

TABLERO DE CONTROL DE MICROCENTRAL HIDRAULICA*

ANDRADE, MIGUEL
HOENEISEN, BRUCE DR.
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

RESUMEN

Se diseña, construye y prueba un tablero de control estandar para microcentrales hidráulicas. Este tablero de control reduce el costo de las microcentrales y puede fabricarse en serie en el país.

INTRODUCCION

El problema de las microcentrales hidráulicas es su costo: a medida que la potencia instalada tiende a cero el costo por KW instalado tiende a infinito. Para reducir el costo de las microcentrales se ha desarrollado un tablero de control con las siguientes características:

- a) Diseño con módulos estandar para centrales monofásicas o trifásicas de 0 a 30 KVA, 220/127V, 60 Hz.
- b) Control automático de carga en vez de control de flujo de agua. De esta manera no se requiere el regulador de velocidad que actúa sobre la válvula aguja, ni el deflector del chorro si la turbina es Pelton; o los deflectores variables con su respectivo control si la turbina es Francis. También se evita la chimenea de equilibrio.
- c) No hay una barra de servicios auxiliares para protecciones, control y excitación. De esta manera se evita un banco de baterías (que requieren mantenimiento), un cargador de baterías y una fuente auxiliar.
- d) No se requiere mantenimiento preventivo ni operador permanente.
- e) Es de fácil construcción en el país con elementos disponibles localmente.

Además el diseño es inmune a la tolerancia de los componentes, a extremos de temperatura, a variaciones de tensión y frecuencia, y tiene elementos ampliamente sobredimensionados.

Como no hay control sobre el flujo de agua este diseño supone que es admisible embalar la turbina y el generador a 2,5 veces su velocidad nominal.

DESCRIPCION

En el plano 001 se indica el generador sin crono y el diagrama en bloques del tablero de control. Como generador se recomienda utilizar un motor de inducción de rotor bobinado con el rotor rebobinado.

* Los componentes del tablero de control fueron financiados por el Instituto Nacional de Energía, mediante un convenio con la Escuela Politécnica Nacional. Se presenta aquí un resumen del trabajo de tesis de Miguel Andrade.

El tablero de control consta de un disyuntor magnético P para protección de corto circuito, un elemento térmico trifásico T para protección de sobrecarga, un contactor K para conexión y desconexión de la carga, un disyuntor termomagnético P3 para proteger al regulador automático de carga, instrumentación completa, y tres módulos: el regulador de voltaje, el regulador automático de carga y el módulo de protecciones de la carga.

El control de voltaje y el control de frecuencia se indica en el plano 006.

Regulador de Voltaje. (Plano 002).

Este módulo tiene tres funciones:

- a) Rectifica la tensión de armadura A5-N5 para obtener la tensión continua de excitación N-F+.
- b) Compara la tensión de armadura con la tensión de un diodo zener de referencia. El error correspondiente controla la corriente en el enrollado de control TS - C del transformador saturable TS con lo cual se controla la excitación. De esta manera se mantiene esencialmente constante la tensión de armadura.
- c) Tiene un tiristor que permite quitar la excitación al generador en caso de falla.

Las características del regulador de tensión son las siguientes:

- Está diseñado para un campo de 100 VCC nominal y 0 a 3 A. Por lo tanto este regulador tiene capacidad para generadores de hasta aproximadamente 300 KVA (dependiendo de su diseño).
- Regulación mediante transformador con núcleo saturable lo que implica confiabilidad y baja disipación.
- Auto-excitación mediante la magnetización remanente del rotor.
- Mantiene la regulación de la tensión de armadura aún en el caso de embalamiento a 2,5 veces la velocidad nominal.
- Aún en el caso de falla del regulador de voltaje no puede haber sobre-excitación destructiva del generador debido a que el transformador TS trabaja en saturación.
- Soporta cortocircuitos en el campo.
- Tiene un ajuste de la relación V-I para operación en paralelo.

Módulo de protección de la carga (plano 003).

Este módulo desconecta la carga si ocurre una de las siguientes fallas:

- Bajo voltaje (127V - 10%)
- Sobre voltaje (127V + 5%)
- Baja frecuencia (57 Hz)
- Sobre frecuencia (63 Hz)
- Baja excitación (50 V)

Una vez corregida la falla se reestablece el módulo de protección de la carga presionando el botón respectivo.

Regulador automático de carga (planos 004 y 005).

El módulo de control (plano 005) envía pulsos de disparo a los tiristores en el módulo de potencia (plano 004). El ángulo de disparo de los tiristores determina la potencia disipada en la carga auxiliar. Esta potencia se regula de tal forma de mantener la frecuencia esencialmente constante. Además de la realimentación del error de frecuencia hay una realimentación de la derivada de la tensión lo que permite mejorar la respuesta transiente del sistema. El resultado de estas realimentaciones es que se mantiene casi constante la carga a tal vista por el generador: un cambio de potencia en la carga externa origina un cambio igual y contrario de la potencia disipada en la carga auxiliar.

Mayores detalles respecto del diseño, fabricación, puesta en marcha y estabilidad de este tablero de control se encontrarán en la tesis de grado de Miguel Andrade.

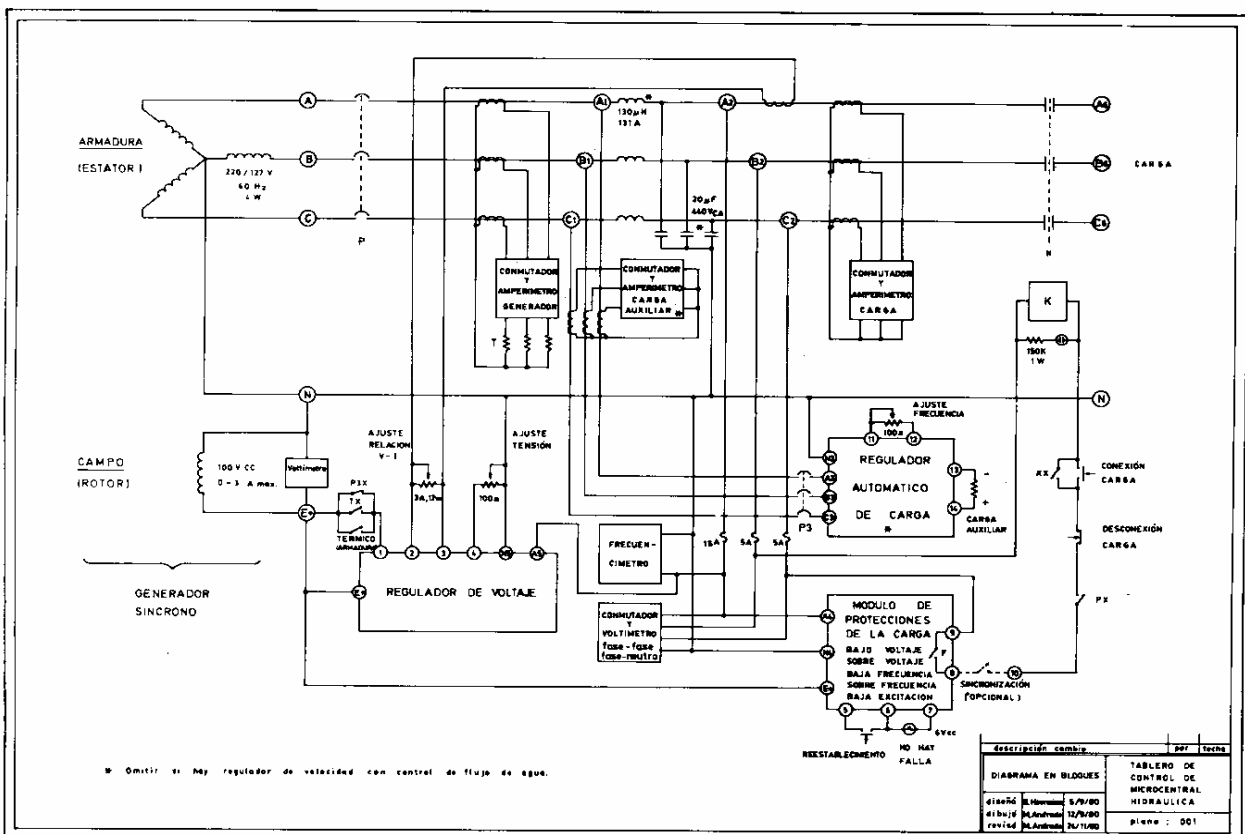
OPERACION

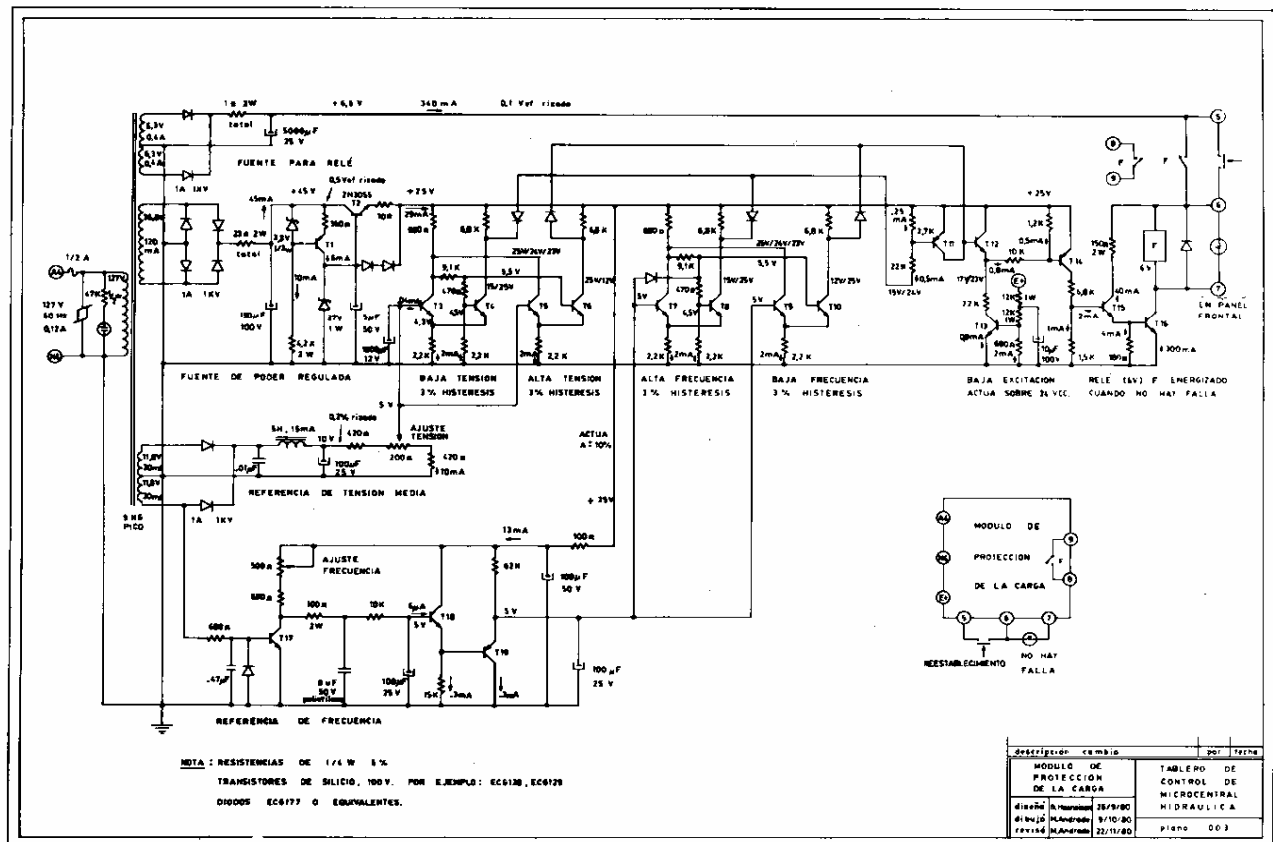
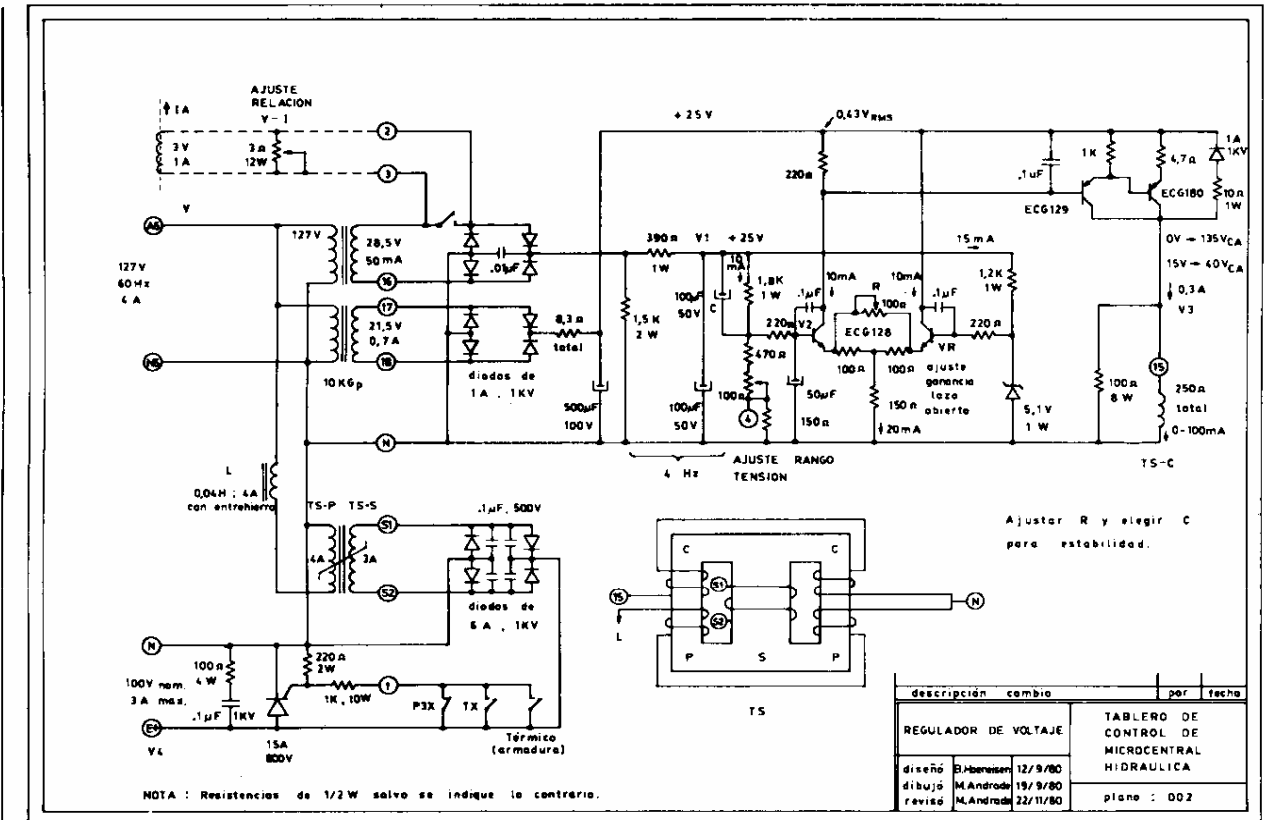
Para poner en marcha la microcentral se abre totalmente la compuerta de admisión de agua, se presiona el botón de reestablecimiento de falla y se presiona el botón de conexión de la carga. Para sacar de servicio la microcentral se desconecta la carga presionando el botón respectivo y se cierra la compuerta de admisión de agua.

CONCLUSIONES

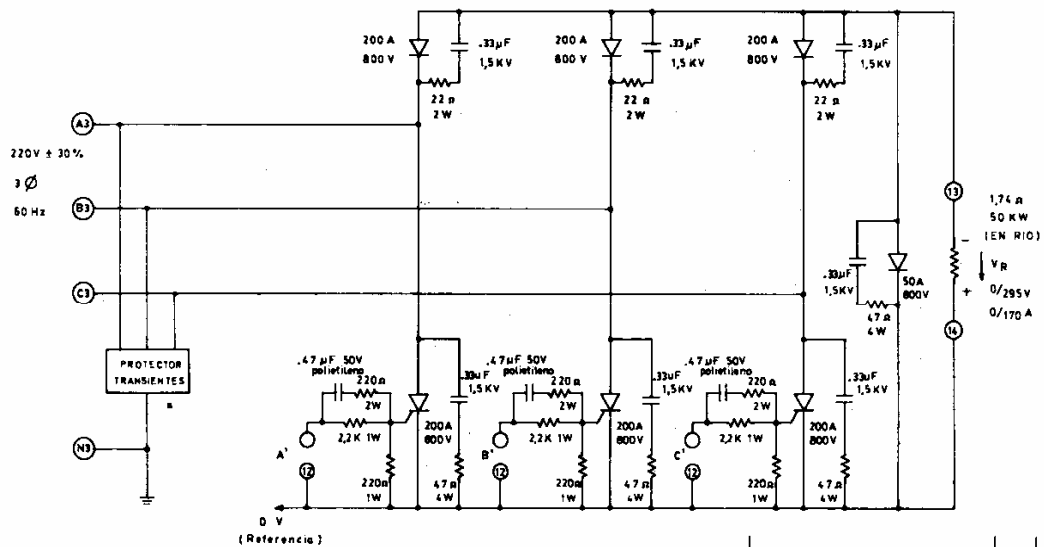
Las pruebas del tablero de control fueron enteramente satisfactorias. Al pasar de cero carga a carga nominal se obtuvo una variación transiente de tensión de 5V con una constante de tiempo de 0,3 segundos y variaciones permanentes de tensión y frecuencia de aproximadamente 1V y 1 Hz respectivamente.

El costo de los materiales empleados en la fabricación del regulador de voltaje, regulador automático de carga y módulo de protección de la carga fue de S/.30.986,18





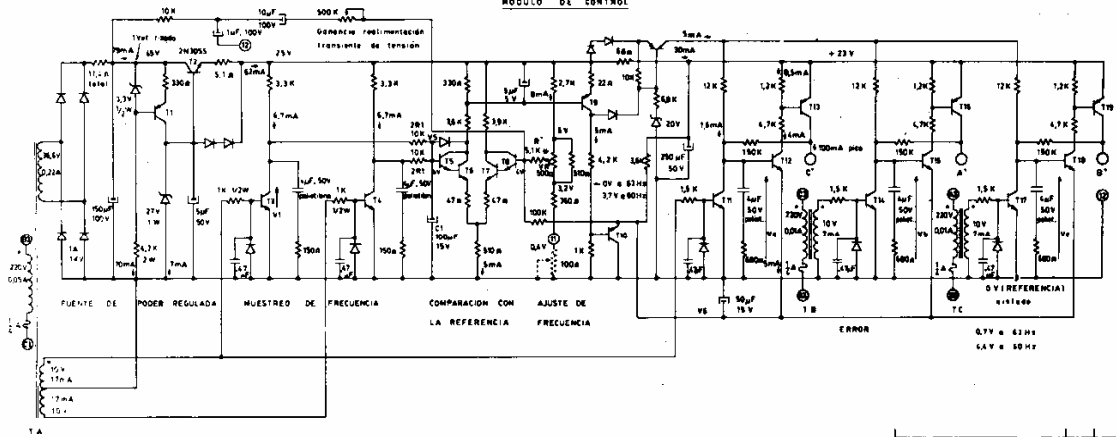
MODULO DE POTENCIA



NOTA : Diseño para 50 KVA máxima en la carga. Resistencias de composición.
 Factor de seguridad de 2 en corriente y 2,5 en tensión.
 Cada diodo rectificador y tiristor disipa 70W máxima.
 e Supresor de transientes, por ejemplo 'Wilkinson' 51A-3.
 A, B, C' son pares trenzados de módulo de control a módulo de potencia.

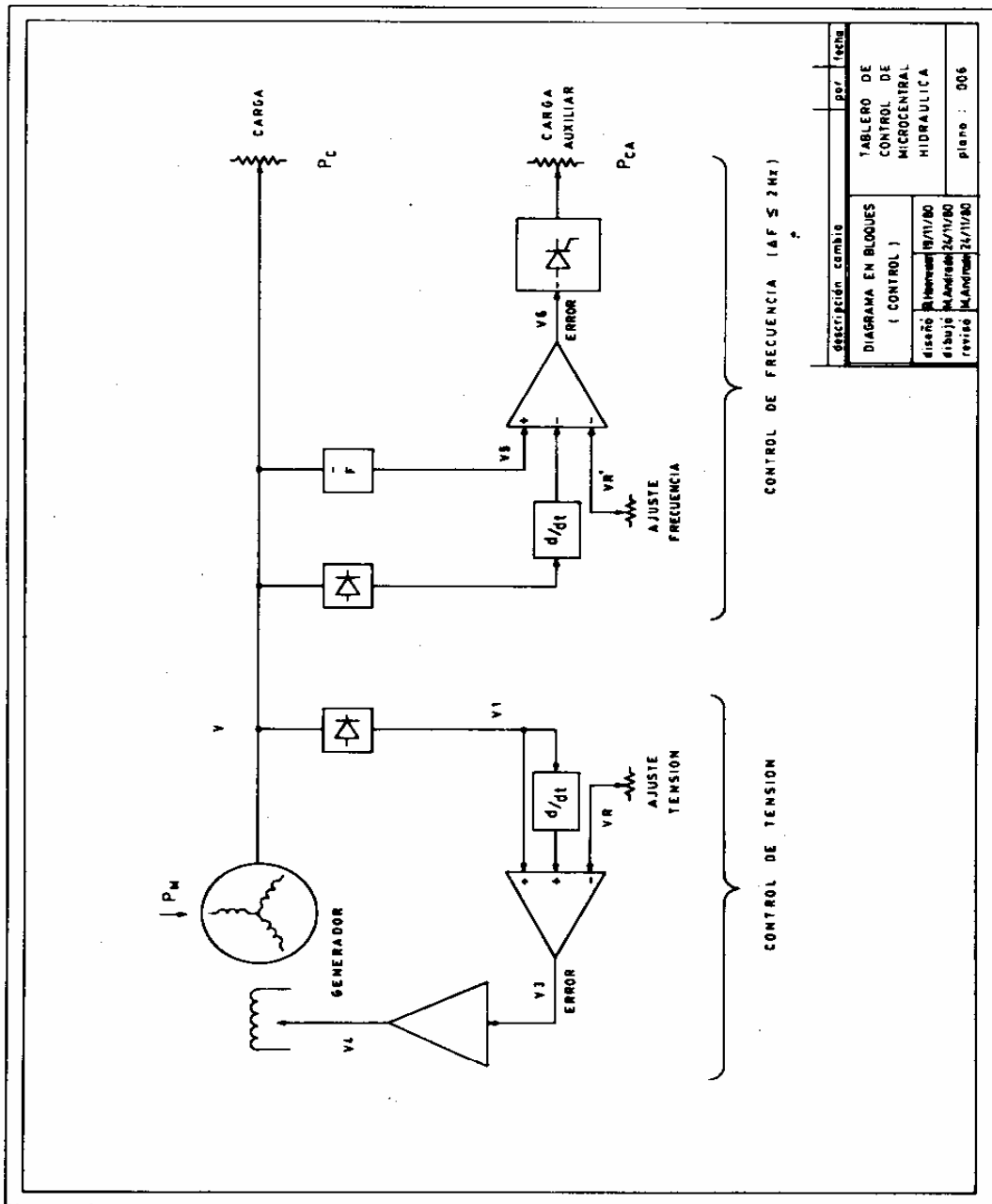
descripción	cambio	por	fecha
REGULADOR AUTOMATICO DE CARGA			
diseño	E. Hernandez	21/9/80	
dibujo	M. Andrade	30/9/80	
revisó	M. Andrade	24/11/80	
			plano : 004

MODULO DE CONTROL



NOTA : Lótes EC6177 a equivalente.
 Transistores de silicio, 100V, por ejemplo EC6128, EC6129.
 ⊕ -180VCC respecto de neutro. PELIGRO.
 W A determinarse en pruebas (ajuste ΔF entre 0 carga y plena carga)

descripción	cambio	por	fecha
REGULADOR AUTOMATICO DE CARGA			
diseño	E. Hernandez	25/9/80	
dibujo	M. Andrade	10/10/80	
revisó	M. Andrade	20/10/80	
			plano : 005



especificación cambio	psr	fecha
TABLERO DE CONTROL DE MICROCENTRAL HIDRAULICA		
DIAGRAMA EN BLOQUES (CONTROL)		
diseño	MAandrad	19/11/80
dibujo	MAandrad	24/11/80
revisó	MAandrad	24/11/80
plano : 006		