenos Diesel y cuatro Tableros de Transferencia Automática, uno de ellos en Media Tensión, tal como se muestra en el Diagrama Unifilar del Anexo 3.

Los Grupos operan en paralelo con sincronización y reparto de carga automática. Además fueron programados para operar en modo secuencial.

Los Tableros de Transferencia Automática, operan en Transición abierta, es decir, no se ponen en paralelo con la Red Pública. En caso de corte del suministro Total ó de algún circuito que alimenta al Tablero de Transferencia Automática respectivo, todos ellos son capaces de enviar una señal de arranque al Control Central de los Grupos, para dar inicio a la secuencia de arranque, sincronización y reparto de carga de los Grupos.

Hasta aquí, los Grupos operan según lo explicado en el punto 4.3, Múltiples Grupos No Paralelos con la Red Pública, es decir, operan en sistema aislado.

5.3.2 Aplicación de la Nueva Técnica de Control y Automatización.

Nace la necesidad del Hotel de usar los Grupos en las horas que se está superando la Potencia contratada, y por limitación de suministro de la empresa eléctrica. Esta situación puede presentarse a cualquier hora del día, por lo que se necesita un Control de Máxima Demanda, que involucre la operación de los Grupos para que alimenten el exceso de demanda.

En la Subestación Principal, existe un sistema de medición que incluye un medidor multifunción que tiene contactos de salida tipo relé, que son programables para que actúen de acuerdo a los niveles de cualquier parámetro eléctrico que registra el instrumento.

Estos contactos serán programados, uno para nivel mínimo y otro para nivel máximo de Potencia, es en éste rango de potencias en que los Grupos entrarán en operación. Análogamente a un sistema de control de llenado de Tanque de agua, las bombas funcionan dentro de los niveles mínimo y máximo del Tanque, para mantener el nivel de agua dentro dichos límites.

Luego la filosofía de funcionamiento del sistema propuesto es el siguiente:

- a) Cuando en condiciones normales de operación con suministro de la red pública, la demanda máxima se incremente hasta un valor prefijado (Valor máximo), el sistema enviará una señal al Tablero de Transferencia Automática 3x1000A (Sala de Máquinas), para que inicie su proceso de transferencia. El cual consiste en enviar una señal a los Tableros de control de Grupos Electrónicos para que arranque un Grupo y el TTA transfiera su carga a éste Grupo.
- b) Con red pública y un Grupo funcionando, la demanda máxima deberá bajar del valor máximo prefijado, retirando el medidor principal ésta señal. Pero el sistema mantendrá la señal de operación del TTA 3x1000A. Luego se presentarán dos casos indicados en los puntos c) y d).
- c) Cuando la demanda baje del valor mínimo prefijado en el medidor principal, el sistema retirará la señal de operación del TTA 3x1000A, realizando el proceso inverso de re-transferencia y apagando el Grupo.
- d) Cuando la demanda sube nuevamente del valor máximo prefijado, el sistema enviará una señal al TTA 3x800A (Chillers), para que inicie su proceso de transferencia. El cual consiste en enviar una señal a los Tableros de control de Grupos Electrónicos para que arranque el segundo Grupo y el TTA transfiera su carga a éste Grupo.
- e) Con red pública y dos Grupos funcionando, la demanda máxima deberá bajar del valor máximo prefijado, retirando el medidor principal ésta señal. Pero el sistema mantendrá la señal de operación del TTA 3x1000A y TTA 3x800A. Luego se presentarán dos casos indicados en los puntos f) y g).
- f) Cuando la demanda baje del valor mínimo prefijado en el medidor principal, el sistema retirará la señal de operación del TTA 3x1000A, realizando el proceso inverso de re-transferencia y apagando uno de los grupos.
- g) Cuando la demanda continúe por debajo del valor mínimo prefijado en el medidor principal, el sistema retirará la señal de operación del TTA 3x800A, realizando el proceso inverso de re-transferencia y apagando el segundo Grupo.
- h) El sistema retorna a la condición inicial, quedando a la espera de cualquier otro evento de aumento de potencia. El sistema dispone de un selector de prueba, para simular un evento de subida de potencia, para verificar el correcto funcionamiento del sistema.

Las consideraciones para la implementación del sistema son:

El medidor principal existente en la subestación, será encargado de realizar la medición de Máxima Demanda.

Los contactos de salida tipo relé del medidor principal existente, se usarán para ajustar el valor máximo y el valor mínimo con el que se inicie el proceso para que los Grupos Electrónicos asuman parte de la carga.

Se utilizará un Micro-PLC para recibir los contactos de salida del medidor principal, para ordenar la operación de los Tableros de Transferencia Automática de 3x1000A y 3x800A, en el orden indicado.

El orden de ingreso, la alternancia y la secuencia de funcionamiento de los Grupos Electrónicos, será controlado por el Micro-PLC y los controladores EGCP-2 existentes en los Tableros de control de los Grupos Electrónicos.

5.3.3 Problemas presentados

Hasta el momento en que se realizaron las pruebas en fábrica del tablero de Control, que incorpora el Micro-PLC que será encargado de realizar toda la secuencia descrita en el punto anterior, no se presentó ningún problema.

Sólo está pendiente la prueba en obra, que hasta el término de la redacción del presente informe, está pendientes de realizar.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. En un sistema aislado con varios Grupos en paralelo, que tienen el mismo controlador y están comunicados entre sí mediante líneas paralelas “Load Sharing”, es posible que todos éstos Grupos puedan funcionar en modo Isócrono. De ésta manera la carga será repartida en forma proporcional entre todos los Grupos, manteniéndose constante la frecuencia y la tensión ante cualquier variación de la carga.
2. Los modos de funcionamiento usando controladores como el EGCP-2 y el EasyGen-3200 de Woodward, nos permiten tener alternativas de solución, ante problemas que se pudieran presentar por incompatibilidad de Grupos de diferentes marcas. Por ejemplo, dos Grupos que no pueden comunicarse mediante líneas paralelas “Load Sharing”, pueden ponerse en paralelo haciendo funcionar uno de ellos, generalmente el de mayor potencia, en modo Isócrono y el otro Grupo en modo Carga Base. Este último funcionará entregando una carga constante y el otro Grupo a carga variable, es decir asumirá las variaciones de la carga. El resultado es tener un sistema aislado a tensión y frecuencia constante.
3. No es posible tener control automático sobre reguladores de velocidad mecánicos. Para lograrlo, tendría que reemplazarse por uno electrónico con entrada analógica. Por otro lado, es posible tener control automático sobre los reguladores de velocidad electrohidráulicos, aunque por su velocidad de respuesta lenta se recomienda reemplazarlos por los del tipo electrónico con entrada analógica.
4. El modo secuencial de funcionamiento de varios Grupos Electrógenos, conectándose y desconectándose de la Red, dependiendo de la demanda, constituye una gran contribución en el uso eficiente de una Central Térmica. Esta función viene integrada en los controladores, y en algunos es posible realizar la programación de ingreso y salida de los Grupos, de acuerdo a lógicas particulares del usuario.
5. La aplicación más simple y la más usada es Grupo funcionando en Carga Base, es decir, el Grupo se pone en paralelo con la Red Pública, entregando una carga constante.

Aquí el voltaje y la frecuencia está determinada por la Red Pública. Cualquier variación en éstos parámetros, el controlador actuará automáticamente sobre los reguladores de velocidad y voltaje, para corregir a los nuevos valores de voltaje y frecuencia, de tal manera que el Grupo no se sobre-cargue o no se motorice. La Potencia entregada por el Grupo puede ser modificada manualmente en pleno funcionamiento.

6. Se pueden realizar aplicaciones especiales, usando el control y automatismo de los Grupos, como parte de otro programa de control. En el caso 3 del Capítulo 5, se analizó un caso donde se usó el sistema de los Grupos, para controlar la máxima Demanda.

RECOMENDACIONES

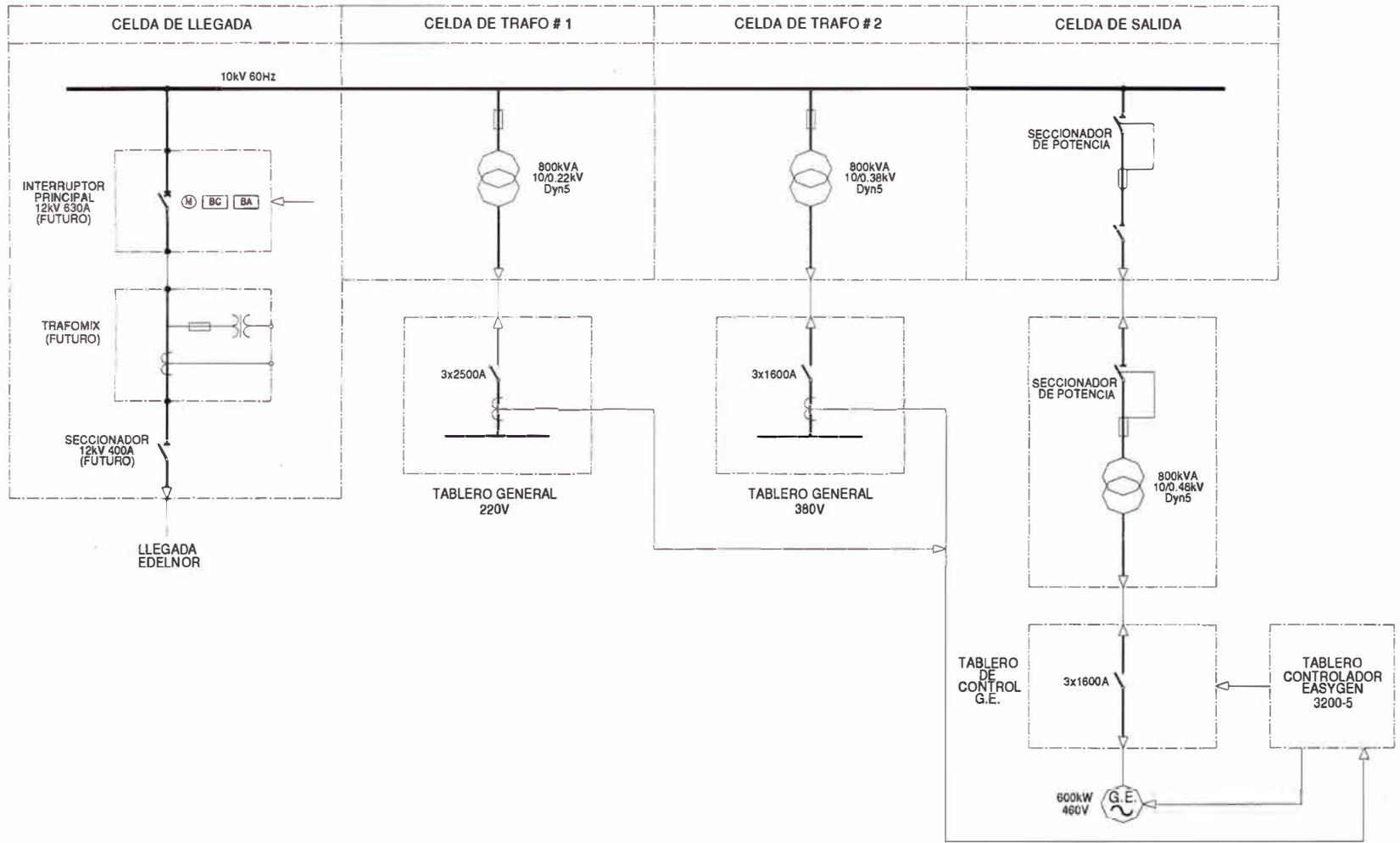
1. El sistema de generación usando los Controladores de Motor y Generador han demostrado ser prácticos y confiables en los últimos años. Solucionando problemas que antes no se podían resolver. Por cuanto es recomendable su aplicación, aún en aquellas instalaciones que requieren automatizar el funcionamiento del Grupo existente. Por ejemplo, en aquellas instalaciones que cuentan con sistemas de Transferencia Automática con Transición Abierta, podemos convertirla en Transición Cerrada, instalando un Controlador y retirando el enclavamiento mecánico de los interruptores.
2. Para Grupos con potencias superiores a 1000kW, o que estén generando en Media Tensión, o que requieran mayor protección para el generador (Protección Diferencial), o que la protección del Generador tenga que coordinarse con la Red Pública, se recomienda instalar un Relé de protección multifunción, el cual, enviará una señal discreta (contacto seco) a la entrada del controlador para que inicie la secuencia de desconexión y parada del Grupo.
3. La aplicación más compleja es varios Grupos funcionando en paralelo con la Red Pública y en “Peak Shaving”, es decir, la Red Pública entrega una Potencia máxima y el resto de Potencia requerida por la carga, que puede ser variable, es asumida por los Grupos. Se recomienda usar ésta aplicación cuando se requiere control de potencia.
4. Finalmente recomendamos no desestimar el uso de éstas técnicas de control y automatismo, puesto que aunque los Grupos tengan reguladores obsoletos, siempre existirá la posibilidad de reemplazarlos por reguladores modernos o en el caso de reguladores de voltaje de generadores con escobillas, éstos podrán ser modificados.

ANEXOS

ANEXO A

Caso 1: CORPORACIÓN REY S.A.

Diagrama Unifilar, Lista de Componentes, Esquemas Funcionales y Planos de Disposición de equipos, del Tablero Controlador del Proyecto.



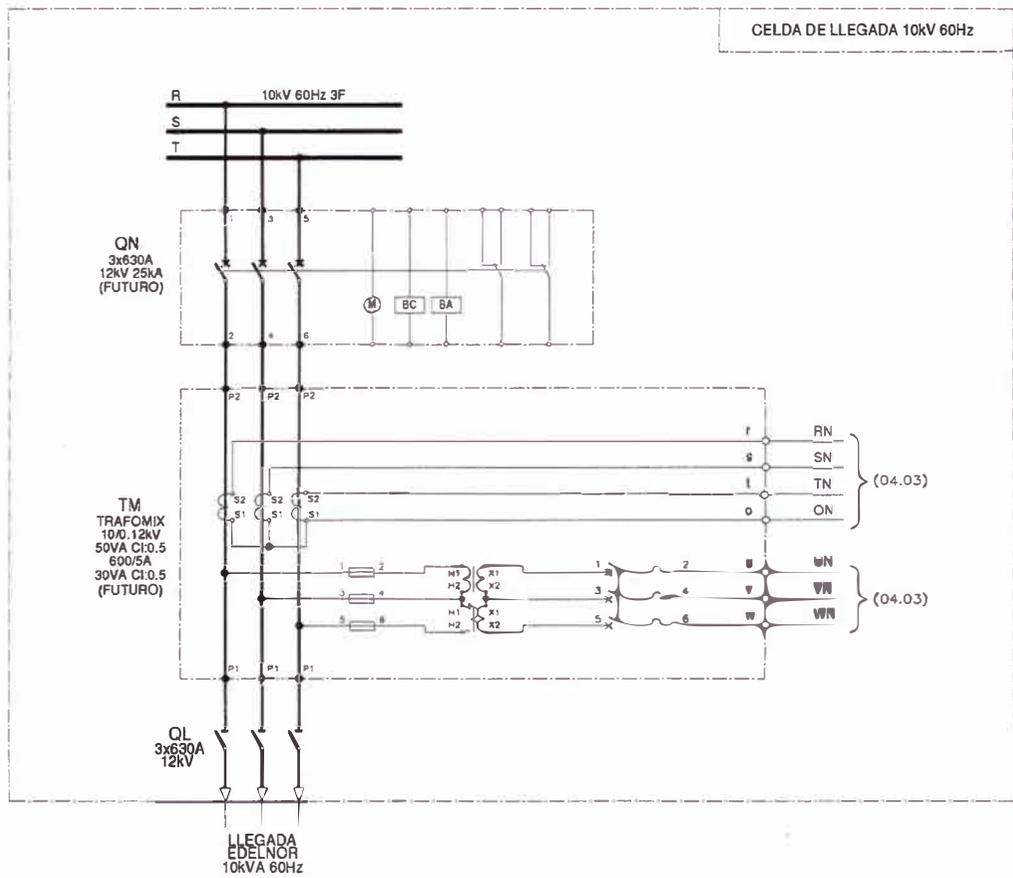
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
REVISION	1	BUJO	Gina Petersen D.	27.05.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA					PROYECTO	AUTOMATIZACION DE GRUPO ELECTROGENO			TITULO	TABLERO DE CONTROL DE G.E. PARA PUESTA EN PARALELO AUTOMATICO 480V 60Hz 3F. DIAGRAMA UNIFILAR			ESCALA	1/1
2	D.SERO	Ing. Miguel Quispe V.	27.05.09	CLIENTE															
3	REVISO	Ing. Miguel Quispe V.	27.05.09																
4	APROBO																		
																		U.11	

LISTA DE COMPONENTES

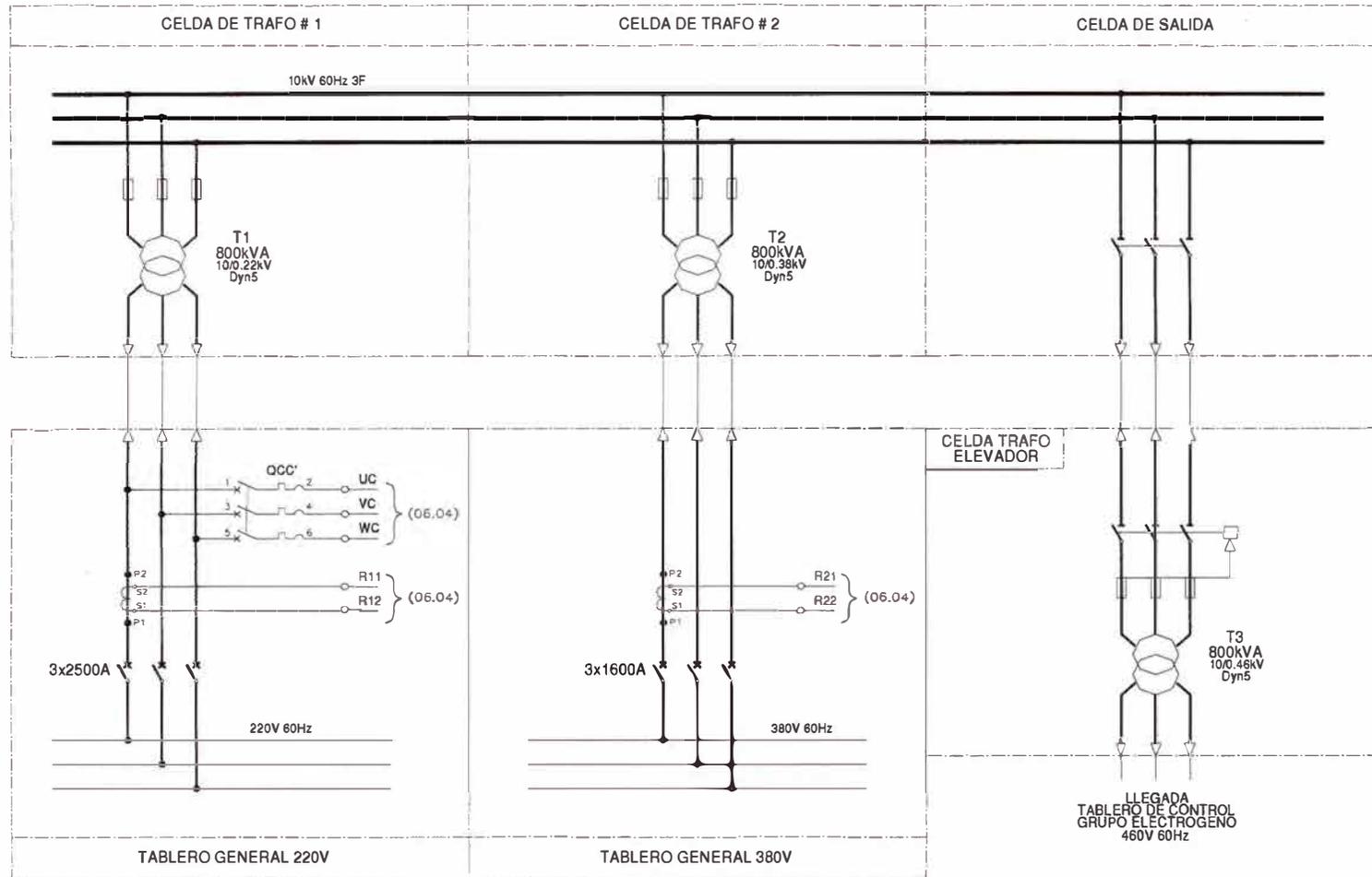
POS	DESIGNACION	CANT.	DESCRIPCION	CODIGO	MODELO	MARCA
1	N1	01	Controlador EASYGEN 3000	8440-1831	EASYGEN 3200-5	Woodword
2	N2	01	Sincronoscopio Digital 96x96mm, 150V 60Hz	M146224001	SINCROMAX	Circutor
3	PMC	01	Indicador de Potencio 220V 5A 60Hz	M20241	ROYAL A4-P	Circutor
4	PV	01	Voltimetro 96x96mm, 0-600V		PQ0207	ISKRA
5	H1	01	Lampara Ambar "Interruptor Abierto" RED	216774	M22-L-Y	Moeller
6	H2	01	Lampara Verde "Interruptor Cerrado" RED	216773	M22-L-G	Moeller
7	H3	01	Lampara Ambar "Interruptor Abierto" G.E.	216774	M22-L-Y	Moeller
8	H4	01	Lampara Rojo "Interruptor Cerrado" G.E.	216772	M22-L-R	Moeller
9	ST	01	Selector 1-0-2, 2 Palas "RED-0-G.E."	216520	M22-WRK3-Z	Moeller
10	SPE	01	Pulsador Hongo INC "Parado Emergencia"	216515	M22-PV/K01	Moeller
11	QCN,QCC,QCC	03	Interruptor Miniatura 3x2A	2CDS253001R0024	C203C02	ABB
12	QCB	01	Interruptor Miniatura 2x2A	2CDS252001R0024	S202C02	ABB
13	QC	01	Interruptor Miniatura 2x6A	2CDS252001R0064	S202C06	ABB
14	K1,K2.....K9	09	Contacto Auxiliar 24Vcc		KC6-22Z	ABB
15	TS	01	Transformador Sumatorio 5+5/5A	M70701	TSR-2	Circutor
16	TUG,TVG,TB	03	Transformador de Tension 480/120V Cl:1.0 50VA			Elecvolt
17	X1,X2.....X8	08	Borneras 4mm ²		M4/6	ABB

1	DIBUJO	Gino Petersen D.	27.05.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	AUTOMATIZACIÓN DE GRUPO ELECTROGENO	TABLERO DE CONTROL DE G.E. PARA PUESTA EN PARALELO AUTOMÁTICO 480V 60Hz 3F. TITULO	ESCALA :	1/1
2	SEKO	Ing. Miguel Quispe V.	27.05.09				CODIGO :	
3	REVISO	Ing. Miguel Quispe V.	27.05.09					
4	APROBO							

L.11

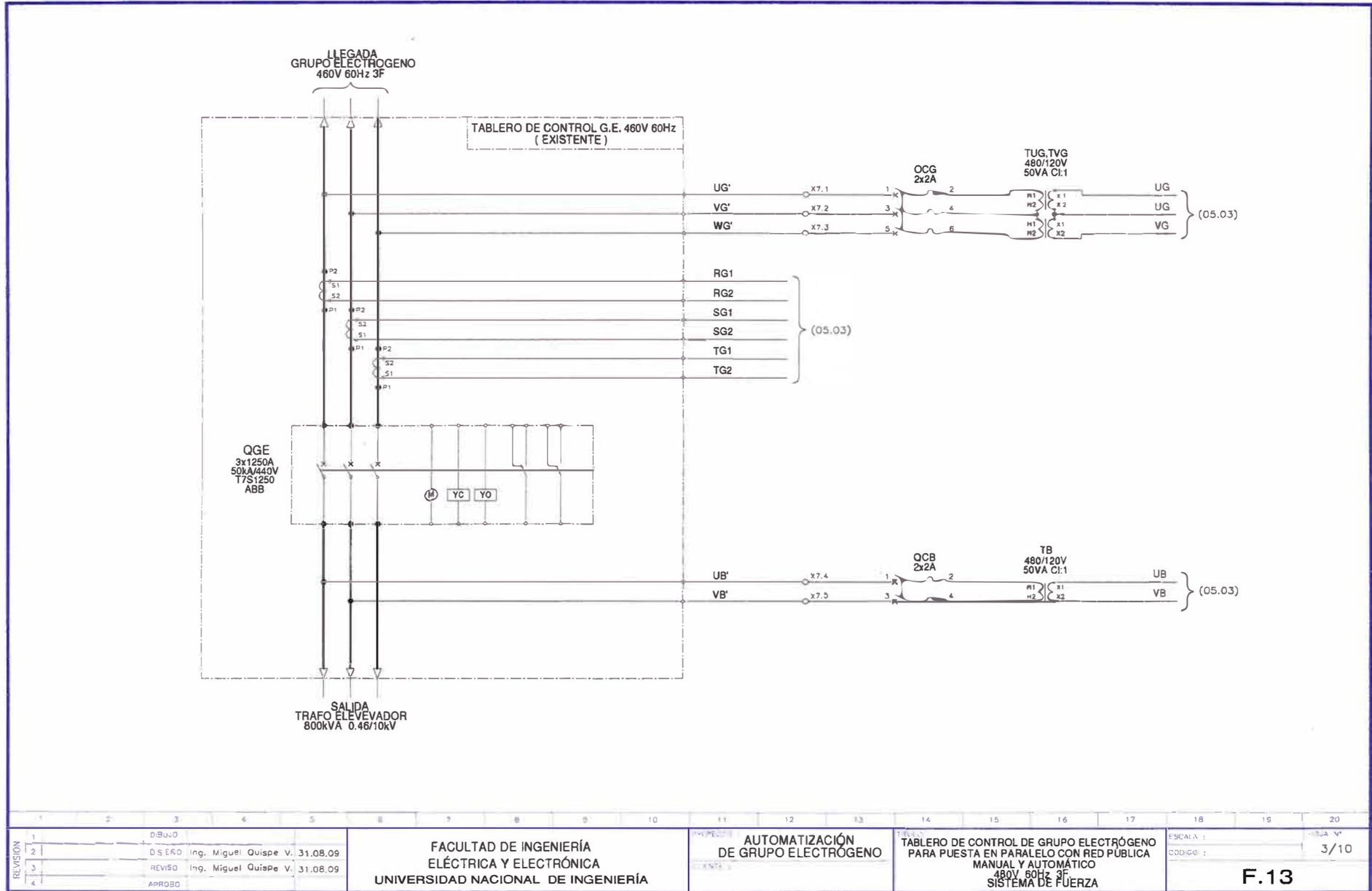


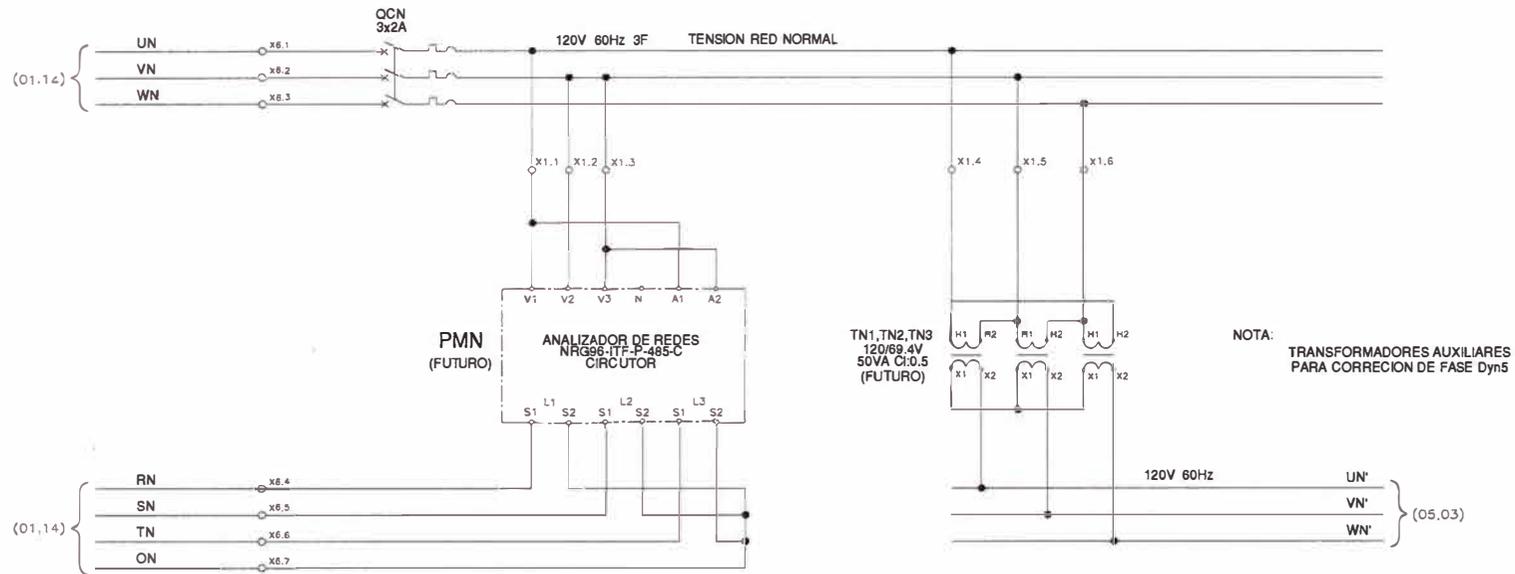
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
REVISIÓN																			
1		DIBUJO																	
2		DISEÑO	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA					AUTOMATIZACIÓN DE GRUPO ELECTROGENO		TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO PARA PUESTA EN PARALELO CON RED PUBLICA MANUAL Y AUTOMÁTICO 400V 60Hz 3F SISTEMA DE FUERZA				ESCALA	INDICIA		
3	REVISO	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09																
4	APROBO																		
																	F.11		
																	1/10		



1	DISEÑO	Ing. Miguel Quipe V.	31.08.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	AUTOMATIZACIÓN DE GRUPO ELECTROGENO	TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO PARA PUESTA EN PARALELO CON RED PUBLICA MANUAL Y AUTOMATICO 480V 60Hz 3F SISTEMA DE FUERZA	ESCALA: 1:1 Hoja N°: 2/10
2	REVISO	Ing. Miguel Quipe V.	31.08.09				
3	APROBO						
4							

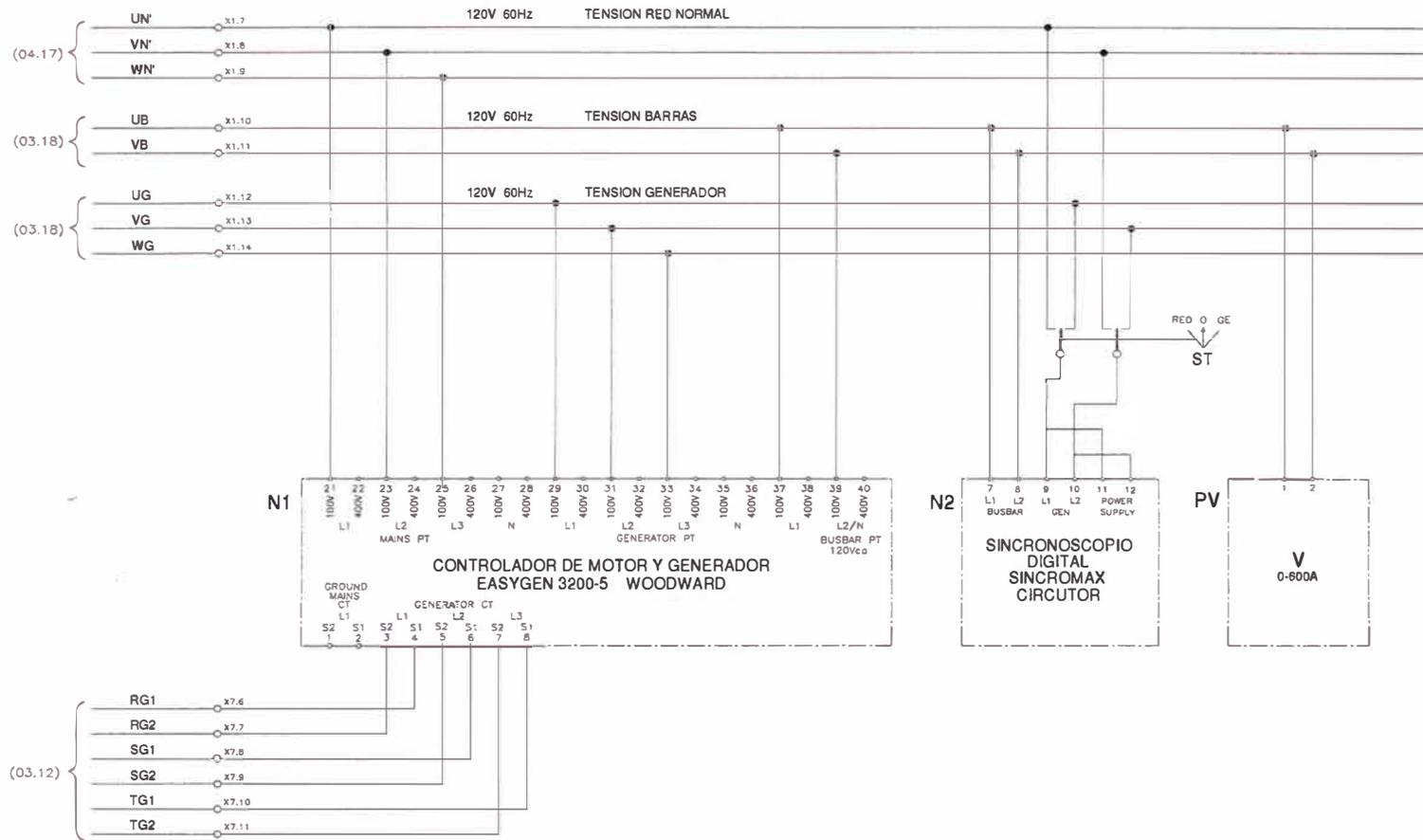
F.12





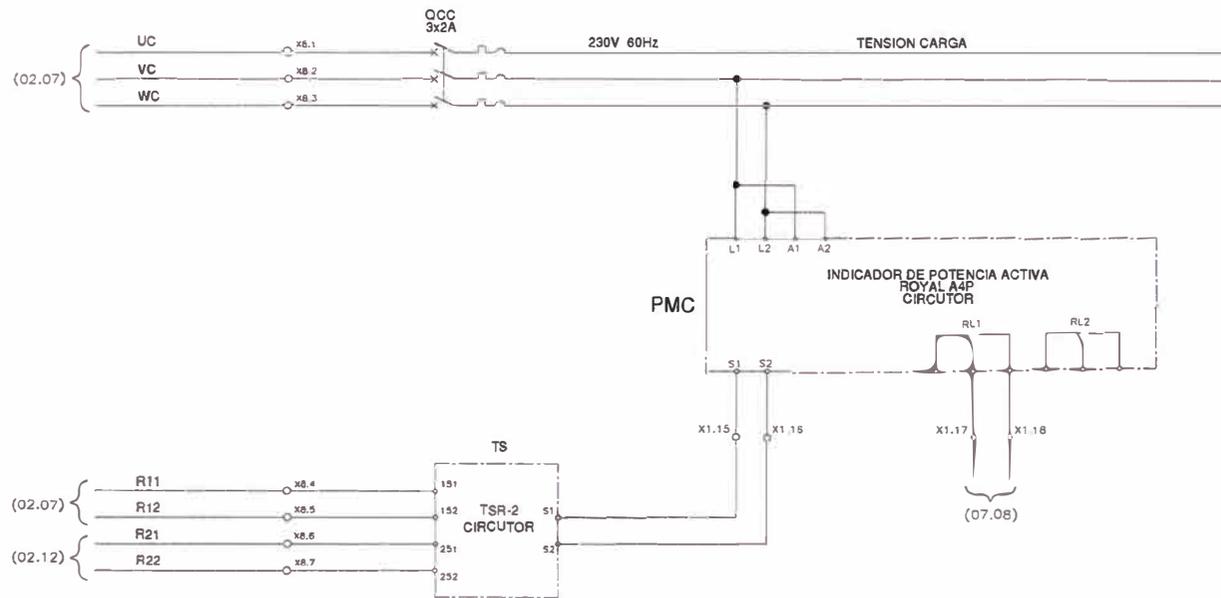
1	DIBUJO																		
2	DISEÑO	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09																
3	REVISIÓN	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09																
4	APROBADO																		

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		AUTOMATIZACIÓN DE GRUPO ELECTROGENO		TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO PARA PUESTA EN PARALELO CON RED PUBLICA MANUAL Y AUTOMÁTICO 480V 60Hz 3F. SISTEMA DE MEDIDA		ESCALA : 4/10	
						F.14	

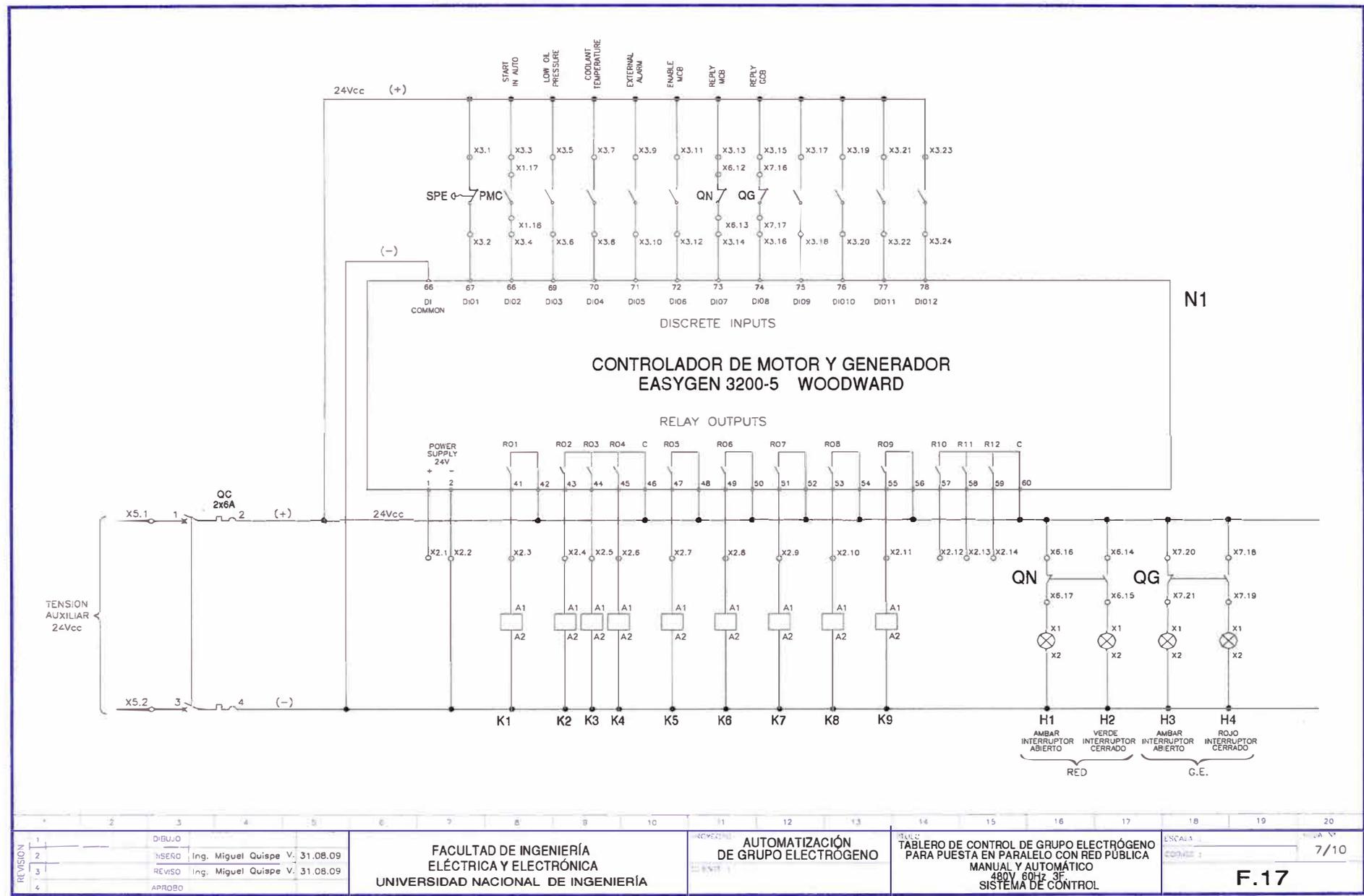


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
REVISION	1	DESIGNO	Ing. Miguel Quispe V. 31.08.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA							AUTOMATIZACIÓN DE GRUPO ELECTRÓGENO			TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTRÓGENO PARA PUESTA EN PARALELO CON RED PÚBLICA MANUAL Y AUTOMÁTICO 480V 60Hz 3F. SISTEMA DE MEDIDA				RSVA A	5/10
	2	REVISO	Ing. Miguel Quispe V. 31.08.09	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA															
	3	APROBO																	
	4																		

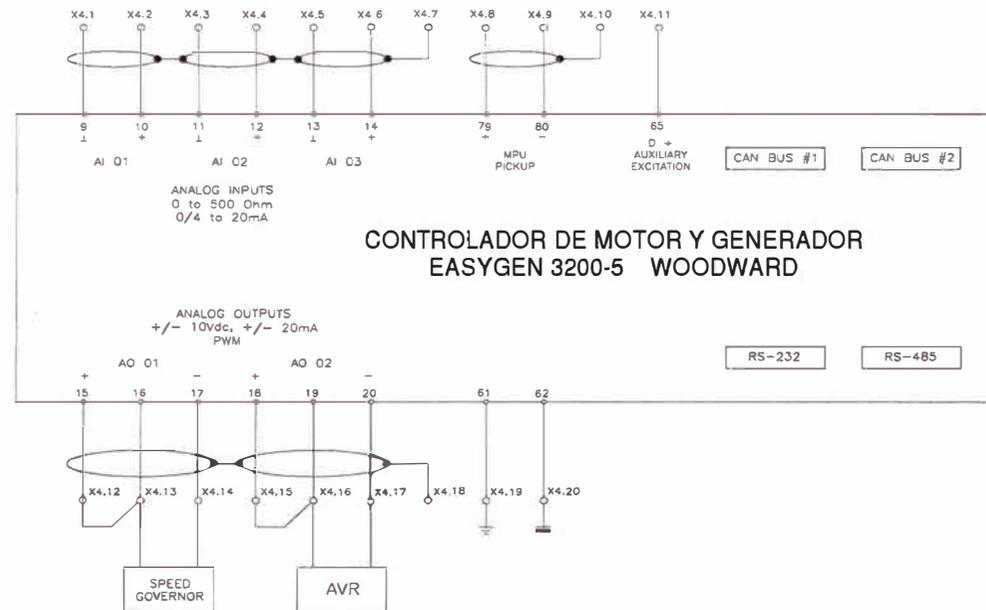
F.15



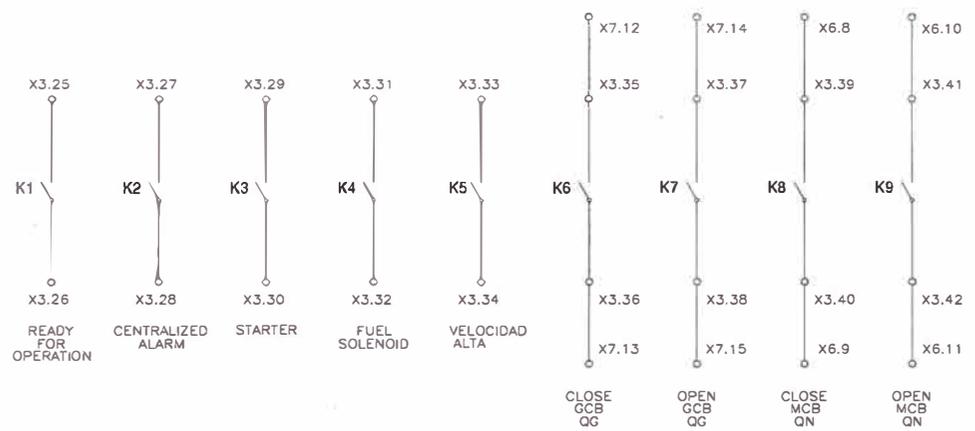
1	DIBUJO																			
2	DISEÑO	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		AUTOMATIZACIÓN DE GRUPO ELECTROGENO		TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO PARA PUESTA EN PARALELO CON RED PÚBLICA MANUAL Y AUTOMÁTICO 480V 60Hz 3F SISTEMA DE MEDIDA		ESCALA: 1:1		FOLIO: 6/10								
3	REVISO	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09							F.16										
4	APROBADO																			



N1

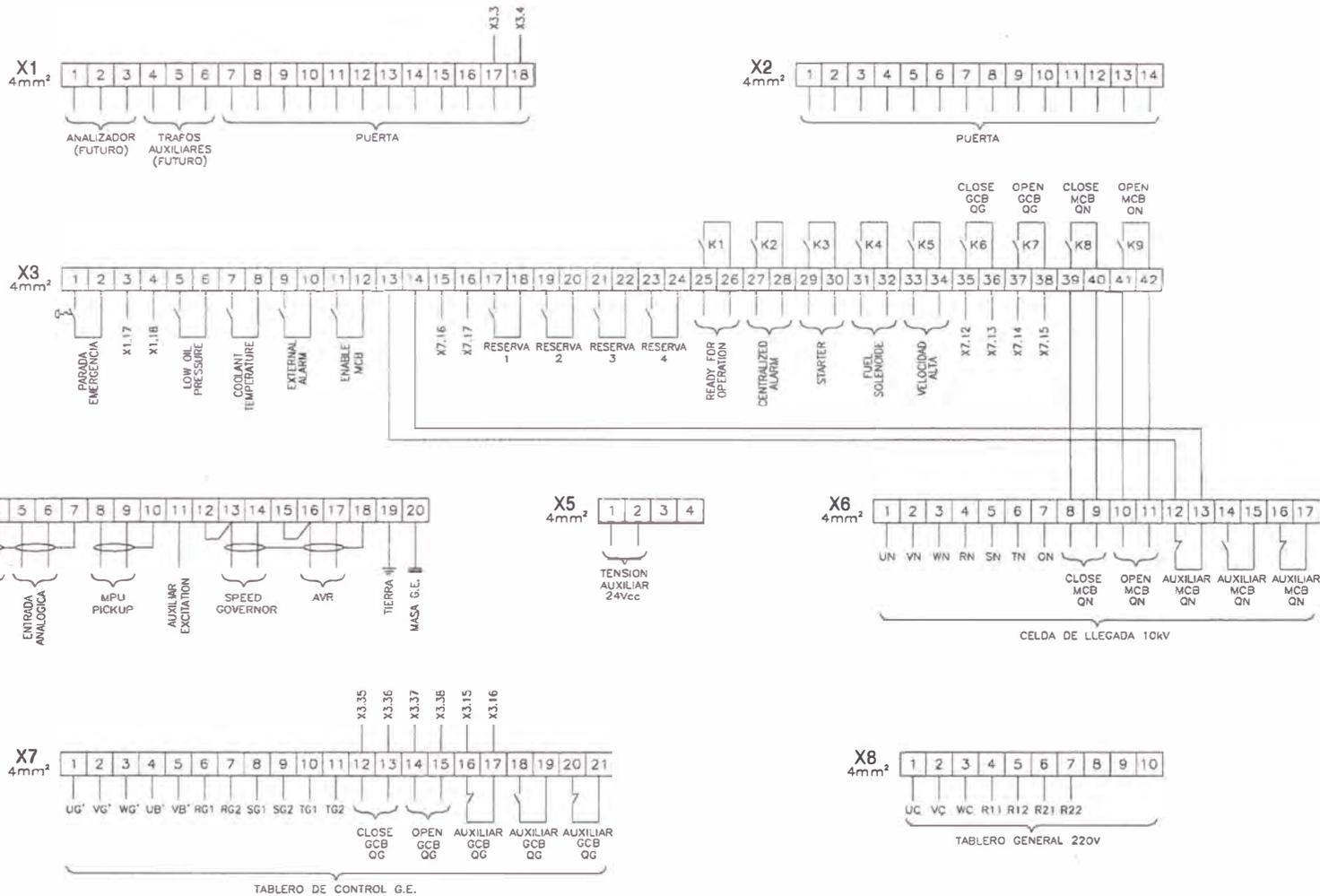


REVISION		DIBUJO																		
2		DISEÑO	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA					AUTOMATIZACIÓN DE GRUPO ELECTROGENO			TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO PARA PUESTA EN PARALELO CON RED PÚBLICA MANUAL Y AUTOMÁTICO 480V 60Hz 3F SISTEMA DE CONTROL			ESCALA : CANTIDAD :	8/10			
3		REVISÓ	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09						F.18										
4		APROBO																		

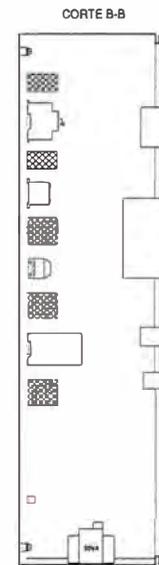
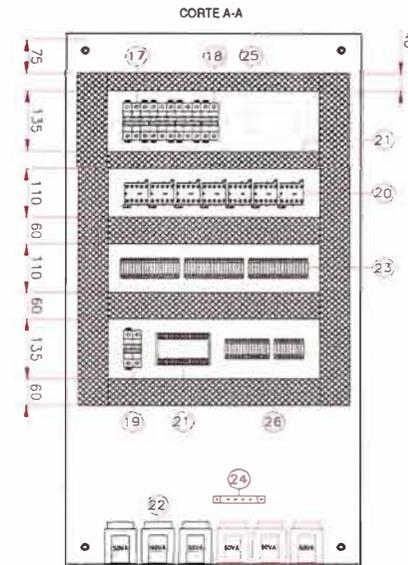
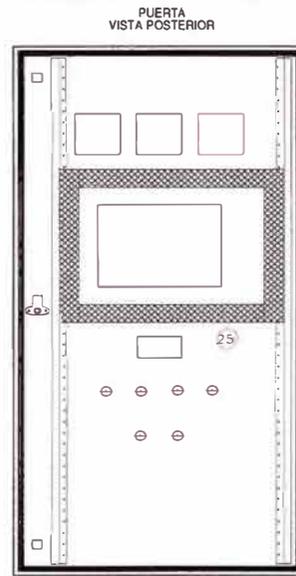
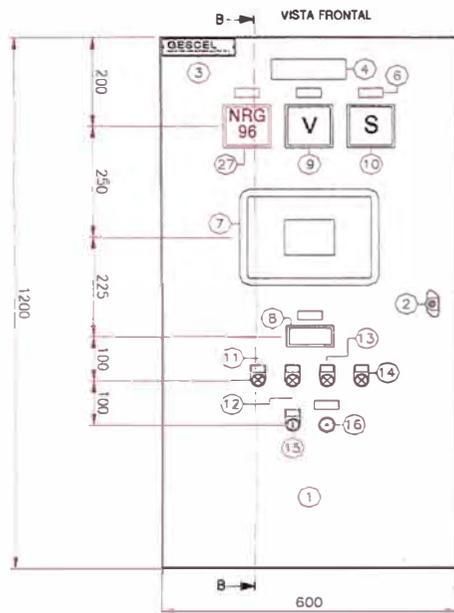


1	IBUJO																							
2	SERO	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA							AUTOMATIZACIÓN DE GRUPO ELECTROGENO				TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO PARA PUESTA EN PARALELO CON RED PUBLICA MANUAL Y AUTOMÁTICO 480V 60Hz 3F SISTEMA DE CONTROL				ESCALA :	9/10				
3	REVISO	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09								PROYECTO				TÍTULO				ESCALA :					
4	APROBO										UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA				PROYECTO				TÍTULO				ESCALA :	
											UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA				PROYECTO				TÍTULO				ESCALA :	

F.19



1	BUJO																																		
2	D SERG	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA																PROYECTO	AUTOMATIZACIÓN DE GRUPO ELECTROGENO	TÍTULO	TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO PARA PUESTA EN PARALELO CON RED PUBLICA MANUAL Y AUTOMÁTICO 480V 60Hz 3F DIAGRAMA DE BORNES	ESCALA	1	Hoja N°	10/10								
3	REVISO	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09																	GRUPO															
4	APROBO																																		
																						F.1A													



ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION

A	Cuerpo	Pl de Fe de 1.5 mm
	Puerta	Pl de Fe de 1.5 mm
	Bandeja Para Equipos	Pl de Fe de 2 mm
B	Tratamiento Anticorrosivo	Decapado químico y Fosfetizado por Inmersión
C	Acabado	Pintura Electroestática en polvo color Belg RAL 7035
E	Colores de Cables de Fuerza	Fase R,S,T: THW Negra Fase Neutra: THW Blanca Tierra: THW Amarilla
F	Colores de Cables de Control y Medición	Tensión: TFF Azul Corriente: TFF Rojo Tierra: TFF Amarilla 24Vcc(-): TFF Negra 24Vcc(+): TFF Rojo
G	Bornes y Cables de Control	Numeradas.
R	Accesorios	Zincados.

LEYENDA

Pos	DESCRIPCION	REFERENCIA
1	Gabinete Adosado	IDE
2	Cerradura 1/4 vuelta	IDE
3	Placa de Fabricante	Metalfraf
4	Placa Identificación de Tablero	Metalfraf
5	Tapa de entrada de cables	IDE
6	Placa Identificación Componentes	Metalfraf
7	Controlador EASY GEN 3000	Woodward
8	Indicador de Potencia ROYAL A4	Circuitar
9	Volímetro 0-600V (Tensión Barras)	Circuitar
10	Sincroscopio Digital	Circuitar
11	Lampara Ambar "Interruptor Abierto"	Moeller
12	Lampara Ambar "Interruptor Cerrado"	Moeller
13	Lampara Verde "Interruptor Cerrado"	Moeller
14	Lampara Verde "Interruptor Abierto"	Moeller

LEYENDA

Pos	DESCRIPCION	REFERENCIA
15	Selector 0-1, 2 Poles "0-Sincronizar" Telemecanique	
16	Pulsador Hongo "Parada Emergencia" Moeller	
17	Interruptor Miniatura 3x2A	ABB
18	Interruptor Miniatura 2x2A	ABB
19	Interruptor Miniatura 2x6A	ABB
20	Contacto auxiliar 24Vcc	Circuitar
21	Transformador Sumatorio 5+5/5A	Circuitar
22	Trafo de Tension 50VA	Elecvalt
23	Borneros 4mm²	ABB
24	Borra de Tierra Cu 3x15mm	Tecnofil
25	Canaleta 40x60mm	Zelada
26	Canaleta 60x60mm	Zelada
27	Analizador de redes NRG96 (FUTURO)	Circuitar

REVISOR	FECHA	DESCRIPCION
1		DBUJO
2	31.08.09	DISÑO Ing. Miguel Quispe V.
3	31.08.09	REVISO Ing. Miguel Quispe V.
4		APROBO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

AUTOMATIZACIÓN
DE GRUPO ELECTROGENO

TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO
PARA PUESTA EN PARALELO CON RED PÚBLICA
MANUAL Y AUTOMÁTICO
480V 60Hz 3F
DISPOSICION DE EQUIPOS

ESCALA :
CÓDIGO : 1/10

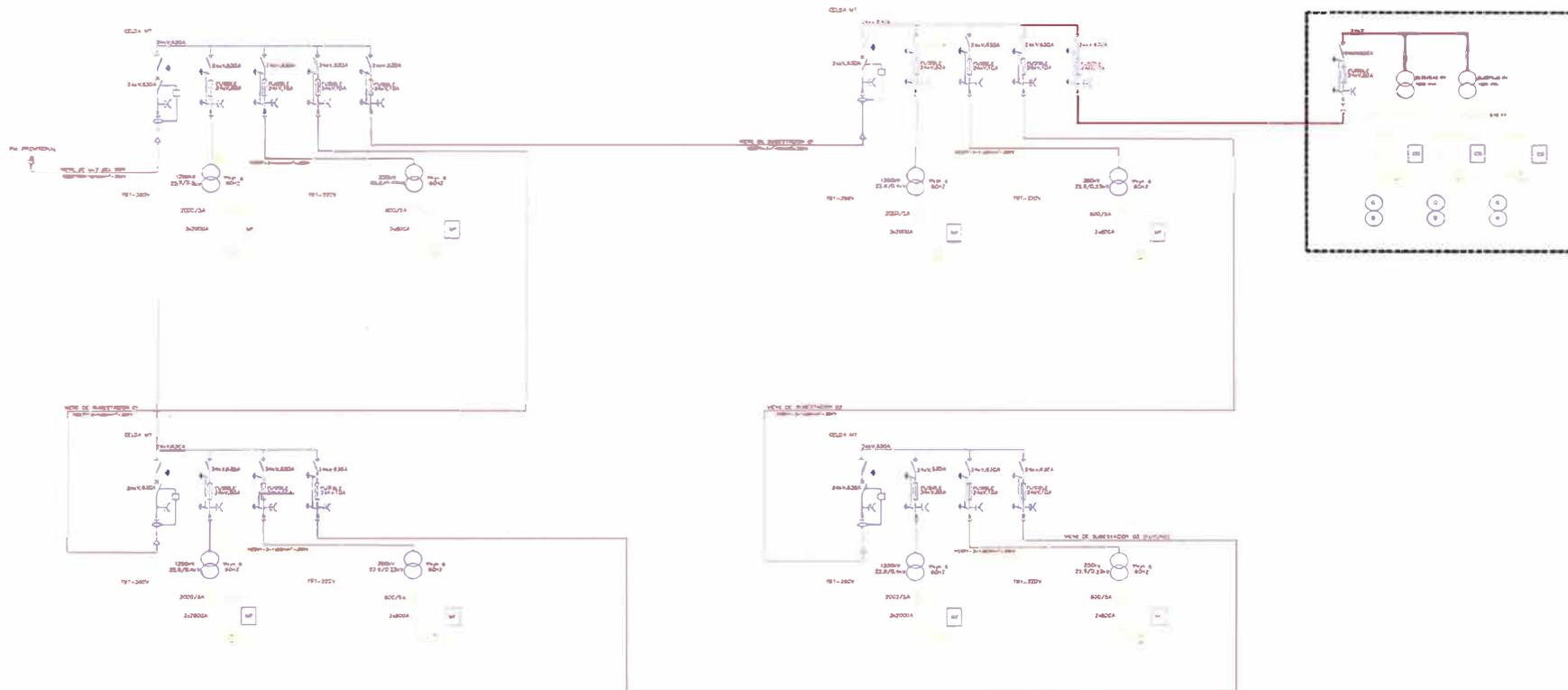
D.11

ANEXO B

Caso 2: SUR COLOR STAR S.A.

**Diagrama Unifilar, Lista de Componentes, Esquemas Funcionales y
Planos de Disposición de equipos, de los Tableros de Control del
Proyecto.**

CENTRAL TÉRMICA 3MW

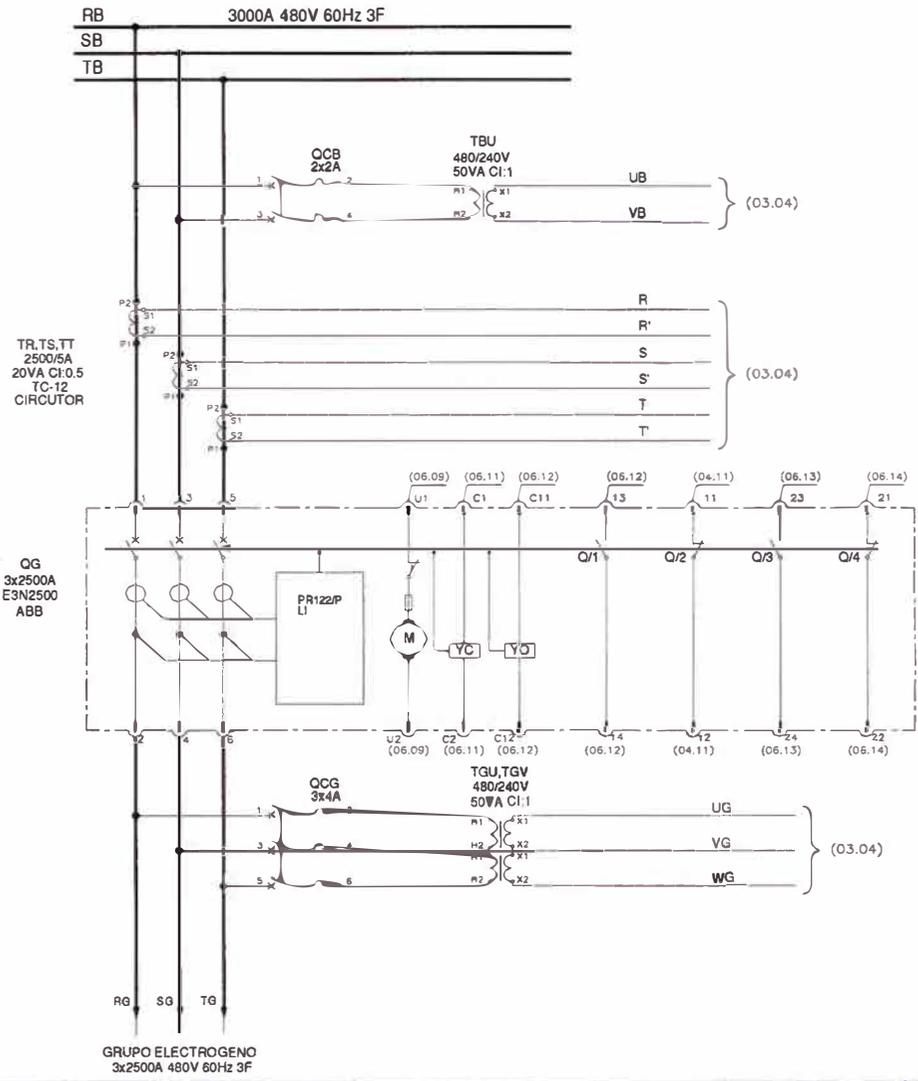


1	DIBUJO																								
2	DISEÑO	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.05	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA																AUTOMATIZACIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS		DIAGRAMA UNIFILAR GRUPOS EN PARALELO CON RED		1/1	
3	REVISO	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09																	U.01					
4	APROBADO																								

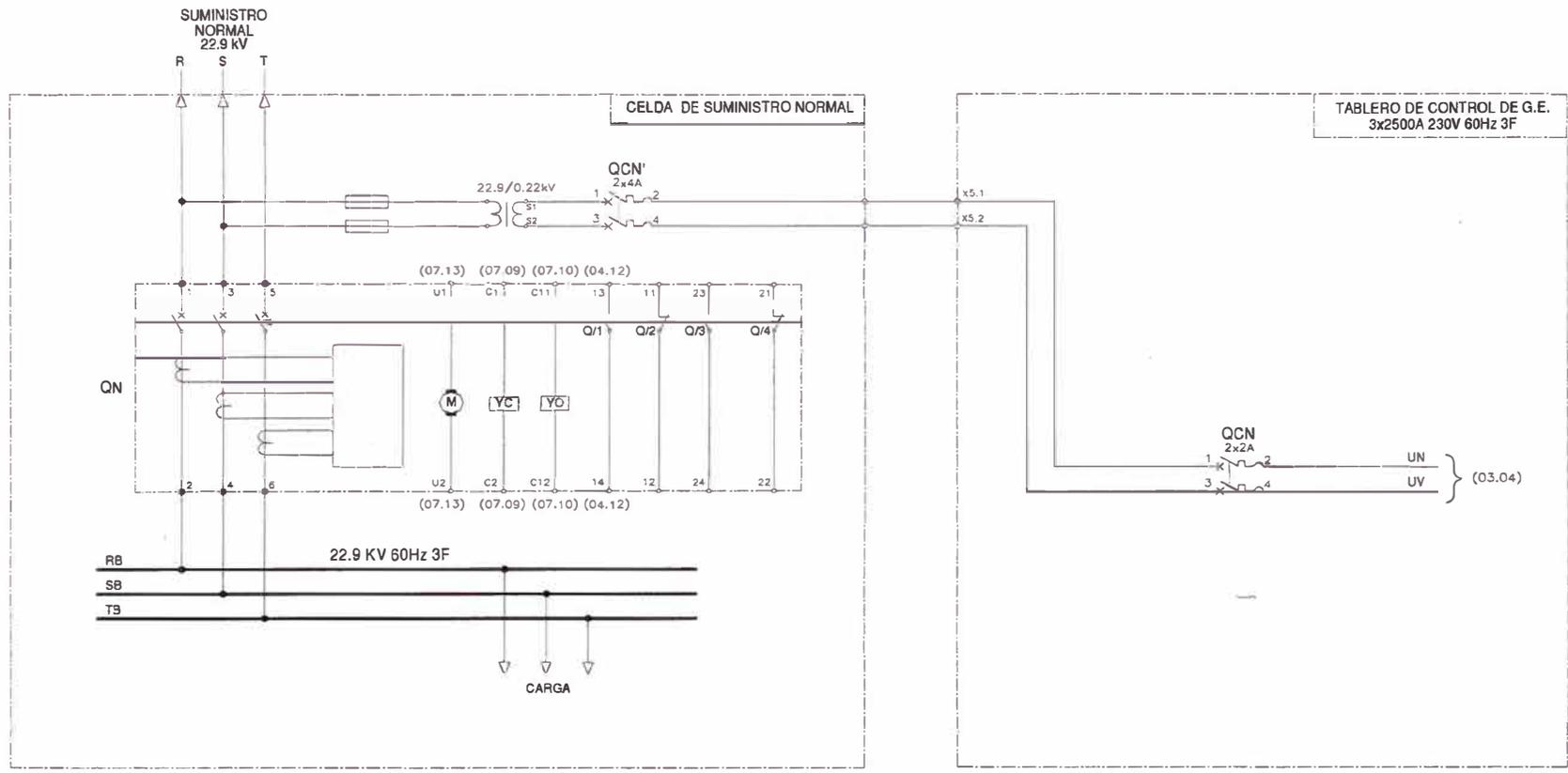
LISTA DE COMPONENTES

POS	DESIGNACION	CANT.	DESCRIPCION	CODIGO	MODELO	MARCA
01	QG	01	Interruptor en caja aislado (MCCB) 3x2500A 65kA/440V, equipado con mando eléctrico 24..30Vac/Vdc, bobina de cierre y apertura 24..30Vac/Vdc.	1SDA056115R1	E3N	ABB
02	NGC	01	Módulo de Control, Generador y Motor.		EGCP-2	WOODWARD
03	PS	01	Sincronoscópio digital 96x96mm, 110-600V, 230Vco 60Hz	M14625002	SINCROMAX	CIRCUTOR
04	PM	01	Voltímetro 96x96mm 0-600V	M10439	EC96	CIRCUTOR
05	SV	01	Selector 2 Posiciones 0-1, 2NA IP66	216518	M22-WRK/K10	MOELLER
06	S1,S2,S3,	03	Selector 0-1, 2 polo 12A AC3.	T12/TO11/E	T12	TELERGON
07	S4,S5	02	Inversor Sensitivo 1-0-2, 3p 12A AC3 c/retorno o cero.	CA0120002CO1N	CS	BREMAS
08	HG1	01	Piloto LED Verde LED 24Vca/cc "Interruptor Conectado"	1SFA616921R2022	KA2-2022	ABB
09	HG2	01	Piloto LED Ambar LED 24Vca/cc "Interruptor Desconectado"	1SFA616921R2023	KA2-2023	ABB
10	QCG	01	Interruptor Miniatura 3x4A 6kA/400V	2CDS252001R0104	S203C04	ABB
11	QCB	02	Interruptor Miniatura 2x2A 6kA/400V	2CDS252001R0024	S202C02	ABB
12	QC1	01	Interruptor Miniatura 2x6A 10kA/24Vcc	2CDS252001R0064	S202C06	ABB
13	QC2	01	Interruptor Miniatura 2x10A 10kA/24Vcc	2CDS252001R0104	S202C10	ABB
14	TR,TS,TT	03	Transformador de Corriente 2500/5A 20VA Ci:0.5	M70386	TC12	CIRCUTOR
15	TBU,TCU,TGV	03	Transformador de Tensión 480/240V 50VA Ci:1.0 1F			VOLTA
16	FC-R/S/T	03	Portafusible Cilindrico 10x38mm c/fusible de 2A 500V			CROMPTON
17	K1,....,K6	06	Rele Auxiliar Enchufable 11 pines 24Vcc	RUN3AB1BD		TELEMECANIQUE
18	X1,X2,X3,X4,X5	04	Regleta de Bornes de 4mm ²	VINKING3		LEGRAND

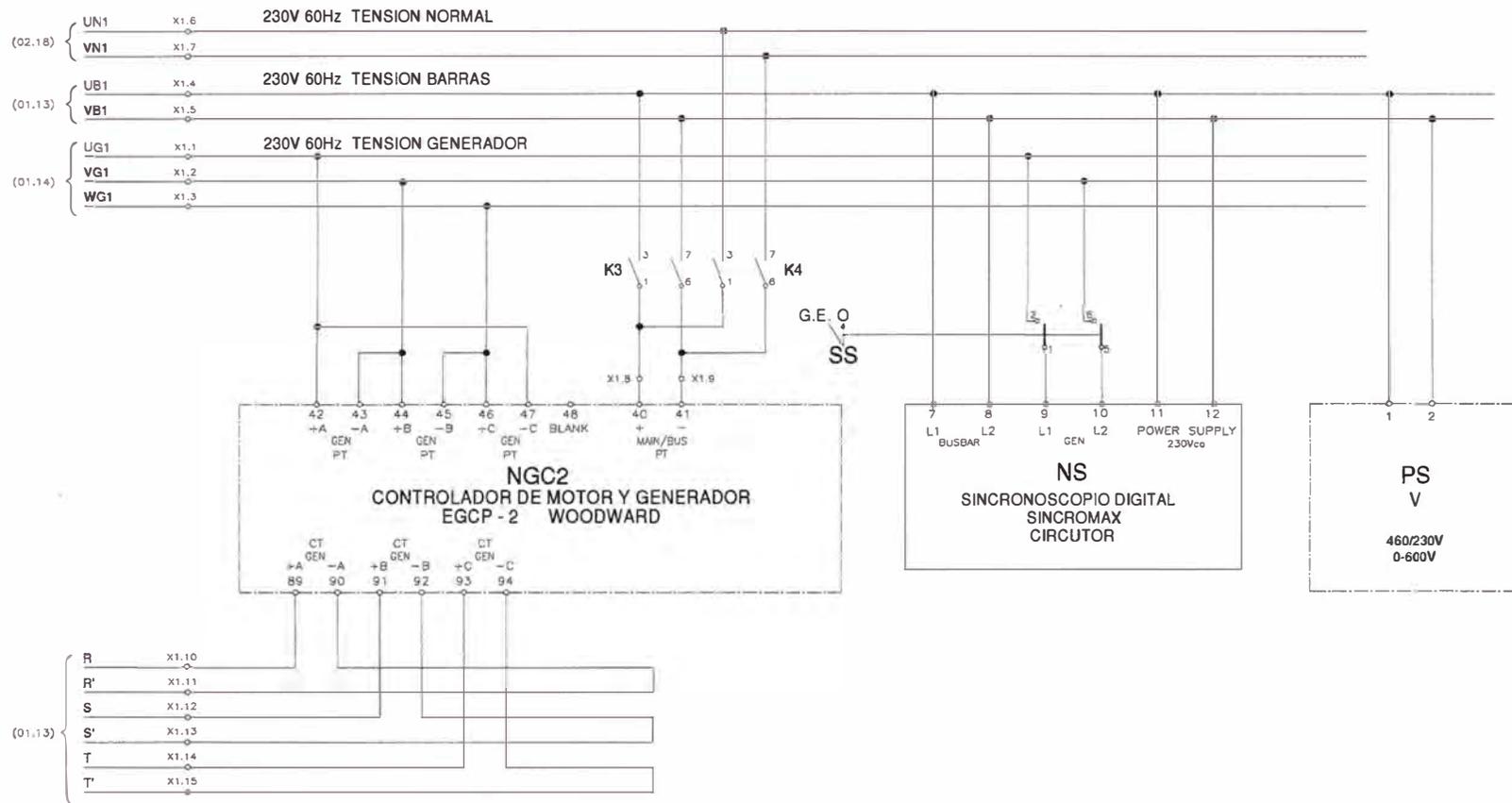
1	DIBUJO	Pablo Vargas Oropeza 09.01.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	AUTOMATIZACIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS	TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO 3x2500A 480V 60Hz 3F LISTA DE COMPONENTES	ESCALA :	1/1
2	SEÑO	Pablo Vargas Oropeza 09.01.09				ESCALA :	
3	REVISO	Ing. Miguel Quijpe V. 09.01.09				ESCALA :	
4	APROBO					ESCALA :	L.01



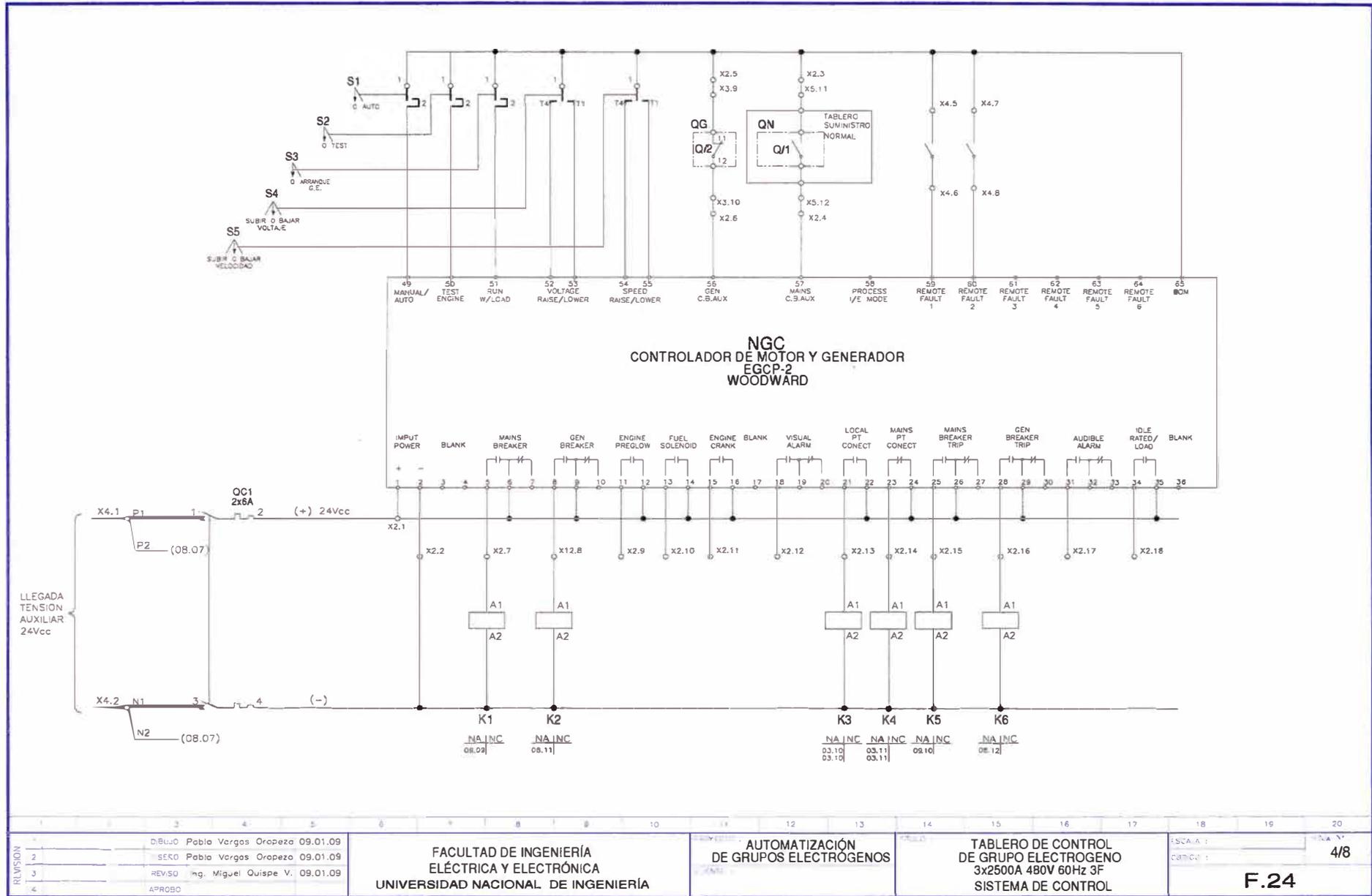
REVISION:	1	DIBUJO	Pablo Vargas Orapeza	09.01.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	AUTOMATIZACIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS	TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO 3x2500A 480V 60Hz 3F SISTEMA DE FUERZA	ESCALA :	HOJA N°
	2	DISEÑO	Pablo Vargas Orapeza	09.01.09				1/8	
	3	REVISO	Ing. Miguel Quispe V.	09.01.09					
	4	APROBADO							
								F.21	



1	DIBUJO	Pablo Verges Oropeza	09.01.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	AUTOMATIZACIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS	TABLERO DE SUMINISTRO NORMAL 230V 60Hz 3F SISTEMA DE FUERZA	ESCALA:	2/8
2	DISEÑO	Pablo Verges Oropeza	09.01.09					
3	REVISO	Ing. Miguel Quispe V.	09.01.09					
4	APROBO							
								F.22



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
REVISOR		BUIJO Fabia Vargas Oropeza	09.01.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA						AUTOMATIZACIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS			TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO 3x2500A 480V 60Hz 3F SISTEMA DE MEDICION			ESCALA : 3/8					
2		D SERO Pablo Vargas Oropeza	09.01.09	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA																	
3		REVISO Ing. Miguel Quispe V.	09.01.09																		
4		APROBO																			
																		F.23			



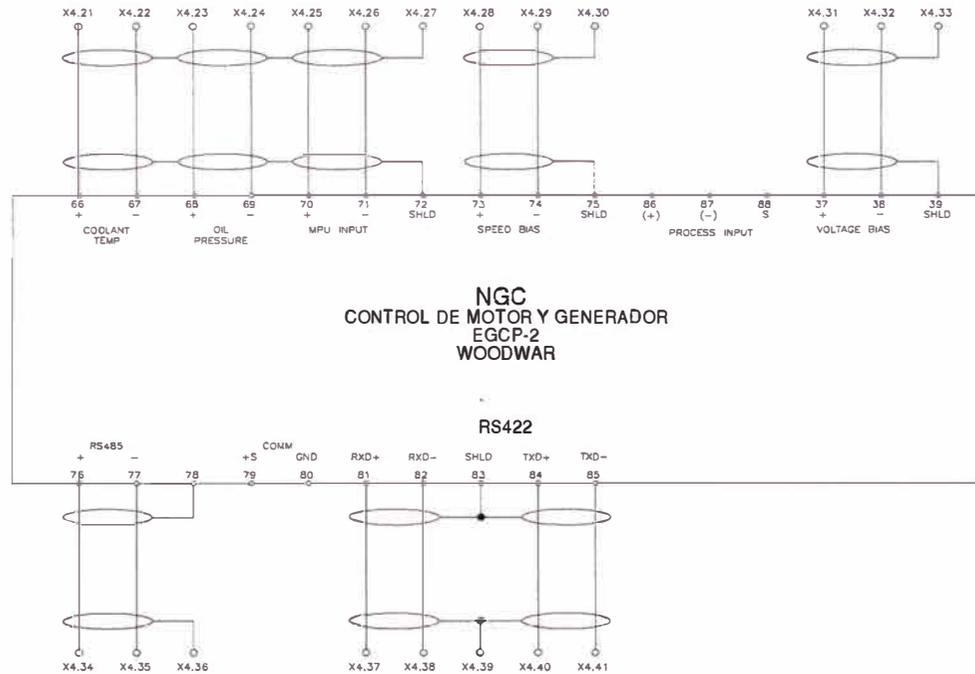
REVISION	FECHA	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
1	09.01.09	Pablo Vargas Oropeza		
2	09.01.09	Pablo Vargas Oropeza		
3	09.01.09	Miguel Quispe V.		
4				

FACULTAD DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

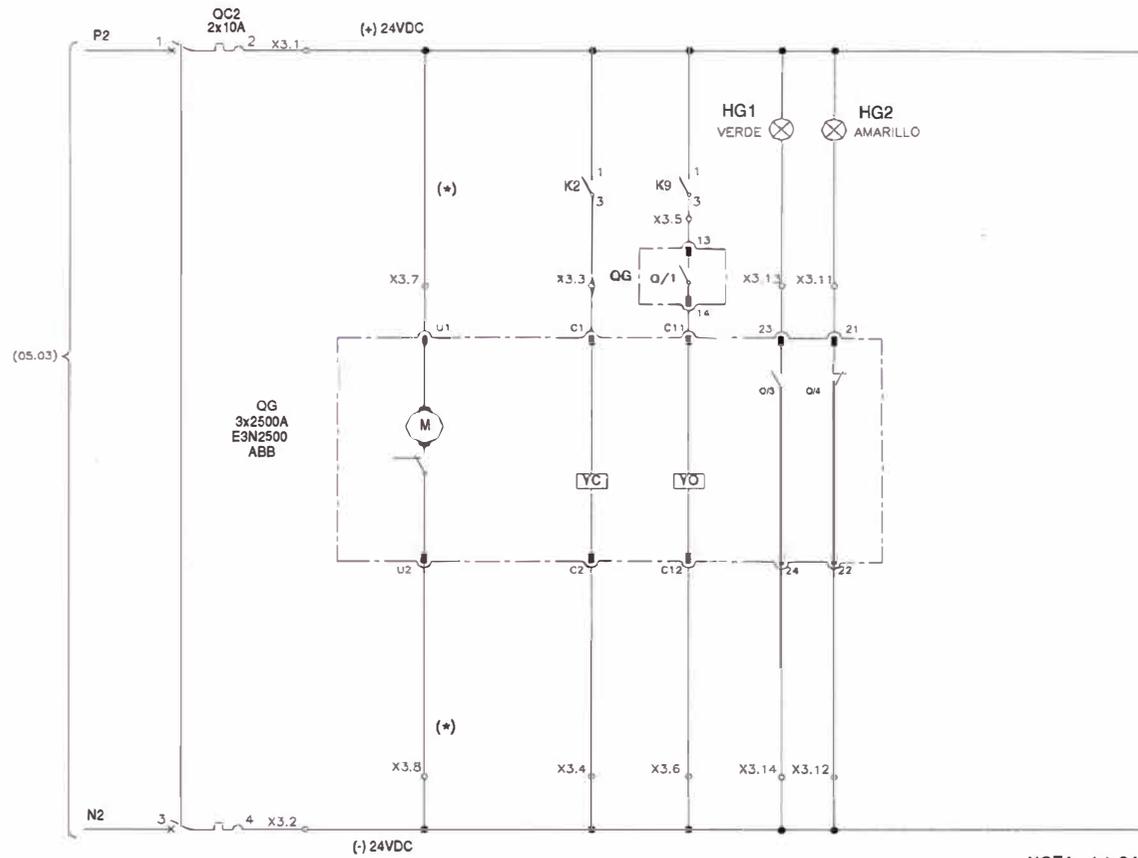
AUTOMATIZACIÓN
DE GRUPOS ELECTROGENOS

TABLERO DE CONTROL
DE GRUPO ELECTROGENO
3x2500A 480V 60Hz 3F
SISTEMA DE CONTROL

ESCALA: 1/8
CANTIDAD: 4/8
F.24

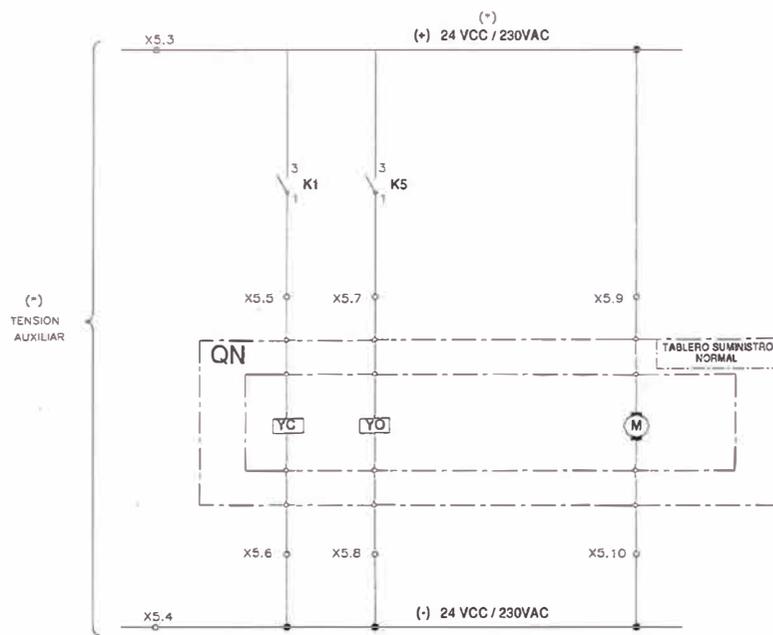


1	DIBUJO	Pablo Vargas Orapeza	09.01.09	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2	DISENO	Pablo Vargas Orapeza	09.01.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA										AUTOMATIZACIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS					TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO 3x3500A 480V 60Hz 3F SISTEMA DE CONTROL				ESCALA : 5/8	
3	REVISO	Ing. Miguel Quispe V.	09.01.09	F.25																				
4	APROBO																							



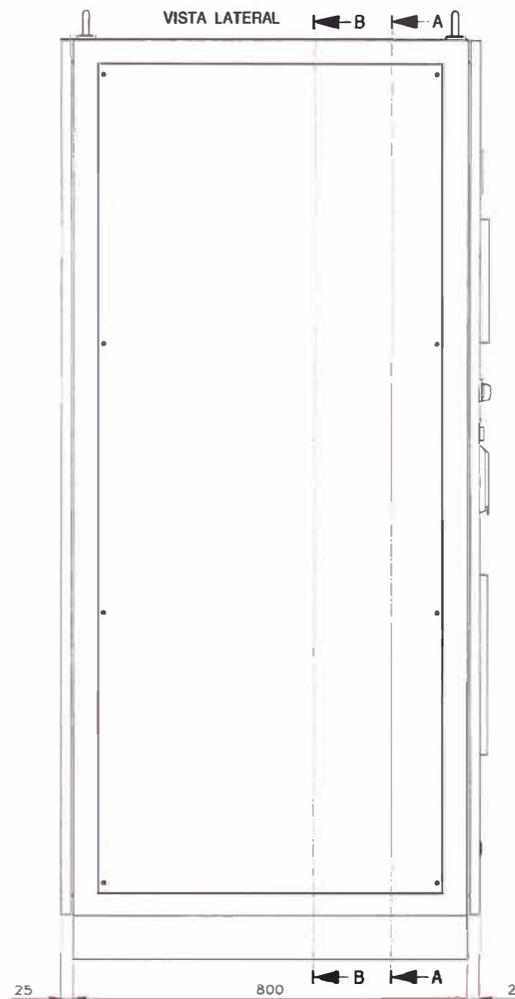
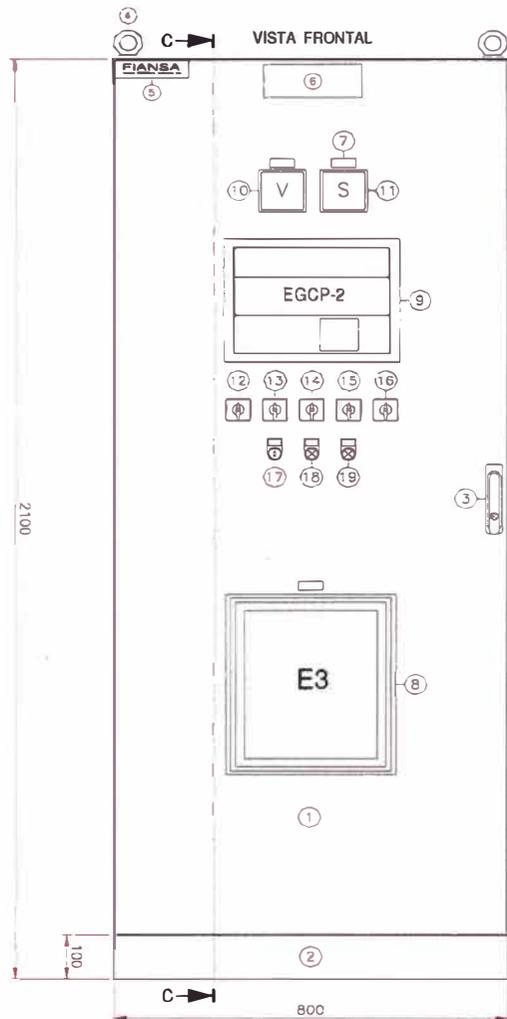
NOTA: (*) CABLE #12 AWG AZUL

REVISION	1	BUJO	Pablo Vargas Oropezo	09.01.09	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	2	SERO	Pablo Vargas Oropezo	09.01.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA					PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS					TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO 3x2500A 480V 60Hz 3F SISTEMA DE CONTROL					ESCALA:	HOJA N°
	3	REVISO	Ing. Miguel Quispe V.	09.01.09																6/8	
	4	APROBO																		F.26	



(*) LA TENSION AUXILIAR, DEPENDERÁ DE LA TENSÓN DE LOS ACCESORIOS DEL INTERRUPTOR DE RED.

1	DIBUJO	Pablo Vergos Oropeza	09.01.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	PROYECTO	AUTOMATIZACIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS	TÍTULO	TABLERO DE CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO 3x2500A 480V 60Hz 3F SISTEMA DE CONTROL	ESCALA	7/8
2	DISEÑO	Pablo Vergos Oropeza	09.01.09		CLIENTE					
3	REVISO	Ing. Miguel Quipe V.	09.01.09							
4	APROBO									
										F.27



AS BUILT

LEYENDA		
Pos	DESCRIPCION	REFERENCIA
1	Gabinete Autosportado	Flansa
2	Zoclo	Flansa
3	Cerradura de Maneta	Dirak
4	Cancom	Flansa
5	Placa de Fabricante	Metelgraf
6	Placa Identificación Tablero	Metelgraf
7	Placa Identificación de Componentes	Metelgraf
8	Interruptor General 3x2500A E3	ABB
9	Modulo de Control EGCP-2	Woodwer
10	Voltmetro (Medicion de Barras)	Circuitur
11	Sincronoscopia Digital	Circuitur
12	Selector 0-1 "0-Automatica"	Teiergon
13	Selector 0-1 "0-Test"	Teiergon
14	Selector 0-1 "0-Arranque de G.E."	Teiergon
15	Selector 1-0-2 "Bajar/Subir Tension"	Teiergon
16	Selector 1-0-2 "Bajar/Subir Velocidad"	Teiergon
17	Selector de Sincronizacion "0-1"	Mullier
18	Lampara Verde "Interruptor Cerrado"	ABB
19	Lampara Ambar "Interruptor Abierto"	ABB

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION	
A. Estructura	Pi de Fe de 2.5 mm
B. Puertas	Pi de Fe de 2 mm
C. Paneles Laterales	Pi de Fe de 1.5 mm
D. Paneles Posteriores	Pi de Fe de 1.5 mm
E. Techo	Pi de Fe de 2 mm
F. Zoclo	Pi de Fe de 2.5 mm
G. Tratamiento Anticorrosivo	Decapado Químico por Acondicionamiento
H. Acabado	Pintura electrostática en polvo secado al horno calor RAL 7035
I. Colores de Barras	Fase R: Verde Fase S: Blanco Fase T: Rojo Tierra: Amarillo
J. Bornes, Cables de Control	Numerados.
K. Soportes	Esmalte Epóxico Ral 7035
L. Perneria	Zincados.

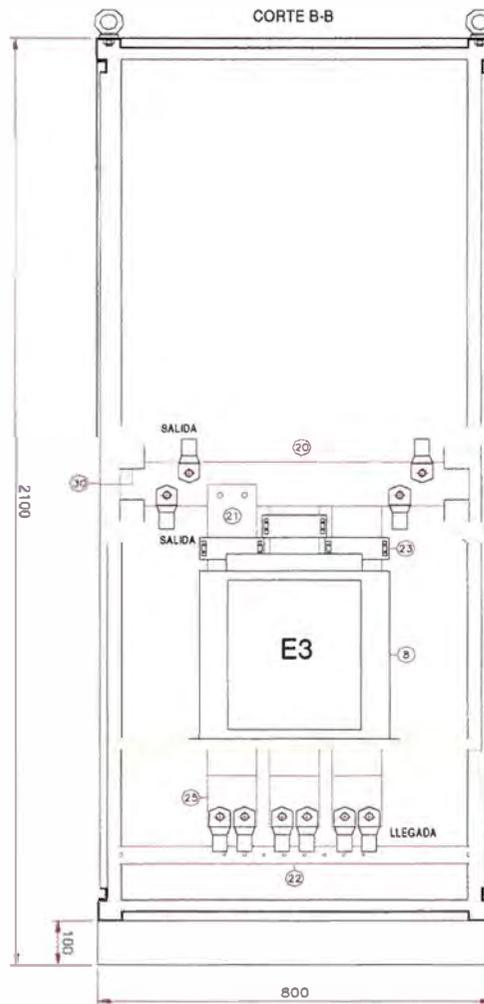
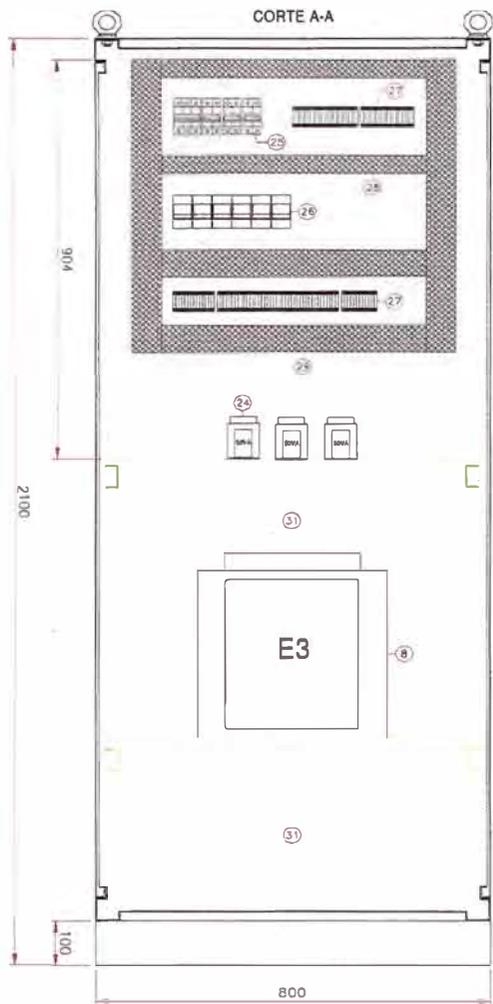
REVISION	FECHA	ELABORADO	PROYECTADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA	HOJA N°
1		IBUJO				1:10	1/3
2		DISEÑO Ing. Miguel Quispe V. 17.09.10					
3		REVISO Ing. Miguel Quispe V. 17.09.10					
4		APROBO					

FACULTAD DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

AUTOMATIZACIÓN
DE GRUPOS ELECTROGENOS

TÍTULO :
TABLERO DE CONTROL DE G.E.
3x2500A 400V 60HZ 3F
VISTAS

D.21

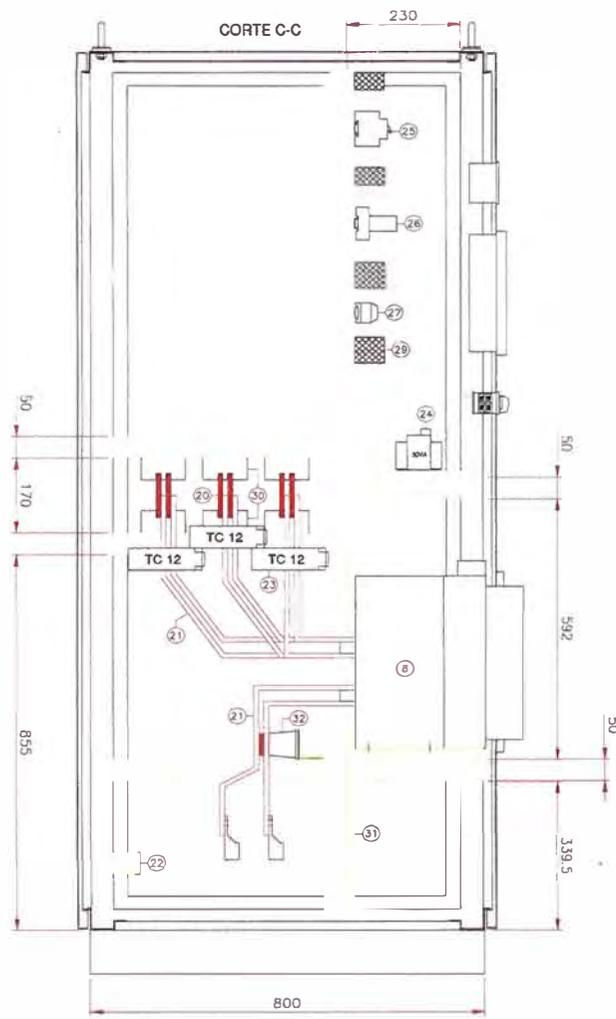


AS BUILT

LEYENDA

Pos	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
9	Interruptor General 3x2500A E3	ABB
20	Barra Colectora Cu 2(10x100mm)	Tecnofil
21	Barra de Cu 2(10x100mm)	Tecnofil
22	Barra de Tierra Cu 5x50mm	Tecnofil
23	Trato de Tension 2500/5A	Circuitor
24	Trato de Tension 480/240V 50VA	Voito
25	Interruptor Miniatura 1 (3x2A, 10kA/440Vcc) 1 (2x2A, 10kA/440Vcc) 1 (2x6A, 10kA/24Vcc) 1 (2x10A, 10kA/24Vcc)	ABB
26	Relé Auxiliar	Telemecanique
27	Barnera 4mm ²	Crompton
28	Canoleto 40x50mm	Zaloda
29	Canoleto 60x80mm	Zarado
30	Bloque Aislador 2 Ranuras	Farcotec
31	Cubierto	Gescal

1	DISEÑO	Ing. Miguel Quispe V.	17.09.10	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	AUTOMATIZACIÓN DE GRUPOS ELECTRÓGENOS	TABLERO DE CONTROL DE G.E. 3x2500A 400V 60Hz 3F VISTAS	ESCALA :	1 : 10	D.22
2	REVISIÓN	Ing. Miguel Quispe V.	17.09.10				CÓDIGO :	2/3	
3	APROBADO								
4									



AS BUILT

LEYENDA		
Pos	DESCRIPCION	REFERENCIA
8	Interrupor General 3x2500A E3	ABB
20	Barra Colectora Cu 2(10x100mm)	Tecnafil
21	Barra de Cu 2(10x100mm)	Tecnafil
22	Barra de Tierra Cu 5x50mm	Tecnafil
23	Trafo de Corriente 2500/5A	Circular
24	Trafo de Tension 480/240V 50VA	Volto
25	Interrupor Miniatura	ABB
	1 (3x2A, 10kA/440Vcc)	
	1 (2x2A, 10kA/440Vcc)	
	1 (2x5A, 10kA/24Vcc)	
	1 (2x10A, 10kA/24Vcc)	
26	Relé Auxiliar	Telemecanique
27	Barra 4mm ²	Crampton
28	Canaleta 40x60mm	Zoloda
29	Canaleta 60x60mm	Zoloda
30	Bloque Aislador 2 Ranuras	Farcotec
31	Substanto	Descal
32	Aislador 1 5/1250 kg	Farcotec

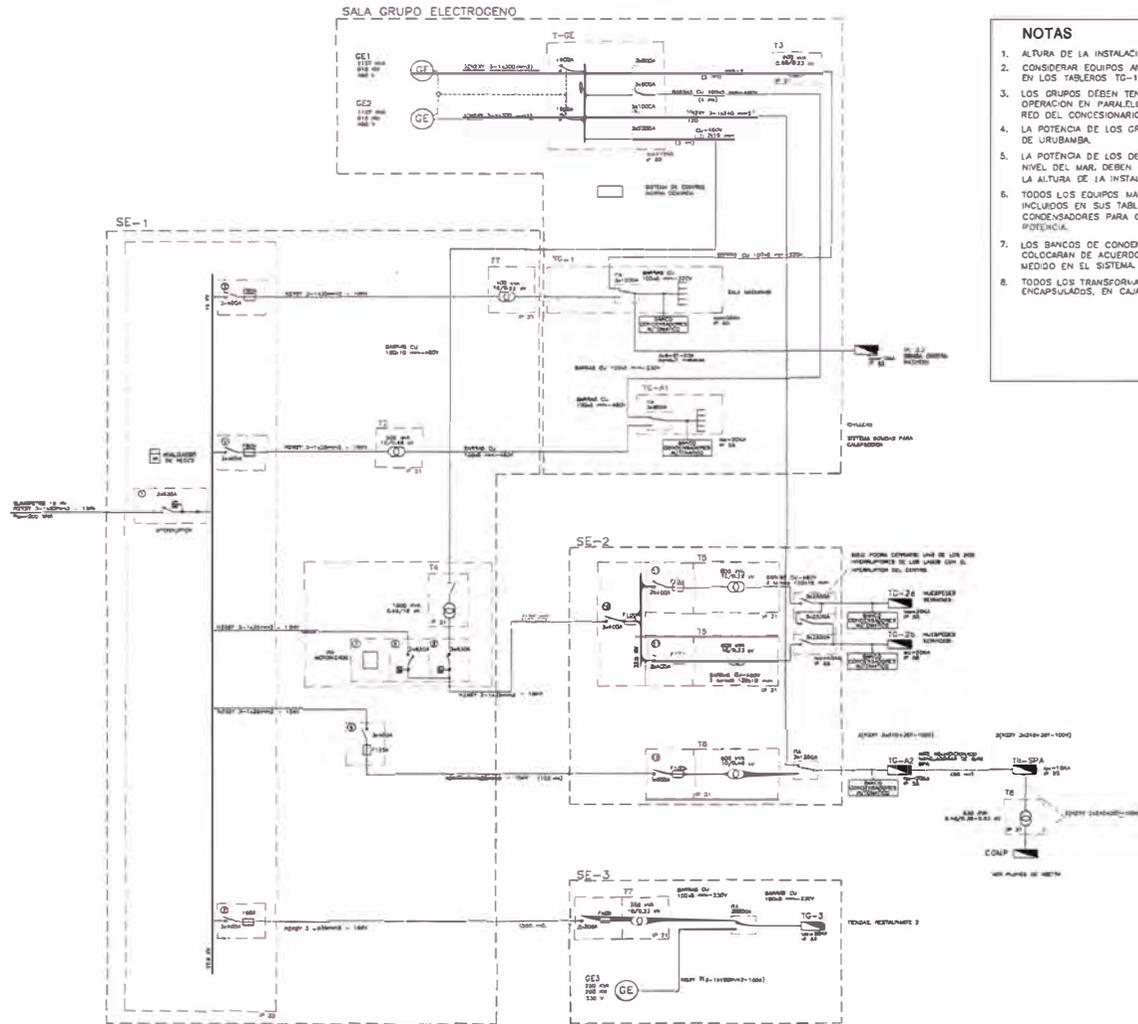
1	M.O.V. 26/01/09	BUJO	Gino Petersen D.	17.12.06	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	AUTOMATIZACIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS	TABLERO DE CONTROL DE G.E. 3x3200A 480V 60Hz 3F CORTES	ESCALA :	1:10	3/3 D.23
2		SEKO	Ing. Miguel Quispe V.	17.12.06						
3		REVISO	Ing. Miguel Quispe V.	17.12.06						
4		APROBO								

ANEXO C

Caso 3: HOTEL LIBERTADOR DE URUBAMBA

Diagrama Unifilar

DIAGRAMA DE PRINCIPIO (UNIFILAR)



- NOTAS**
1. ALTURA DE LA INSTALACIÓN: 2800 m.s.n.m.
 2. CONSIDERAR EQUIPOS ANALIZADORES DE RED, en BT, EN LOS TABLEROS TG-1, TG-2, TG-A1, TG-A2 y TG-3
 3. LOS GRUPOS DEBEN TENER SINCRONIZADORES PARA OPERACIÓN EN PARALELO Y/O COGENERACIÓN CON LA RED DEL CONCESIONARIO
 4. LA POTENCIA DE LOS GRUPOS ESTAN DADAS A NIVEL DE URUBAMBA
 5. LA POTENCIA DE LOS DEMAS EQUIPOS ESTAN DADAS A NIVEL DEL MAR, DEBEN CORREGIRSE DE ACUERDO CON LA ALTURA DE LA INSTALACION, 2800 m.s.n.m.
 6. TODOS LOS EQUIPOS MAYORES A 15 KW TENDRAN INCLUIDOS EN SUS TABLEROS DE ARRANQUE LOS CONDENSADORES PARA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA.
 7. LOS BANCOS DE CONDENSADORES AUTOMATICOS SE COLOCARAN DE ACUERDO AL FACTOR DE POTENCIA MEDIDO EN EL SISTEMA.
 8. TODOS LOS TRANSFORMADORES SERAN TIPO SECO, ENCAPSULADOS, EN CAJA IP21 o SUPERIOR.

1	DIBUJO																			
2	DISEÑO	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA							AUTOMATIZACIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS				DIAGRAMA UNIFILAR GRUPOS EN PARALELO				ESCALA 1/1	
3	REVISÓ	Ing. Miguel Quispe V.	31.08.09								FUENTE				U.31					
4	APROBÓ																			

BIBLIOGRAFIA

- [1] Máquinas Eléctricas – Stephen J. Chapman
- [2] Código Nacional de Electricidad Edición 2007– Normas de Suministro y Normas de Utilización.
- [3] Manual de Instalaciones Eléctricas ABB – Edición Octubre 2007
- [4] Governing Fundamentals and Power Management – Manual 26260, Edition 2010
- [5] Power Management – Manual 01740B, Edition 1996
- [6] Application Manual – EGCP-2 Engine Generator Control Package - Woodward
- [7] Manual de Aplicación - Controlador EasyGen 3200 - Woodward