

## Tablero de transferencia comandado por microcontrolador

*Marder, F. - Lombardero, O. G. - Pecorelli, C.*

Depto. de Ingeniería Eléctrica - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - UNNE.  
9 de julio 1449 2P Lab Nº 10 - (3400) Corrientes - Argentina.  
E-mail: fmarder@exa.unne.edu.ar

### RESUMEN

El presente trabajo con carácter de desarrollo tecnológico, forma parte del proyecto PI Nº 454 aprobado por la SECYT UNNE, titulado "Diseño de sistemas de control y automatización para la industria basado en microcontroladores". El mismo consiste en el diseño e implementación de un tablero de maniobra para un sistema generador de energía secundario (grupo electrógeno) supervisado por un microcontrolador de bajo costo, que comanda un dispositivo de transferencia de la carga entre el grupo y la red.

### INTRODUCCION

Son innumerables los casos en que por fallas en la provisión de energía eléctrica de la red de 220/380V se han producido accidentes de distinto tipo y gravedad, llegando incluso a pérdidas materiales y humanas. Hoy en día, no solo existen sistemas electromecánicos industriales o domiciliarios accionados por corriente eléctrica, sino también toda una gama de equipamiento hospitalario de cirugía o de soporte de vida que no pueden quedar sin energía, sin dejar de mencionar los sistemas computarizados que manejan grandes cantidades de información científica o financiera. Esto llevó a la implementación de los denominados sistemas auxiliares de abastecimiento de energía de los que podemos distinguir dos grandes clases, según el tipo de generador de energía primaria.

1. grupos electrógenos
2. sistemas ininterrumpidos de alimentación

#### 1. Grupos electrógenos

Los GE están constituidos por un motor de combustión interna, un generador sincrónico, un tablero comando de motor y un tablero control del generador. Se emplean para la generación de energía durante el tiempo que no está presente la tensión de red, y dada la potencia que son capaces de manejar, pueden alimentar toda o una parte de la instalación eléctrica de un edificio. Se pueden encontrar grupos desde unos pocos KVA hasta 3500 KVA, lo que determina el tamaño y volumen. Si es necesario suministrar mayores potencias pueden emplearse grupos en paralelo. Los equipos estacionarios con potencias mayores a 5 KVA suelen venir provistos con motores Diesel que resultan muy económicos, y el valor nominal es la potencia aparente en KVA entregada en servicio permanente por el generador, según la norma VDE 0530.

Hay distintas maneras de conectar un grupo a los receptores a partir del momento que falla la red.

- a. en forma manual
- b. con automatismo (de 6 a 10 seg.)
- c. con automatismo y volante de inercia ( 1 a 2 seg.)
- d. con automatismo, volante de inercia y motor trifásico para régimen permanente (inmediato)

#### Motor térmico.

Pueden funcionar a gas, con diesel y con nafta, siendo estos últimos los más reducidos en tamaño, generalmente para empleo en residencias familiares o pequeños comercios.

Los datos indicados por los fabricantes sobre la potencia y el consumo se refieren a potencias permanentes de los motores con un rendimiento mecánico  $\eta_{mo} = 0,85$  a 977 mbar, con una temperatura del aire de 20° C y una humedad relativa del 60%. Para valores diferentes, se aplican los factores de corrección según DIN 6270. En

los grupos que manejan potencias de hasta 3500 KVA, la velocidad de rotación es de 1500 rpm, pero hasta potencias de 200 KVA son comunes velocidades de 3000 rpm. Los motores más empleados son : Perkins, Deutz, MWM, Volvo, Scania, Briggs-Straton, Cummins, Mercedes Benz.

### **Generador**

Normalmente es sincrónico trifásico, sin escobillas con excitatriz rotante, autoexcitado, autorregulado y autoventilado, y es menester que cumpla con la protección IP23.

### **Tablero comando de motor**

Tiene la llave de contacto, el pulsador de arranque, el manómetro de presión aceite, el termómetro para temperatura del agua, un amperímetro de carga de batería, cuentahoras, protecciones del motor, etc.

### **Tablero control del generador**

Cuenta con un frecuencímetro, amperímetro y voltímetro con conmutadora, interruptor termomagnético de protección calibrada y transformadores de intensidad.

## **2. Sistemas ininterrumpidos de alimentación (UPS)**

Son sistemas constituidos por una o varias baterías como fuentes de energía primaria, y un dispositivo electrónico convertidor de corriente continua a alterna. Por lo general se los emplean para alimentar sistemas de emergencia (luces o equipos de quirófano), de comunicaciones, PC's, y no están proyectados para funcionar largos períodos de tiempo. Pueden entregar energía a la carga casi instantáneamente de producido el corte de la tensión principal.(30milisegundos)

### **Desarrollo**

El proyecto que se presenta consiste en el diseño e implementación de un *tablero de maniobras automatizado*. Este es el sistema responsable de efectuar el control permanente del estado de la línea de 220/380V y efectuar el arranque del grupo en el caso de falla en la misma. Debe supervisar los retardos de tiempo necesarios hasta que el grupo esté en condiciones de alimentar la carga, y de realizar la transferencia de la misma una vez constatado el restablecimiento de la tensión de red y que no haya sido en forma transitoria. En caso de que el equipo no se encienda, debe repetir la maniobra varias veces, y en caso negativo accionar una alarma deteniendo la secuencia de control para analizar el problema, permitiendo el arranque manual del grupo.

El sistema electrónico para el comando del tablero se proyectó con un microcontrolador de la gama media de Microchip Inc, el PIC 16F84 cuyas características eléctricas son:

- encapsulado DIP de 18 pines
- 13 líneas de entrada salida (dos puertos)
- 1k x 14 bits de memoria de programa
- 36 registros de propósito general
- pila (stack) de 8 niveles
- cuatro fuentes de interrupción
- conjunto de solo 35 instrucciones
- circuito de vigilancia (watchdog) incorporado
- temporizador/contador de 8 bits
- modo de bajo consumo (sleep)
- cuatro modos de oscilación
- protección de código de programa
- memoria EEPROM de datos de 64 bytes

lo que lo presenta como una opción económica y flexible para un gran número de aplicaciones de control industrial. En nuestro caso hemos empleado la opción del modo de bajo consumo durante el cual el micro mantiene las tensiones en sus pines, pero desconecta el reloj interno quedando en estado de espera (*sleep*). Se optó por la opción de baja frecuencia de reloj con red RC puesto que los tiempos no son críticos, ya que se trabaja de tiempos del orden de los segundos para los retardos.

---

El diagrama en bloques del sistema propuesto es el siguiente

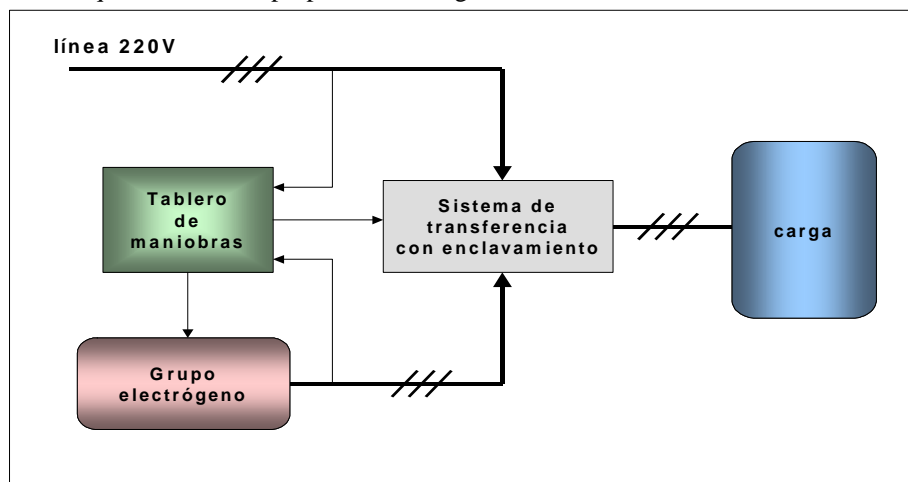


Fig N° 1 Diagrama en bloques del sistema de maniobra automatizado

En este diagrama podemos observar el tablero de maniobras que recibe información permanente acerca de la presencia de la tensión de línea. En caso de falla, inicia la secuencia de encendido del grupo, el cual una vez entrado en régimen es conectado a la carga por medio del sistema de transferencia con enclavamiento eléctrico. Este consiste de dos contactores con contacto auxiliar normal cerrado conectados según muestra la figura N° 2. De esta manera se asegura que el primer contacto auxiliar que reciba tensión inhabilita al otro evitando la posibilidad de alimentar la carga simultáneamente desde red y grupo. Existe sin embargo otro dispositivo con enclavamiento de tipo mecánico que en caso de grandes potencias presenta un grado más de seguridad ante eventuales fallas del contactor.

El diagrama esquemático del circuito implementado es el siguiente

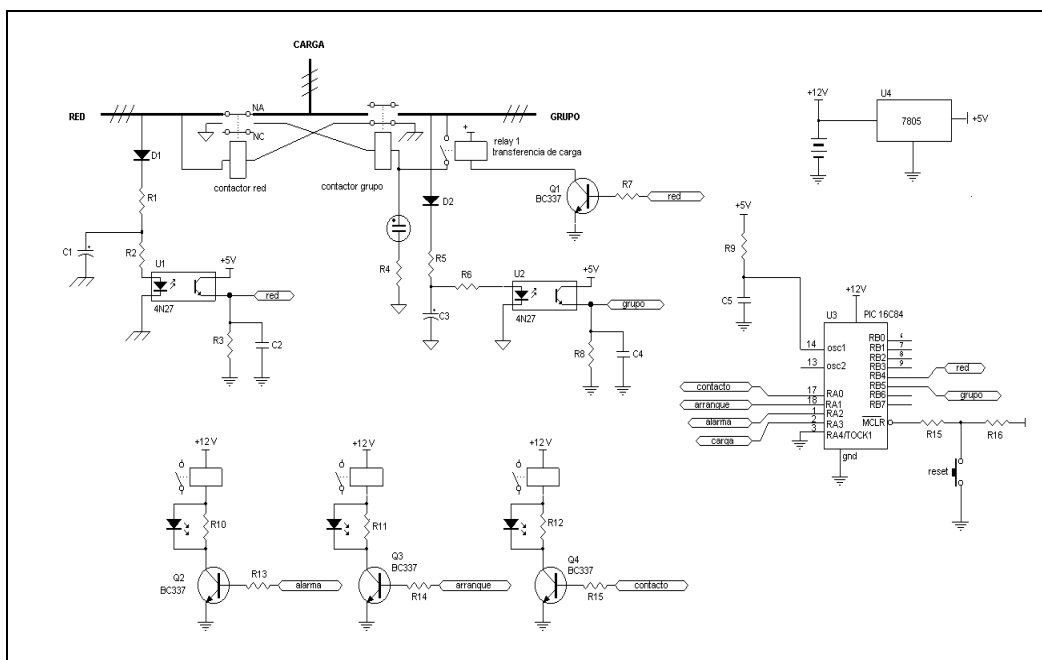


Fig N° 2. Diagrama esquemático del circuito utilizado

Podemos observar la simplicidad del circuito, obtenida gracias a la funcionalidad del microcontrolador que realiza todas las tareas de control. Luego de un período de tiempo donde todo funciona normalmente este queda en estado de espera (modo *sleep*) hasta que algún evento lo despierte. Es importante notar que se trabaja con tres referencias de cero volt (tierra de grupo, de red y de batería) por razones de seguridad y de lógica circuital. Los optoacopladores permiten aislar la parte de baja tensión y enviar la información de la presencia o ausencia de la tensión de red o de grupo al micro. Cuando esta señal se modifica (cambio de un "0" a un "1" lógico o viceversa), se produce en el microcontrolador una interrupción sacándolo de la condición de espera o *sleep*. Comienza así una rutina de control para verificar que sucedió y actuar en consecuencia. Las distintas opciones podemos observarlas en el diagrama de flujo simplificado de la figura N° 3.

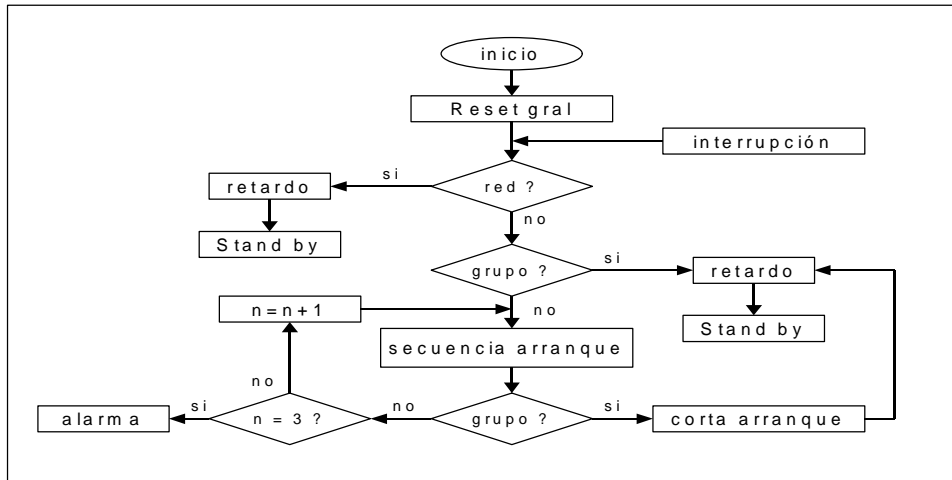


Fig N°3 Diagrama de flujo del programa de control

Se prefijó en tres el número de reiteraciones para el encendido del grupo electrógeno, considerando que sería suficiente para conseguir el mismo. En caso de no lograrse el objetivo el sistema enciende una alarma visual y sonora indicando un desperfecto, y permitiendo el encendido manual. Una vez en marcha el grupo, se aplica un retardo de estabilización antes de conectar la carga. Del mismo modo, una vez que retorna la tensión de línea, se comprueba que esto no haya sido por un transitorio, y se reconecta la carga, esperando un tiempo breve para el enfriamiento del grupo antes de desconectarlo. También está contemplada la posibilidad de que la tensión retorne durante el encendido del grupo o casi inmediatamente se haya conectado la carga al mismo, para lo cual se implementa un retardo a fin de comprobar que no haya sido en forma transitoria.

El comando del tablero de transferencia automática, se lo construyó e instaló en La Empresa " Radio noticias Sudamericana S.A.", Emisora de FM de la Ciudad de Corrientes capital, donde está funcionando actualmente.-

## REFERENCIAS

Spitta Albert, Instalaciones Eléctricas Tomo II, Ed Dossat 1978.  
Jose Ramírez Vázquez, Generadores de Energía Eléctrica  
Enciclopedia CEAC de Electricidad.  
Schneider-Electric Catálogo de productos 1999  
Cummins Hojas Técnicas  
Perkins Hojas técnicas.