

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

PROYECTO DE UN TABLERO DE CONTROL PA-
RA OPERACION AUTOMATICA DE UNA PLANTA
DE FORMOL DE 5 TONELADAS DIA.

2298

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A

ADOLFO MEJIA URIBE

México, D. F.

1976



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi madre y padre.

Con admiración, cariño y respeto
a quien debo todo.

Como un premio a sus esfuerzos
y dedicación por mí.

A mis hermanos.

La gratitud eterna de la deuda
y una firme promesa de superación.

A mi tía y primos.

Las gracias más expresivas; por su ayuda,
por sus consejos, por la confianza que
tienen en mí.

Con afecto y gratitud

400T
SA

A mis Padres

Ignacio Rodríguez Hernández

Eulalia Rivera de Rodríguez

A mis Hermanos

Ignacio Sigfrido y

Leticia

Con todo cariño y amor:

A mi querida y bondadosa Esposa.

Mi agradecimiento a los C. Ingenieros

Mario H. Moreno

Antonio Velázquez R.

Muchas gracias a todos.

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA.

PRESIDENTE	PROF.	OCTAVIO FIGUEROA ARECHAVALETA
VOCAL	"	TOMAS FARGAS IGLESIAS
SECRETARIO	"	VICTOR PEREZ AMADOR
1er. SUPLENTE	"	CUBERTO RAMIREZ CASTILLO
2do. SUPLENTE	"	ROBERTO ANDRADE CRUZ
SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA		GENESIS, S. A.
SUSTENTANTE		ADOLFO MEGIA URIBE
ASESOR I. M. S.		VICTOR PEREZ AMADOR

INDICE .

	Página No.
Resúmen -----	1
Introducción -----	3

CAPITULO I.

PLANTA DE FORMOL.

Tanques de almacenamiento -----	8
Torre Lavadora Empacada -----	10
Evaporador -----	12
Reactores -----	14
Columna de destilación inclinada -----	18
Condensadores -----	26

CAPITULO II.

INSTALACION ELECTRICA.

Características eléctricas del sistema alimentador	30
Motores Industriales -----	31
Características de los motores -----	32
Método de arranque de motores -----	37
Elección del equipo de fuerza -----	40
Características eléctricas del sist. de distribución	43
Protección de los circuitos -----	46

C A P I T U L O I I I .

I N S T R U M E N T O S D E M E D I C I O N Y C O N T R O L

Página No.

Control automático -----	49
Presión -----	52
Temperatura -----	54
Flujo -----	66
Nivel -----	67

C A P I T U L O I V .

T A B L E R O D E C O N T R O L

Cálculo y Diseño -----	72
Construcción -----	76
Montaje -----	76
Conclusiones -----	80
Bibliografía -----	81

R E S U M E N .

Con los conocimientos recibidos en la Escuela y la experiencia adquirida durante el transcurso de mi trabajo, me tocó desempeñar en una Compañía de Diseño y Construcción de Equipo para Plantas Químicas; el Diseño, Construcción e Instalación de un Tablero de Control para Planta de Formol de 5 toneladas día.

Este Tablero de Control Automático se hizo con la finalidad de evitar el empleo de tantos obreros para el funcionamiento de la Planta, lo cual trae como consecuencia que con un sólo operador es posible controlar toda la Planta. El tablero está constituido por:

a).- Una maqueta de lo que es la Planta; llevando pilotos (foquitos) indicadores cada una de las partes más importantes.

b).- Termómetros Registradores de 6 puntos para medir la temperatura en las diferentes partes de la Planta.

c).- Termómetros Indicadores para medir las mismas temperaturas.

d).- Manómetros, para indicarnos la presión a la cual trabaja la Planta.

Además cuenta con alarmas para que si hay alguna anomalía en la Planta indique al operador inmediatamente y automáticamente

te por medio de un piloto indicador en que parte de la Planta -
existe la anomalía y así se revise en la Planta real el desper--
fecto y se lleven a cabo los trabajos necesarios a realizar.

Los principales puntos a tratar en el Proyecto del Tablero
de Control que es el tema de esta tesis, serán desarrollados en
los capítulos correspondientes de la siguiente manera:

- I.- Planta de Formol
- II.- Instalación Eléctrica
- III.- Instrumentos de Medición
- IV.- Diseño del Tablero.

I N T R O D U C C I O N .

La buena operación de un proceso depende del control de las variables del mismo. Estas variables se definen como condiciones que están sujetas a cambio, ya sea en los materiales de proceso o en los aparatos. Debido a que puede haber varios factores de operación y materiales que pueden cambiar en el proceso más simple, el mantenimiento del control en un proceso completo es parte muy importante del diseño. Muchos de los avances en la tecnología de proceso de los años recientes se han debido en parte a la popularización de los mecanismos automáticos de control. Naturalmente, un estudio completo de un campo tan amplio está más allá del propósito de la presente, y sólo se tiene la intención de presentar una introducción de manera práctica a los principios más elementales del control de proceso.

Cuando se fija un diagrama de flujo para un proceso dado, la temperatura, presiones, y cantidades de flujo se fijan teóricamente de acuerdo con balances de calor, presión y materiales. Trasladar este diagrama de flujo a una planta operable requiere que se tomen provisiones especiales para asegurar una constancia relativa tanto de cantidades como de calidades. Es posible alcanzar una constancia absoluta aún en las operaciones industriales más simples, y éstas no incluyen la multitud de operaciones complejas que normalmente se encuentran. Tómese el caso de

un tanque de almacenamiento al cual mediante una bomba se le suministra líquido continuamente y con otra bomba idéntica se le succiona. Debido a las diferencias en succión y descarga, las dos bombas, actuando independientemente, bombean a diferentes gastos y el nivel del líquido en el tanque de almacenamiento no puede esperarse que permanezca constante.

Factores similares influyen en casi cualquiera de las condiciones del estado estable. Considere sólo los servicios tales como vapor de agua a alta y baja presión, agua de enfriamiento, -electricidad, aire comprimido, y suministro de combustible. Cuando cualquier proceso unitario simple de una planta se para o se arranca, esto puede afectar el suministro de los servicios a los otros procesos unitarios. Además, cuando los hornos en la casa -de fuerza se reparan periódicamente, la temperatura, presión y -cantidad del vapor en la planta pueden tener alguna variación. Similarmente, un cambio súbito en la demanda de vapor en algún -punto de la planta para calentar grandes recipientes puede originar suficiente variación de la velocidad que afecte el rendimiento de bombas movidas por turbinas de vapor, compresores y generadores, incluyendo sus capacidades y presiones. También la temperatura del agua de la torre de enfriamiento, debido a variaciones en las condiciones atmosféricas, puede afectar la transferencia total de calor en puntos críticos del proceso. Si se añade a esto las variaciones resultantes en los cambios de composición

de los materiales de que se alimenta al proceso, tales como los puntos de ebullición, calores específicos, o viscosidades, y se pueden anticipar fluctuaciones en la presión, temperatura y flujo de fluidos en las corrientes del proceso.

El control automático se emplea para medir, suprimir, corregir, y modificar cambios de los cuatro tipos principales de variaciones en el proceso:

- 1.- Control de temperatura
- 2.- Control de presión
- 3.- Control de flujo
- 4.- Control de nivel

Hay, además, otras variables controlables tales como la gravedad específica, conductividad térmica, velocidad y composición.

C A P I T U L O I.

P L A N T A D E F O R M O L.

El funcionamiento de la Planta consiste en lo siguiente como se muestra en el diagrama de flujo:

El metanol es bombeado automáticamente del tanque de almacenamiento, del mismo al tanque de proceso y al mismo tiempo por medio de un soplador de acción positiva, se pasa una corriente de aire a través de una torre de lavado del mismo. Tanto el metanol como el aire se mezclan en un evaporador que mantiene con la máxima exactitud, la relación correcta de metanol - aire indispensable para el proceso, que luego pasan por un sobrecalentador y así entran bajo las condiciones correctas al catalizador que transforma el metanol en formaldehído.

Los gases resultantes se enfrían y condensan parcialmente por medio de un aditamento especial a la temperatura requerida para entrar a una torre de absorción y destilación inclinada la que, por medio de un sistema de evaporación adecuado, posibilita obtener un formaldehído hasta de 50% de concentración o más. El metanol excedente regresa a proceso.

Todo el manejo de la planta se logra en forma automática y a pesar que el metanol en el catalizador llega hasta temperaturas de hasta 650°C , nunca, se ha tenido que lamentar accidente alguno.

El material en esta planta es de lo mejor que se logra en el mundo y de lo más moderno.

Las ventajas que se ofrecen sobre los demás sistemas son:

a).- Se logra producir un formol de hasta 50% de concentración con la cantidad de metanol libre que se desea.

b).- La planta es sumamente compacta.

c).- Se trabaja exclusivamente con una sola torre de absorción y destilación en una unidad, siendo que en todos los demás procesos primero se absorbe en dos torres y posteriormente se destila en otra torre.

d).- El diseño de la torre es único en el mundo con grandes ventajas sobre cualquier otra torre de destilación conocida.

e).- En algunos procesos se evita la torre de destilación; pero no se logra un formol de alta concentración.

f).- Se usan condensadores de diseño propio que ahorran una gran cantidad de agua.

g).- La automatización y servicio de la planta es consecuentemente más sencillo y seguro que en los otros sistemas.

El equipo básicamente consta de lo siguiente:

Tanque de almacenamiento de metanol.

Soplador de desplazamiento positivo.

Torre lavadora de aire.

Tanque alimentador de metanol.

Evaporador - mezclador para aire - metanol.
Sobrecalentador de gases.
Catalizadores.
Carburadores condensantes.
Torre de destilación y absorción inclinada.
Condensadores mixtos o de aire aletados.
Equipo de congelación por compresión o absorción.
Sistema de concentración - evaporación.
Equipo de desionización para el formaldehído.
Motores, bombas, válvulas, conexiones, etc.
Equipo de control, registro eléctrico o neumático.

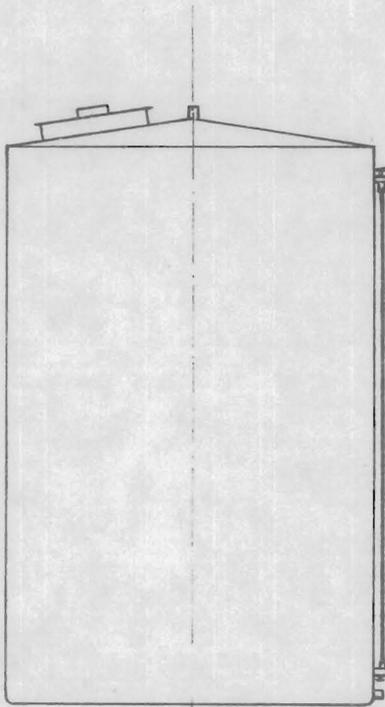
TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Para este tipo de equipo la planta consta de 9 tanques de almacenamiento, los que se instalan como lo indica el plano general, formándose la zona de tanques de la siguiente manera:

- a).- Un tanque de acero inoxidable tipo 304 Cal. 10 para metanol con capacidad de 1200 litros.
- b).- Cuatro tanques de acero inoxidable tipo 304 Cal. 10 para desionización del formaldehído con capacidad de 300 litros cada uno.
- c).- Tres tanques de acero inoxidable tipo 304 Cal. 10 para formol con capacidad de 2500 litros cada uno.
- d).- Un tanque de acero inoxidable tipo 304 Cal. 10 para formol con capacidad de 2000 litros.

Estos tanques se calcularon para una presión de 2Kg./cm.^2 y cuentan con los siguientes accesorios:

- a).- Registro de hombre de 36 cm. de diámetro.
- b).- Cople para válvula de seguridad de 25.4 mm.
- c).- Cople para alimentación de 25.4 mm.
- d).- Cople para descarga de 25.4 mm.
- e).- Cople para nivel de 12.8 mm.
- f).- Cople para válvula de purga de 25.4 mm.



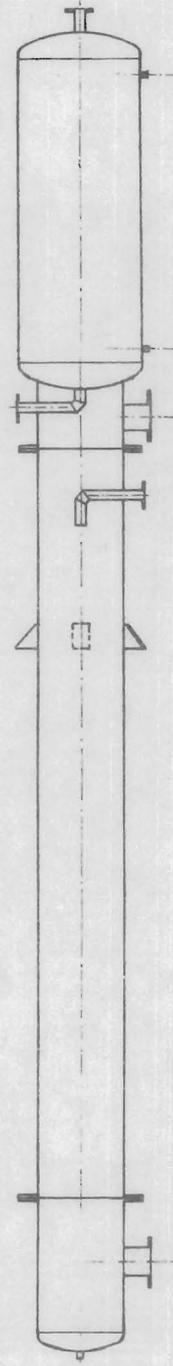
TANQUE DE ALMACENAMIENTO

TORRE LAVADORA EMPACADA.

La torre que se utiliza en esta planta es con el objeto de que el aire al ser succionado por medio de un ventilador, pasa luego a través de dicha torre la cual se encuentra empacada de carbón mineral con el fin de que el aire al pasar por ahí se le quiten todas las impurezas. En esta forma el aire llega limpio hasta el evaporador en donde ahí se mezcla con el metanol, manteniéndose con la máxima exactitud la relación correcta de metanol-aire indispensable para el proceso.

Además en dicha torre, en la parte superior tiene colocado el tanque de la materia prima el alcohol (metanol), el cual por medio de un aditamento especial por presión y gravedad pasa luego al evaporador manteniéndose el nivel del mismo en forma automática.

Para mayor claridad, a continuación se presenta un plano de dicha torre en donde ahí se muestra el tanque de la materia prima.



TORRE LAVADORA EMPACADA

EVAPORADOR.

Las industrias de procesos químicos utilizan ampliamente la transferencia de energía como calor.

Han sido ya establecidos dos mecanismos para la transferencia de calor.

Molecular.- La transferencia de calor mediante acción molecular, que recibe el nombre de conducción.

Turbulenta.- La transferencia de calor mediante un proceso de mezclado; al que se ha dado generalmente el nombre de convección.

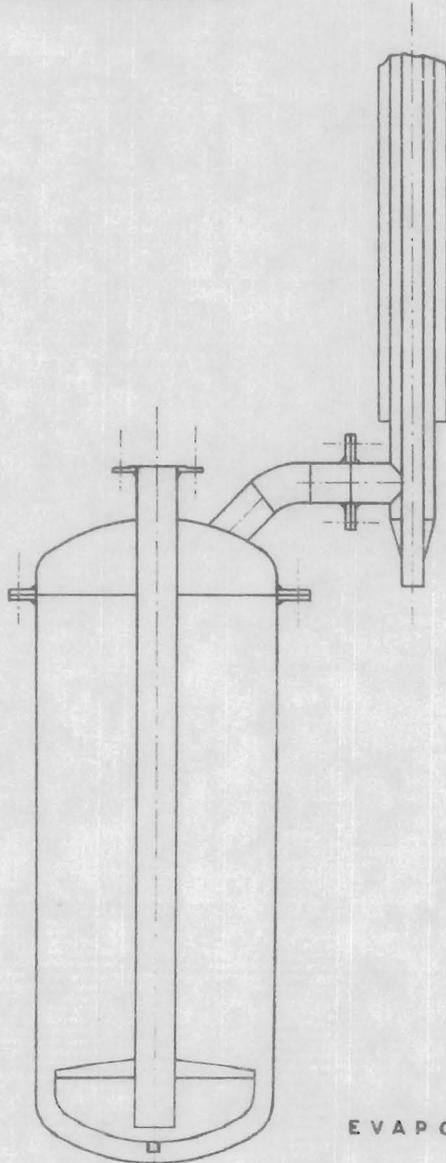
Estos dos mecanismos pueden presentarse en forma simultánea o individual.

Un tercer mecanismo para la transferencia de calor, que es bastante común, pero que no ha sido discutido convenientemente, es la radiación; que es la transferencia de calor mediante emisión y absorción de energía sin que intervenga un contacto físico.

La única característica en común de la mayor parte de los intercambiadores de calor, es que la transferencia se hace de una fase caliente a una fase fría y que las dos fases están separadas mediante una frontera sólida.

En esta parte de la planta se realiza la mezcla metanol-aire; ya que su construcción es tal que permite que el aire al pasar a través de un plato distribuidor de bujías (que se encuentra dentro del evaporador) las cuales se encuentran inundadas de metanol,

se genere la mezcla de gases metanol - aire; pasando después a un precalentador de tubos concéntricos según se muestra en la siguiente figura, y de ahí pasan en seguida a los reactores en donde se efectúa la reacción catalítica.



EVAPORADOR

REACTORES.

Aunque el empleo de reactores catalíticos de lecho fluidizado aún no se contempla en escala industrial, la experiencia ha de mostrado que los mejores resultados se obtienen operando en un reactor catalítico adiabático. Así la mezcla de gases metanol - aire penetran por la parte superior de cada convertidor mediante un distribuidor de gases para cinco reactores; pasando a continuación a través de un lecho catalítico de plata, donde la reacción alcanza una temperatura de 480°C . y 1.38% de conversión, ya que a mayor temperatura traería como consecuencia que el catalizador se funda y entonces en este caso lo que se produciría sería un formol con mucha acidez.

A continuación los gases reaccionantes de los cinco convertidores son enfriados en un intercambiador de calor, el cual utiliza aire succionado directamente de la atmósfera. Una vez efectuada esta operación, los gases pasan a la torre de destilación.

Número de reactores.-El número de reactores utilizados para esta planta consta de cinco; estando colocados en forma de un pentágono para lograr una mejor distribución de los gases, según se muestra en la siguiente figura.

Cada reactor tiene un diámetro de 360 mm., una altura de parte recta de 350 mm. y una altura total incluyendo las tapas semielípticas de 565 mm.

La cantidad de formol que se produce por cada reactor con -

estas dimensiones es de una tonelada diaria.

La cantidad necesaria de catalizador que se utiliza para cada reactor es de 7 Kg. de plata.

Operación.- En la operación del reactor con masa catalítica nueva, es necesario que en el reactor se le provoque un calentamiento mediante un quemador de oxígeno - acetileno hasta alcanzar una temperatura de 150°C . Una vez lograda esta operación, se procede a permitir la entrada de la mezcla de gases metanol - aire, manipulando para ello las válvulas correspondientes.

A continuación se procede de esta misma manera, el arranque de los demás reactores y una vez logrado esto se procede a controlar las temperaturas para mantenerlas en un promedio de 480°C .

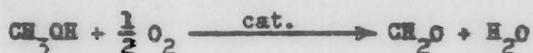
Envenenamiento del Catalizador.- El término "veneno" ha sido utilizado vagamente para referirse a cualquier material que retarde la velocidad de una reacción catalítica. Así, los productos de reacción algunas veces son expresados como venenos porque al aumentar su concentración se reduce la velocidad.

Sin embargo, se cree más lógico eliminar todos los reactivos y productos de la clasificación venenos y reservar el término para otros compuestos, los cuales retardan la reacción al reducir el número de centros activos útiles para los reactivos. Tales venenos pueden ser clasificados como temporales o permanentes.

El envenenamiento del catalizador en este caso proviene de la elevación de las temperaturas, dando como consecuencia un fer-

mol muy ácido; o también se puede envenenar si no se tiene cuidado al colocarlo dentro del reactor.

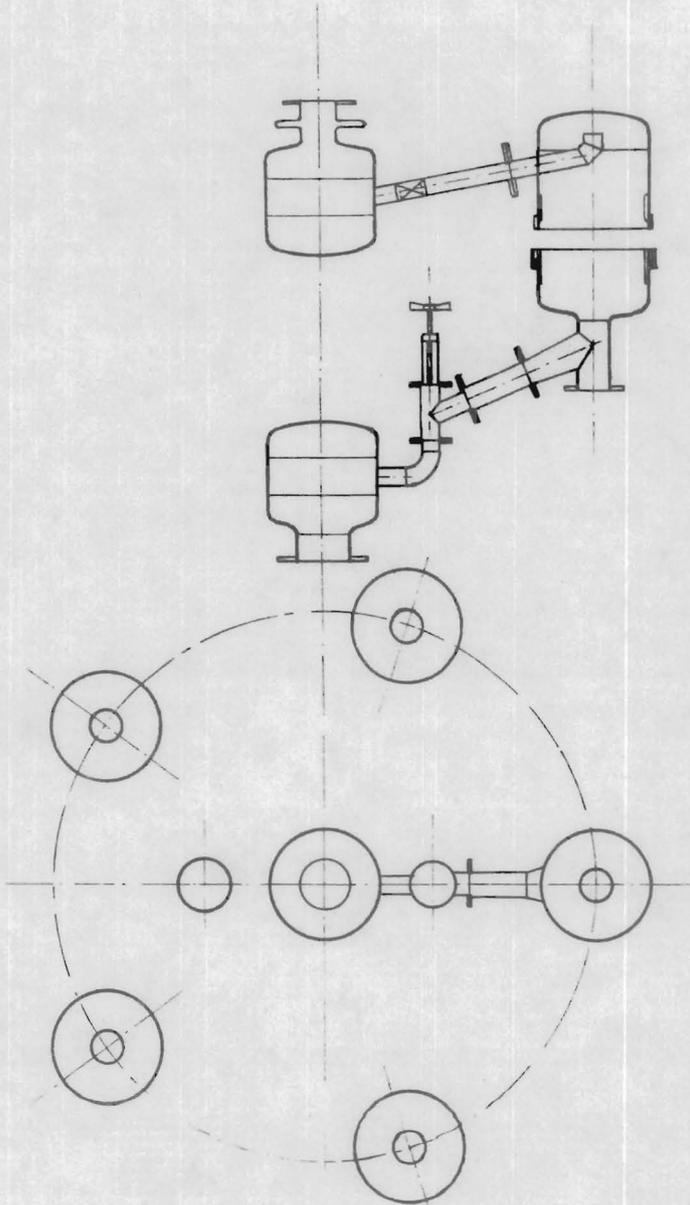
La reacción que se lleva a cabo es la siguiente:



En virtud de que la reacción anterior es extremadamente exotérmica, la temperatura de los gases se eleva a 500°C., siendo disipado el calor desarrollado a la atmósfera ya que dichos reactores están a la atmósfera.

Con el fin de mantener la concentración constante, se introduce agua al sistema mediante unos carburadores que están localizados en la parte inferior de cada reactor, de donde de ahí salen los gases de formaldehído y pasan a un enfriador y finalmente a la torre de destilación.

En seguida, parte de estos gases se vuelven a enfriar mediante unos condensadores tipo mixtos acuatubulares.



DISTRIBUCION DE REACTORES

COLUMNA DE DESTILACION INCLINADA.

Uno de los métodos físicos que seguramente ha tenido un extraordinario desarrollo dentro de la Industria Química ha sido el de la Destilación, quizás debido al incremento preponderante de la Industria Petrolera y todos los procesos conexos a ella para la elaboración de un sinnúmero de productos químicos que hasta hace relativamente poco se consideraban derivados exclusivos del carbón de hulla.

La Destilación tiene en sí la facilidad de poder manejar cualquier clase de volúmenes de materiales, sin prácticamente la intervención del hombre, es decir de la mano de obra.

El perfeccionamiento logrado en esta clase de Equipos ha hecho posible que prácticamente no existan límites de presión y temperatura en los que no se puede utilizar el proceso; tenemos desde el muy alto vacío, hasta presiones extremadamente altas, tenemos destilaciones desde temperaturas cercanas al cero absoluto, hasta las temperaturas más altas manejables por el hombre; las separaciones han llegado prácticamente a la perfección, pues en escala máxima se logran separaciones de productos con diferencias de temperaturas mínimas.

Se describirá la Columna de Destilación Inclínada y posteriormente se hará una comparación con las columnas usuales para que se comprendan todos los problemas que pudieran resultar, así como todas las ventajas y desventajas que pudieran surgir.

En la Torre que se presenta ahora, se han aplicado interiormente todos los elementos usuales de una Torre de Destilación común, como son las bajantes, derrames, cuellos para gases, cachuchas de barboteo, etc. y solamente se ha modificado en ciertos aspectos su distribución para darle la forma exterior.

Varios problemas se presentaban originalmente para resolverse: la altura total de la columna, el mantenimiento de la misma, la construcción de la columna con diámetro reducido 60 cm., la alimentación del reflujo, etc. es de creerse que en todos los casos se lograron ventajas muy apreciables. Tratando cada uno de ellos se tiene:

Según los datos que se encontraron en la Bibliografía respectiva, la distancia media usual entre plato y plato se puede considerar de 60 cm., mientras que en nuestro caso se ha logrado disminuir esa altura a 8 cm. Explicado en esta forma no se da una cuenta de la diferencia tan grande que se puede tener en una construcción real; pero si se toma como base una Columna de Destilación de 30 platos, lo cual no es fuera de lo común, se tendría en un caso -- 15 metros y en el otro 2.40 metros de altura. Ello redundaba desde luego, en que se puede lograr un ahorro considerable en la instalación y en el manejo de un caso comparado con el otro, puesto que en el caso común, 15 metros de altura, representa una estructura mínima de 5 pisos, siendo que en el otro caso solamente es de un piso.

Otro aspecto importante es el del mantenimiento del equipo. Cuando en una Columna de Destilación común hay que efectuar alguna reparación existen dos posibilidades, ó se hace para cada plato una brida, lo cual permite el desarme total de la columna, ó se instalan agujeros de hombre que permitan el acceso al lugar de reparación. Ambos casos tienen sus problemas. Si la Columna de Destilación es de un diámetro menor, digamos de 50 a 60 cm. de diámetro, es usual instalar esas bridas; pero, si por ejemplo hay que hacer una reparación en su plato intermedio ó inferior, no queda otro remedio que desarmar toda la columna. Cuando se trata de columnas mayores, entonces se acostumbra instalar agujeros de hombre, lo cual no evita que todo el mantenimiento tenga que hacerse a alturas muchas veces peligrosas e imprácticas y que de cualquier modo si se trata de desarmar o substituir parte del plato la dimensión del agujero de hombre no permitiría introducir o sacar grandes piezas a través del mismo. En nuestro caso, dado que al quitar la tapa superior, quedan completamente al descubierto todos y cada uno de los platos, su reparación y mantenimiento ni tiene que efectuarse a grandes alturas, ni tampoco que realizarse desmontando toda la Columna.

El siguiente aspecto es el de la construcción de la Columna para diámetros reducidos, digamos de 50 cm. Si se instala una brida en cada plato, su construcción no es complicada; pero si se trata de fabricarse la columna, ya no digamos integralmente, sino por secciones de dos, tres, ó más platos, entonces su fabrica

ción se vuelve muy complicada. Cualquier trabajo mecánico de soldadura, de ajuste, de nivelación, etc., acarrea un sinnúmero de problemas.

Finalmente si se considera el problema de la alimentación del reflujo. Si se acepta la altura citada de 15 metros como normal, existen dos posibilidades para resolver la alimentación del reflujo: ó se construye una estructura más alta que la columna para colocar los condensadores allá arriba y que por gravedad se alimente el reflujo, ó se bajan los gases al nivel del piso y se coloca una bomba que trabajará en forma continua, día y noche, para bombear y dosificar el reflujo. En nuestro caso se colocan los condensadores a tres metros de altura y se alimenta el reflujo por gravedad.

En general la distancia que se toma entre plato y plato está dada exclusivamente como un medio de evitar el arrastre mecánico de pequeñas gotas de líquido al barbotear los gases en forma ascendente y a través de ellos. Se han probado diferentes formas de poder mejorar esta deficiencia.

Según la misma, la eficiencia de un plato prácticamente se mantiene cerca de 100% si sobre las cachuchas de barboteo se coloca un emparrillado en el que se colocan diferentes rellenos, como por ejemplo: anillos de Rasching ó sillas de Berl, etc. y en este caso se optó por poner un empaque que ha dado un buen resultado. De esta manera ya se puede reducir en mucho la altura de la colum

na y quedaría exclusivamente como único factor la caída necesaria de líquido en destilación de plato a plato, factor que no tiene mayor importancia en las columnas comunes, puesto que se tiene la altura suficiente para lograr la presión necesaria.

La caída de presión existente entre plato y plato está dada primordialmente por la presión que tienen que vencer los gases del plato inferior para lograr el barboteo de las cachuchas. Si observamos las recomendaciones que hacen al respecto en la Bibliografía, encontramos que la altura de inmersión en el líquido en las Torres de Destilación al vacío es de 5 a 15 mm., recomendándose una altura máxima de 40 mm., pues un aumento de tal inmersión es innecesario y perjudicial. Entonces después de efectuar numerosos experimentos, se vió que una altura entre plato y plato de 8 cm. da la caída de presión suficiente para que trabaje la Torre normalmente. En nuestro caso se usó en las pruebas una mezcla de Metanol-Agua.

Otra ventaja importante debida a la configuración del plato es que en este caso resulta rectangular y no circular, como es usual en todo el mundo. Al calcular la velocidad de los gases dentro de la columna, velocidad que a su vez determina el diámetro del equipo, la forma circular reduce el área a un 78.5% comparada con la misma área rectangular, entonces en este equipo se ha logrado un aumento en el área de más de un 20% sobre las instalaciones normales.

Distribución de la Columna:

Si se considera una Torre de Destilación usual, el espacio que ocupa sobre el terreno como columna en sí es muy reducido, pues solamente es una proyección de la superficie transversal de la columna; pero ya sea por la estructura que tenga que construirse ó por la instalación a nivel de piso de los condensadores y bombas, el espacio real viene siendo mucho mayor. Este resulta prácticamente igual que en nuestro caso y dado el sistema de conexión de las secciones, la colocación de las mismas puede ser muy variada sin alteración de la altura.

Esta columna se probó con una mezcla de Metanol-Agua (57% Metanol) habiendo logrado resultados comprobatorios perfectos en cuanto a presiones, flujo de líquidos y gases, temperaturas, etc., lo cual pudo ser comprobado por colocación de tubos de muestreo en cada plato.

En general y dado los resultados obtenidos no es necesario seguir exponiendo otras y mayores ventajas y se tratará de explicar la única desventaja que se encontró y que descorazonó al principio. La condensación de los vapores en la Torre.

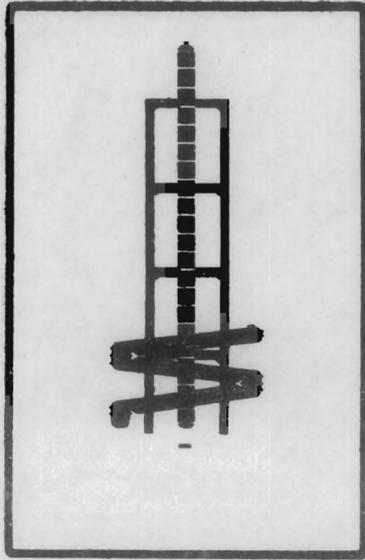
Todas las destilaciones se basan en un proceso térmico el cual se altera en parte por la condensación que se efectúa en la parte cilíndrica de la columna.

En torres grandes la superficie de contacto con el ambiente es pequeña en proporción al volumen de gases (área transversal)

y la condensación parcial no se aprecia mucho, además de que ese condensado cae sobre el plato inmediato inferior y aun cuando su composición es alterada, modificando la eficiencia del plato, el proceso se continúa.

En este caso no es así, la conducción de los gases va a la parte superior de un plato a la inferior del otro y las superficies de la envolvente en contacto con el ambiente no permiten - que algún condensado formado retorne al plato inferior.

En este caso se encontró que la condensación en la tapa superior no afectaba mucho pues el líquido se desliza, por la inclinación descendente de la tapa, sobre el relleno; pero el condensado de la tapa inferior llegó a ser un problema sobre todo - en el lapso de calentamiento de la Columna: En la parte inferior de cada sección se puso un grifo de prueba en donde se estuvo midiendo el condensado. Este llegó a tomar proporciones alarmantes al grado de que llegó a obstruir el paso de los gases. Afortunadamente este problema también quedó resuelto al recubrir la tapa inferior y superior de la columna con el aislamiento térmico correspondiente, reduciéndose a un mínimo el condensado. De cualquier modo y para evitar alguna sorpresa desagradable, en las mamparas divisorias de la tapa inferior se abrieron pequeños conductos para drenar cada sección, conduciendo así el posible condensado a la parte inferior de cada sección y de ahí, por medio de un cierre hidráulico se regresa a la sección de platos. Después de aislar la columna se logró que dicho condensado no fuera



COLUMNA DE DESTILACION INCLINADA

mayor a 100 ml. por hora, lo cual comparado con el reflujo usado de 100 litros por hora representa únicamente un 0.1%.

CONDENSADORES O INTERCAMBIADORES DE CALOR MIXTOS.

La química puede ser definida como aquella ciencia que trata de la transformación de las moléculas por acción entre ellas. - Ahora bien, estas modificaciones moleculares siempre están ligadas a un cambio de energía ya sea positivo o negativo, ya que si no hay éste tampoco se habrá efectuado reacción alguna. El cambio energético puede manifestarse en diferentes formas como son: térmica, eléctrica, luminica, mecánica, etc. De todas éstas la más importante en la química, es la energía térmica ya que en ella se manifiesta en más del 95% de las reacciones. El manejo de ella es fundamental para la industria química ya que de ella dependen no sólo la seguridad, sino la costeabilidad de los procesos industriales. Entonces para nosotros los ingenieros químicos es esencial, más que cualquier otra cosa, poder disponer de ese calor a nuestra conveniencia. Para ello contamos con los intercambiadores de calor mixtos.

Estos pueden ser definidos como aquellos cambiadores que usan principalmente una corriente de aire a la cual, con el objeto de mejorar su conductibilidad térmica así como su capacidad de enfriamiento, se le agrega una cierta cantidad de agua. Este sistema ya representa en sí un gran adelanto con relación a la torre de enfriamiento.

Los cambiadores de calor acuotubulares trabajan normalmente en tal forma que el agua que circula en ellos solamente sufre un calentamiento promedio de 10°C . Si el calor específico del agua es por definición de 1 caloría por kilogramo por grado, obtendríamos con 1000 kilogramos de agua y un calentamiento de 10°C , un enfriamiento de 10,000 calorías. En los cambiadores mixtos lo que se aprovecha en realidad es el calor latente del agua que se usa, es decir, el calor de evaporación, el cual y con el objeto de no detallarlo demasiado, lo consideramos en nuestro caso de 500 calorías por kilogramo. He allí la diferencia entre un cambiador y otro. Si evaporamos un kilogramo de agua con la ayuda del aire obtendremos un enfriamiento de 500 calorías y por comparación con el caso anterior necesitaremos únicamente 20 kilogramos de agua, en lugar de los 1000 kilogramos de agua citados, es decir la cincuenta parte. Debido a lo anterior se decidió por los cambiadores de calor mixtos.

Sin embargo surgió una pequeña dificultad, para este caso no se podía usar el acero, ni el fierro. También se pensó en el cobre y el aluminio; pero las experiencias con esos metales no eran muy satisfactorias, así que sólo quedaba un solo material: el acero inoxidable tipo 304, el cual en general para la industria química, es de gran aplicación.

Se debe aclarar que el cambiador que se necesitaba era para trabajar a presión atmosférica, lo cual representa en sí lo común y lo deseado en la industria química en general, pues si bien es

cierto de que hay procesos en que se trabaja a presiones muy altas (síntesis del amoníaco, síntesis del metanol, etc.) ello no es lo ordinario y se evita en lo posible.

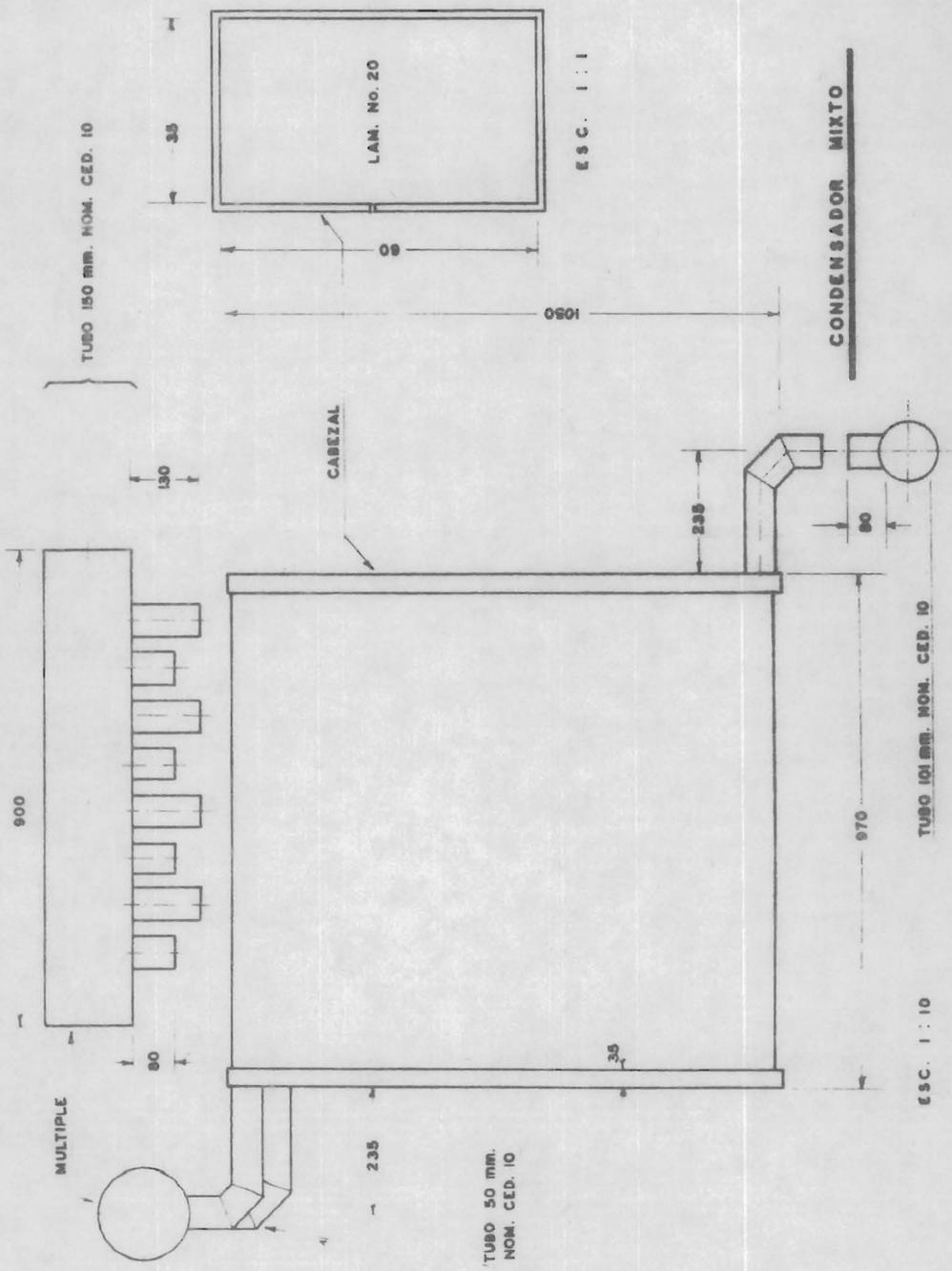
Por la experiencia se sabía que el acero inoxidable no era tan caro, por lo que al comparar el precio del acero inoxidable en lámina con el tubo se llega a la conclusión de que el tubo es el caro. ¿Cómo se podría resolver este problema? Se hizo en la siguiente forma: Si tomamos una lámina y la corrugamos obtenemos de hecho un medio tubo. Si a éste lo unimos con otra lámina asimismo corrugada obtenemos el tubo entero.

Resumiendo se puede afirmar:

1.- Los intercambiadores de calor mixtos son altamente eficientes y deben ser preferidos en las instalaciones en México, -- puesto que resuelven el problema del agua.

2.- Si esos intercambiadores son adecuadamente diseñados sobre todo para presiones atmosféricas, pueden ser fabricados de materiales prácticamente indestructibles, a un costo menor aún que los de acero al carbón lográndose un ahorro en la construcción -- del equipo, un ahorro en su mantenimiento, un ahorro en el servicio.

A continuación se presenta en la siguiente figura un plano de la construcción de este tipo de equipo.



TUBO 150 mm. NOM. CED. 10

LAM. No. 20

ESC. 1 : 1

CONDENSADOR MIXTO

CABEZAL

MÚLTIPLE

TUBO 50 mm.
NOM. CED. 10

TUBO 101 mm. NOM. CED. 10

ESC. 1 : 10

CAPITULO II

INSTALACION ELECTRICA

A).- CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL SISTEMA ALIMENTADOR.

Debido a que la mayoría de las máquinas de la planta operan a velocidad constante, y atendiendo además al punto de vista económico tanto en el costo de la instalación como en el costo de operación del sistema, se eligió el sistema de distribución polifásico a tres fases, 60 ciclos por segundo, y 220 voltios por las siguientes razones:

Se escogió la frecuencia de 60 ciclos por segundo, porque es la que alimenta la región a donde se encuentra instalada la planta.

Respecto al número de fases, se escogió el sistema polifásico a tres fases y tres hilos por ser el más económico y eficiente, pues éste ha sido aceptado universalmente para la alimentación de cargas de fuerza tipo standard.

Finalmente con relación al voltaje seleccionado para la alimentación de los motores, se eligió la tensión de 220 voltios entre fases debido a la economía en cobre que se obtiene en el sistema de distribución al disminuir la corriente en los conductores del mismo, por otra parte no hay dificultad para conseguir motores de inducción de construcción standard para esta tensión, pues los mismos generalmente están diseñados para usarse en 220 ó 440 voltios, pudiendo trabajar en cualquiera de estas tensiones -

por medio de un cambio sencillo en las conexiones terminales de los mismos.

B).- MOTORES INDUSTRIALES.

El tipo de motor eléctrico más ampliamente usado para aplicaciones industriales, corresponde al motor trifásico de corriente alterna tipo de inducción, debido principalmente a su bajo precio, simplicidad de operación y mínimo costo de mantenimiento, ya que lleva el menor número posible de piezas en movimiento; dicho motor opera basado en el principio de inducción electromagnética, transfiriendo energía eléctrica de un devanado a otro, resultando por consiguiente relativamente simple su construcción, obteniéndose además otras ventajas como son, su fuerte construcción y su capacidad para soportar fuertes sobrecargas momentáneas sin dañarse.

Otro tipo de motor industrial que se emplea en menor número de aplicaciones es el motor síncrono, el cual se utiliza para mover máquinas en que la carga es uniforme y se necesita mantener una velocidad constante, como por ejemplo, en molinos, laminadoras, bombas y compresores.

Estos motores generalmente se construyen para medianas y grandes potencias, y velocidades medias y bajas, su par de arranque es bajo por lo cual presentan cierta dificultad para arrancar, además tienden a salir de sincronismo cuando varía la carga mecánica que accionan, lo cual en ocasiones llega a producir el completo paro del motor. Necesitan una fuente de excitación de

corriente continua para su operación, por lo cual su costo es más alto que el de inducción, no obstante estas desventajas se le prefiere en algunas ocasiones al motor de inducción, debido a que posee una importante cualidad sobre éste, que es el de poder operar con corriente atrasada, en fase, ó adelantada, lo cual se logra - por medio de simples ajustes en la excitación.

Por último, falta considerar los motores de corriente continua los cuales son considerablemente usados en aplicaciones donde se desea tener un exacto control de la velocidad, como por ejemplo en elevadores y prensas de imprenta; pero como para este caso de electrificación no hay cargas que demanden estas condiciones, no se utilizarán.

C).- CARACTERISTICAS DE LOS MOTORES POLIFASICOS DE INDUCCION:

En primer lugar, atendiendo a las diferencias constructivas y de operación de los motores polifásicos de inducción, se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- 1) Clase A Motores de par normal y corriente de arranque -- normal.
- 2) Clase B Motores de par normal y baja corriente de arranque.
- 3) Clase C Motores de alto par y baja corriente de arranque.
- 4) Clase D Motores de alto deslizamiento.
- 5) Clase E Motores de bajo par de arranque y corriente de -- arranque normal.
- 6) Clase F Motores de bajo par de arranque y baja corriente

de arranque.

Por lo que respecta a la velocidad, tanto los motores de jaula de ardilla como los de rotor devanado, pueden pertenecer a los siguientes tipos:

A).-De una velocidad.

B).-De velocidad múltiple.

Con relación a los motores de la Clase A, el cual es el más popular de todos los tipos, lleva un devanado de jaula de ardilla el que tiene una resistencia y reactancia relativamente bajas que le dan un buen factor de potencia y una alta eficiencia en marcha, así como un bajo deslizamiento y moderadamente alto par y corriente de arranque.

Los motores de la Clase B, se construyen con un devanado de jaula de ardilla de baja resistencia y alta reactancia, por medio del cual es posible limitar la corriente de arranque hasta aproximadamente 5 veces la corriente normal de plena carga, lo cual permite arrancarlos conectándolos directamente a la línea. Para los motores de la Clase B, se encuentra que la eficiencia, el par de arranque y el deslizamiento son muy semejantes a los de la Clase A, siendo ligeramente menores el factor de potencia y el par al freno.

Con referencia a los motores de la Clase C se encuentra que éstos generalmente son construidos con un devanado de doble jaula de ardilla, cuyo efecto combinado produce un alto par de arranque

mayor del 200%, tomando tan baja corriente de arranque como la de los motores de la Clase B.

Respecto a los motores de la Clase D, se construyen con un devanado de jaula de ardilla de alta resistencia, el efecto del cual produce durante el arranque un alto par con una baja corriente de arranque, pero estas ventajas se logran sacrificando las buenas características de marcha pues aumenta el deslizamiento y disminuye la eficiencia.

Por último refiriéndome a los motores de las Clases E y F -- respectivamente, encuentran muy pocas aplicaciones, ya que en la mayoría de los casos se pueden usar con iguales ó mejores resultados, algunos de los tipos de motores de jaula de ardilla anteriormente descritos.

Como complemento de la descripción de los diferentes tipos de motores de jaula de ardilla hecha hasta aquí, en seguida presento en la figura 1 y 2 una ilustración gráfica del comportamiento de los mismos, por medio de las curvas Velocidad-Corriente y Velocidad-Par respectivamente.

Respecto a los motores de inducción de rotor devanado, son análogos a los de jaula de ardilla descritos, pues el devanado del estator puede ser igual ó bastante semejante al de éstos últimos, siendo la principal diferencia entre ellos que los de rotor devanado (usualmente trifásico), bastante parecido al del estator, el cual termina en tres anillos que corresponden a cada una de las fases del rotor, mientras que en los de jaula de ardilla van --

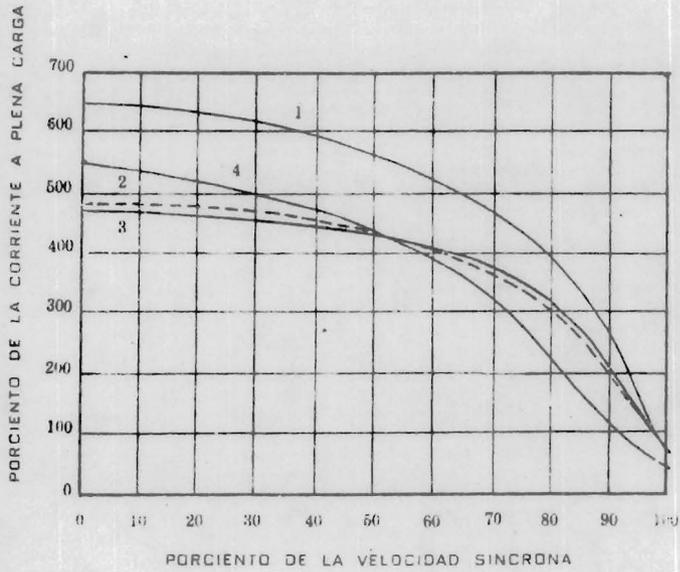
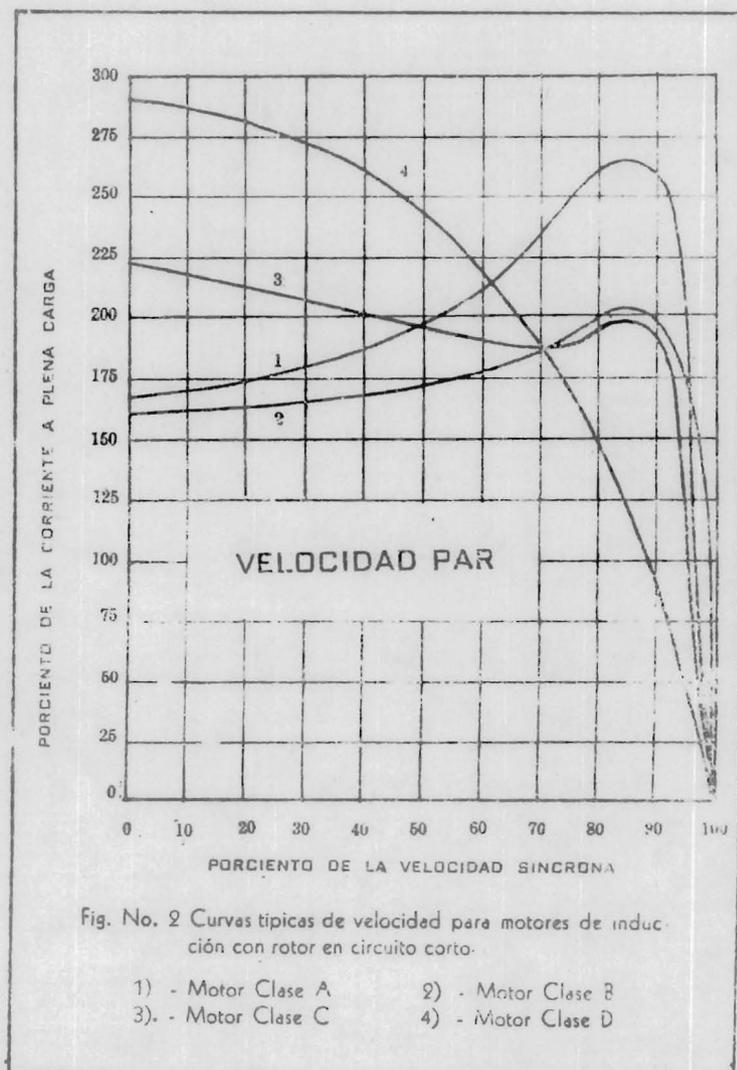


Fig. No. 1 Curvas típicas de velocidad - corriente para motores de inducción con jaula de ardilla.

- 1) - Motor Clase A 2) - Motor Clase B
 3) - Motor Clase C 4) - Motor Clase D



conectados en corto circuito las barras de su rotor.

Con objeto de poder apreciar el comportamiento general de estos motores, se ha construido la figura 3 que muestra las curvas Velocidad-Par y Velocidad-Corriente, correspondientes a un motor típico de rotor devanado que lleva varias cantidades de resistencia externa en el circuito secundario.

D).- METODOS DE ARRANQUE DE MOTORES POLIFASICOS DE INDUCCION Y DESCRIPCION DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCION DE LOS MISMOS.

Los métodos empleados para el arranque de esta clase de motores se dividen en primer lugar, atendiendo a los principales tipos de construcción de estos motores, resultando las siguientes clases de arranque:

- a).- Arranque de Motores de Jaula de Ardilla.
- b).- Arranque de Motores de Rotor Devanado.

Para motores pequeños de una potencia hasta de 5 H.P., usualmente se emplea el arranque directo a pleno voltaje.

Tratándose de motores de potencia media comprendida entre 5 y 30 H.P., se deberán escoger las clases de arranque más adecuadas a las necesidades de la carga de conformidad con la siguiente denominación:

Par de Arranque	Clase de Arranque	Tipo de Arranque
Baja	Voltaje reducido	Resistor

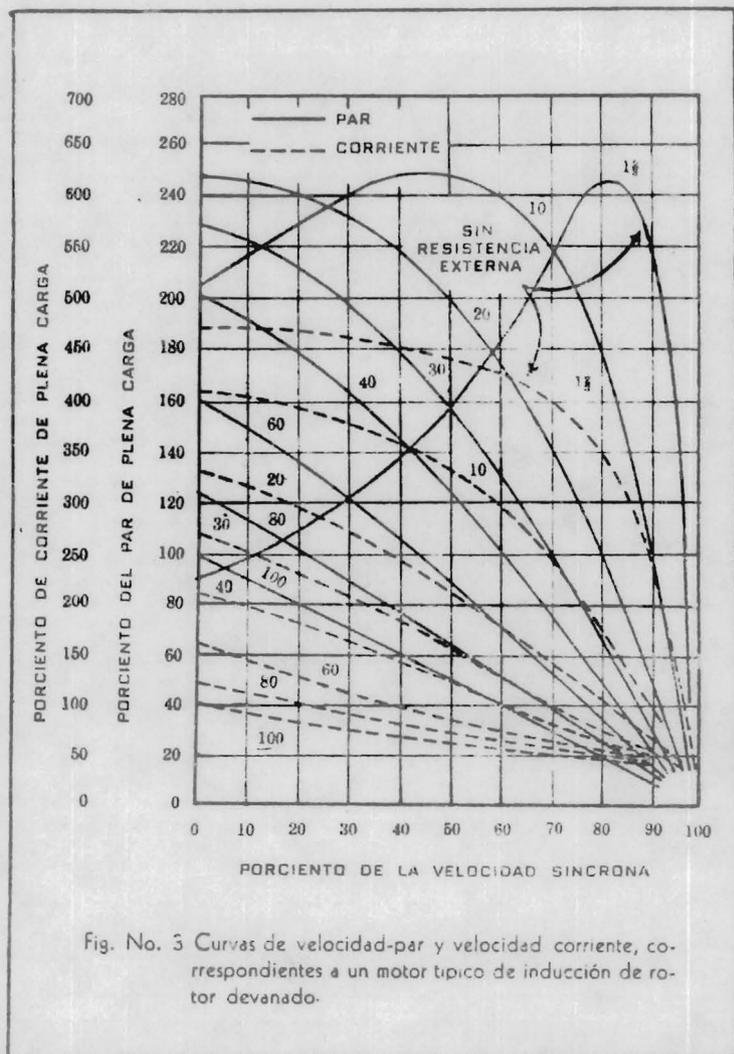


Fig. No. 3 Curvas de velocidad-par y velocidad corriente, correspondientes a un motor típico de inducción de rotor devanado.

Moderado	Montaje reducido	Resistor
	Arranque directo	Arrancador de Línea
Alto	Voltaje reducido	Compensador

Arrancadores de Línea.- Estos son usados principalmente para arrancar motores de inducción del tipo de jaula de ardilla. Se -- construyen generalmente para motores de 1/4 H.P., hasta 100 H.P., en 2, 3 y 4 polos, y para tensiones de 125, 220, 440, 550 y 600 - Voltios. Son operados magnéticamente por medio de un electroimán, el cual es excitado con corriente alterna de una de las fases, a través de un circuito serie en que se encuentran conectados los relevadores de protección operados por los elementos térmicos, - y la estación de botones de control de arranque y parada, la --- cual puede instalarse bastante lejos del arrancador cuando se requiere operar el motor a control remoto.

Arrancadores a voltaje reducido tipo Resistor.- Este tipo de arrancadores son usados extensamente en motores de par de arran-- que moderado para medianas y altas potencias, presentan la desven-- taja de que la corriente que toman de la línea, se reduce en proporción directa al voltaje aplicado al motor, resultando de esto que el par producido por el motor se reduzca en proporción al cua-- drado del voltaje aplicado al mismo.

Complementando esta breve descripción de las principales ca-- racterísticas de los equipos utilizados para el arranque de los - motores de inducción, y síncronos, a continuación en la figura 4

y 5 se presentan los diagramas de conexiones correspondientes.

E).- ELECCION DEL EQUIPO DE FUERZA NECESARIO.

El equipo de fuerza que se eligió para este proyecto está - constituido por los motores eléctricos requeridos para accionar la maquinaria, así como los aparatos necesarios para el arranque y control de los mismos.

Entonces de acuerdo con lo anteriormente expuesto, figuran bajo el número de designación que corresponde a cada máquina en la tabla denominada " Relación de Equipo ", los datos de potencia, corriente y velocidad de los motores, así como el tipo de arrancador e interruptor correspondientes a los motores, los - cuales he considerado para este proyecto.

Es importante advertir que en la tabla se han indicado tam bién las corrientes de plena carga tomadas por los motores, por que más adelante se utilizarán éstas para determinar los cali-- bres necesarios de los conductores empleados en el sistema de - distribución, así como para seleccionar las características re- queridas por el equipo de protección de dichos motores.

Con respecto a la temperatura de operación a que deberán - venir garantizados todos los motores, ésta es conveniente que - sea lo más baja posible, pero en el peor caso no deberá exceder de los 50°C., pues hay que considerar que la planta trabaja las 24 horas del día.

Respecto a los aparatos de arranque, es importante hacer -

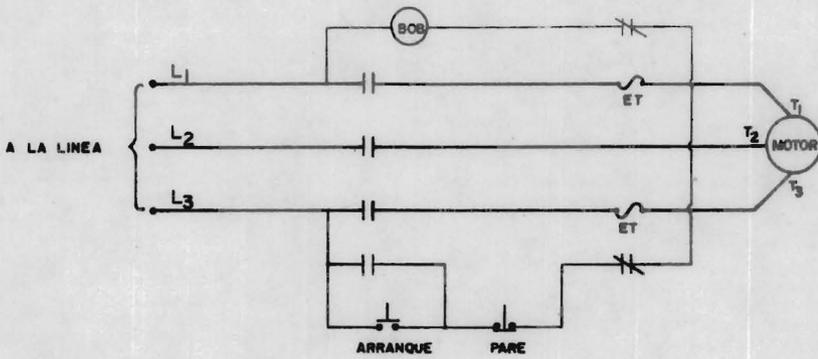


FIG. No. 4.- DIAGRAMA TÍPICO DE ALAMBRAO DEL ARRANCADOR DE LÍNEA NO-REVERSIBLE, CON PROTECCIÓN DE SOBRE CARGA Y DE BAJO VOLTAJE, PARA ARRANQUE A CONTROL REMOTO DE MOTORES DE C.A. DEL TIPO DE JAULA DE ARDILLA, POR MEDIO DE ESTACION DE BOTONES.

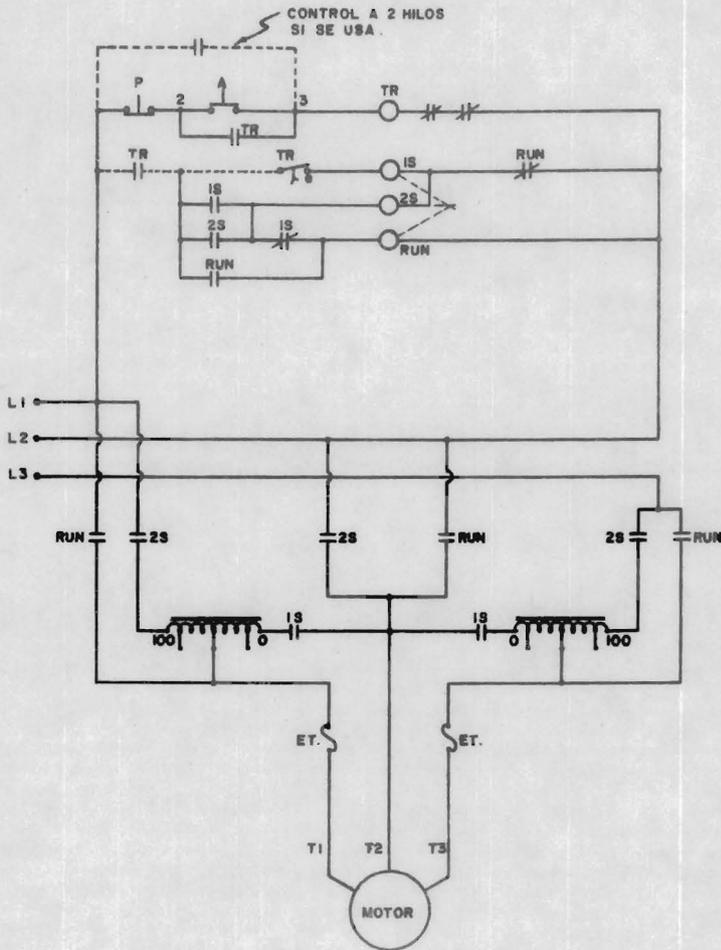


FIG. No. 5.-DIAGRAMA LINEAL DEL ARRANCADOR MAGNETICO DE C.A. A TENSION REDUCIDA TIPO AUTOTRANSFORMADOR TRANSICION CERRADA .

notar que los mismos van provistos con un dispositivo automático, que sirve para proteger al motor a que se encuentran conectados, dicho dispositivo generalmente está constituido por dos elementos térmicos cuya capacidad de corriente debe ser cuando menos del -- 125% de la corriente de plena carga del motor en cuestión. Aunque para los compensadores de arranque, dicho dispositivo de protección generalmente es ajustable dentro de cierto rango de corriente, los cuales corresponden a las potencias de los diversos tamaños de motores de jaula de ardilla en que pueden ser utilizados -- estos aparatos de arranque.

F).- CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE -- FUERZA ELEGIDO.

Los principales sistemas empleados en la actualidad para la distribución de energía eléctrica en las industrias son:

- a).- Conductores de barras ómnibus.
- b).- Cable armado en ducto.
- c).- Alambrado o cable múltiple en conduit

Por lo que respecta al sistema (a), este sistema ha alcanzado en los últimos años un notable desenvolvimiento, siendo actualmente muy utilizado en los E.U.A., debido principalmente a su -- gran flexibilidad, aunque en México no obstante esta ventaja se -- utiliza muy poco debido principalmente a su alto costo, pues sólo se justifican su empleo en aquellas instalaciones industriales -- que por su carácter de semi-permanentes están expuestas a constantes modificaciones. Como para el caso que me ocupa no se requiere

esta gran flexibilidad, no resulta costeable la aplicación de este sistema.

Con relación al sistema (b), este sistema actualmente se ha generalizado mucho en la industria, debido a que en situaciones normales su costo es comparable y a veces inferior al de cualquier otro sistema. Además la vida del cable armado es mayor que la de cualquier otro sistema hasta hoy conocido, resulta un costo de mantenimiento casi despreciable.

La práctica actual en esta clase de instalaciones industriales, es colocar el cable armado en ductos de concreto con objeto de poderlo sacar fácilmente en caso de avería.

Este sistema tampoco es aplicable para este caso; debido a que además de resultar actualmente más costoso, se dificulta la instalación.

Me referiré por último al sistema (c), el cual emplea cable de ferro de goma e plastilac en tubo conduit.

Para este sistema de distribución el Código Nacional Eléctrico impone pocas restricciones, por lo cual se puede usar en la mayoría de los casos bajo cualquier condiciones, pues es el que proporciona la mayor seguridad contra accidentes, además de tener la mayor resistencia mecánica. Para este caso es el que resulta más costeable de instalar, debido a su menor costo de material y de mano de obra, además de ser el que más fácilmente se puede obtener en el mercado, ya que la mayor parte de este material actual-

mente se fabrica en México. Por otra parte dicho sistema es apropiado para usarse en circuitos cuyo voltaje de trabajo sea superior o inferior a 600 voltios.

El tubo conduit utilizado para este tipo de instalaciones, - consiste generalmente de un tubo de acero de peso estandard, el - cual cuando va a estar expuesto a severas influencias corrosivas, puede ser galvanizado o con una capa de cadmio que lo protege contra la acción de los ácidos, aunque también puede ser esmaltado negro cuando se vaya a utilizar en locales interiores. Dicho tubo puede enterrarse directamente en rellenos de concreto o puede instalarse por fuera cuando así convenga. Además como el ensamblamiento de la instalación se permite que se haga con accesorios con rosca o lisos, esto facilita grandemente la mano de obra requerida para efectuar la instalación.

Por las razones que han sido consideradas hasta aquí, se escogió esta última clase de instalación eléctrica para los sistemas de distribución de fuerza y alumbrado.

Respecto a los calibres de los conductores que se eligieron para todos los circuitos que forman el sistema de distribución, estos se determinaron de acuerdo con las normas del Código Nacional Eléctrico basándose en los siguientes puntos:

1o.- Capacidad de corriente que deberá tener cada circuito - alimentador.

2o.- Caída de voltaje permisible según la clase de servicio.

En relación al primer punto, el C. N. E. establece:

Para un circuito ramal de fuerza, la capacidad de corriente del conductor no deberá ser menor del 125%, de la corriente de plena carga del motor alimentado.

Basándose en lo anterior, se procedió a la elección de los calores mínimos de los conductores recomendados por el C. N. E., para el tipo de aislamiento de forro de goma RH que se eligió -- para mayor seguridad por su más alta capacidad térmica, como se muestra en el plano de instalación eléctrica.

G).- PROTECCION DE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES DEL SISTEMA DE FUERZA.

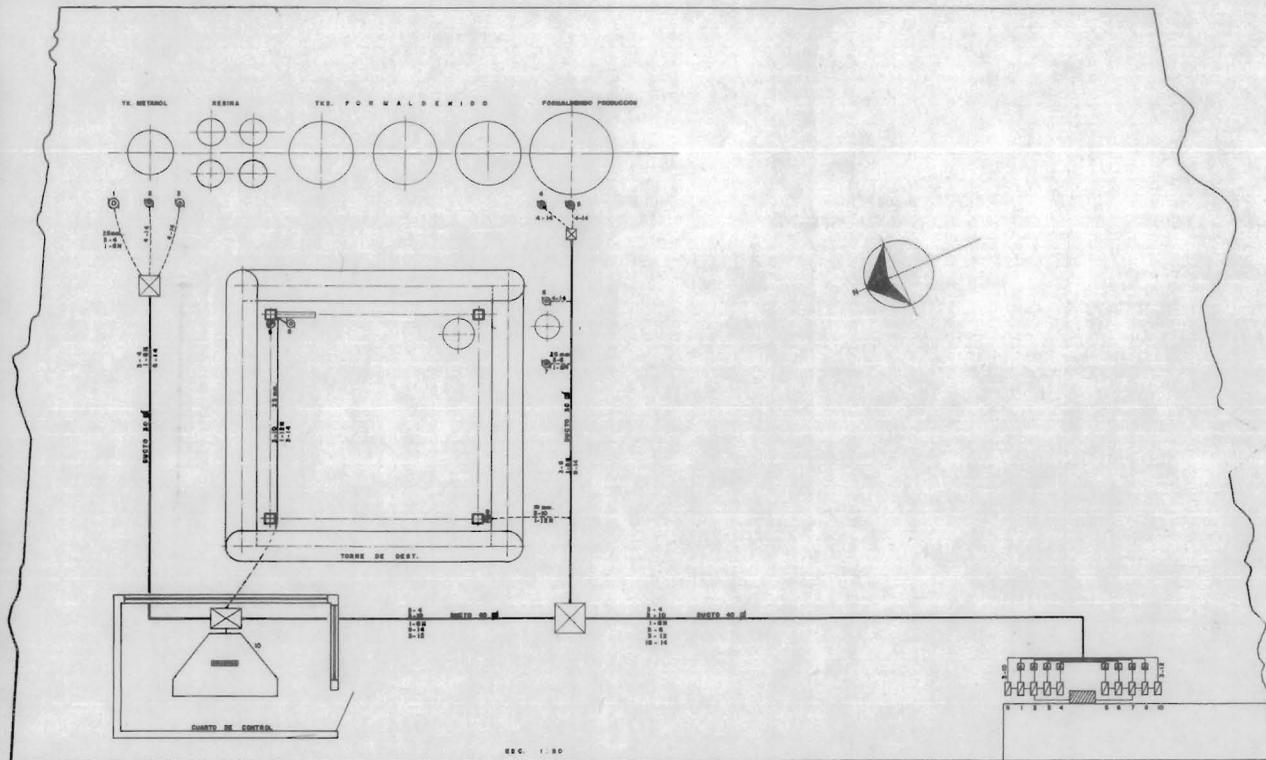
En cuanto al equipo de seguridad propuesto para la protección de los motores alimentados, a continuación en la figura 6 se muestra en forma esquemática un diagrama unifilar de conexiones.

H).- ALUMBRADO DE LA PLANTA.

El sistema de alumbrado que se escogió para la elaboración del proyecto e instalación correspondientes fué el Fluorescente, ya que es el que resulta a la larga el más económico, además de las ventajas técnicas que representa dicho sistema sobre el Incandescente.

I).- CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION DEL TABLERO.

El tablero donde irán alojados los interruptores y arrancadores termomagnéticos será del tipo "Low - Voltage Metal - Enclosed" debiendo estar formado por gabinetes o secciones blindadas para --



RELACION DE EQUIPO																				
NUMERO O EQUIPO		MOTOR					ARRANCADOR			INTERRUPTOR		COND. VEL.								
No.	DESCRIPCION	C.P.	H.E.	VELT.	AMP.	FAS.	MARCA	NO-DEE.	TIPO	ELIUTO.	MARCA	NO-DEE.	TIPO	CAP.	FAS.	MARCA	NO-DEE.	AMP.	RPM.	
1	COMPRESOR	2.8	1.4	220	5.7	3	SIEMENS	4305	DS-2	3-7.7	S.D.	1117	TEMA	3x15	15	S.D.	4364	3	1800	
2	3 METANOL	1.8	1.4	220	5.16	3	SIEMENS	4305	DS-2	3-7.7	S.D.	1117	TEMA	3x15	15	S.D.	4364	1.4	2800	
3	3 RESINA	1.8	1.4	220	5.16	3	SIEMENS	4305	DS-2	3-7.7	S.D.	1117	TEMA	3x15	15	S.D.	4364	1.4	2800	
4	3 TEL. FORMAL.	1.8	1.4	220	5.16	3	SIEMENS	4305	DS-2	3-7.7	S.D.	1117	TEMA	3x15	15	S.D.	4364	1.4	2800	
5	3 RESINA	1.8	1.4	220	5.16	3	SIEMENS	4305	DS-2	3-7.7	S.D.	1117	TEMA	3x15	15	S.D.	4364	1.4	2800	
6	3 RESINA	1.8	1.4	220	5.16	3	SIEMENS	4305	DS-2	3-7.7	S.D.	1117	TEMA	3x15	15	S.D.	4364	1.4	2800	
7	3 Soplador	1.8	1.4	220	4.3	3	SIEMENS	3305	DS-1	3-6.0	S.D.	1117	TEMA	3x7.5	7.5	S.D.	4364	3	900	
8	EXPANSOR	0.75	0.75	220	4	3	SIEMENS	4305	DS-2	3-4.15	S.D.	1117	TEMA	3x15	15	S.D.	4364	1.4	900	
9	CONTACTO	1.8	1.4	220	5	3							TEMA	3x30	30	S.D.	4364	10		
10	CONTACTO	1.8	1.4	220	5	3													10	
10	TABLERO	1.8	1.4	220	4.7	3								TEMA	3x15	15	S.D.	4364	12	
TOTAL																				

TODO EL EQUIPO ES A 50 - 60 CICLOS

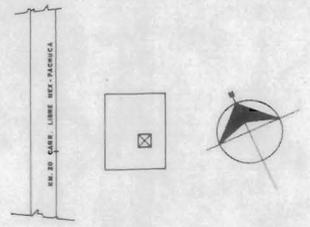
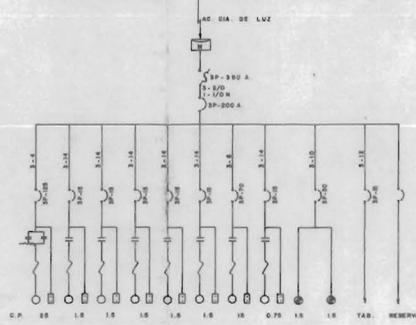
NOTA - LA TUBERIA NO INDICADA ES DE 12 MM.

SIMBOLOS

- CAJA DE REGISTRO
- ESTACION DE BOTONES
- ARRANCADOR A TENSION COMPLETA
- ARRANCADOR A TENSION REDUCIDA
- CENTRO DE CARGAS
- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
- MOTOR
- MOTOR
- TUBERIA VISIBLE POR MURO O TECHO
- CONTACTO TRIPASCO FIJO ATERRIZADO
- TUBERIA OCULTA POR PISO
- DUCTO CUADRADO DE CONCRETO POR PISO
- MEDIDOR
- ACOMETIDA DIA. DE LUZ

MATERIAL EMPLEADO		
DESCRIPCION	MARCA	NO-DEE.
CONDUCTORES	MONTESSEY	3 8 9 3
CONDUCTORES	ARACONDA PIRELLI	3 8 2 4
INTERRUPTORES	SQUARE D	4 3 2 4
ARRANCADORES	SQUARE D	1 1 8
CENTRO DE CARGA	GENERAL ELECTRIC	3 8 9 4
TUBO FLEXIBLE	PLAPEX	3 8 9 9
TUBO CONDUIT	QUAVITEMCO	1 8 4
CONTACTOS 3 FASES	BEIDEN	1 1 2

DIAGRAMA UNIFILAR



LOCALIZACION

U.N.A.M.
FACULTAD DE QUIMICA

INSTALACION ELECTRICA
 PLANTA DE FORMAL
 TESIS PROFESIONAL
 ADOLFO ROSA URIBE

MEXICO D.F. 1973 PLANO No. 1

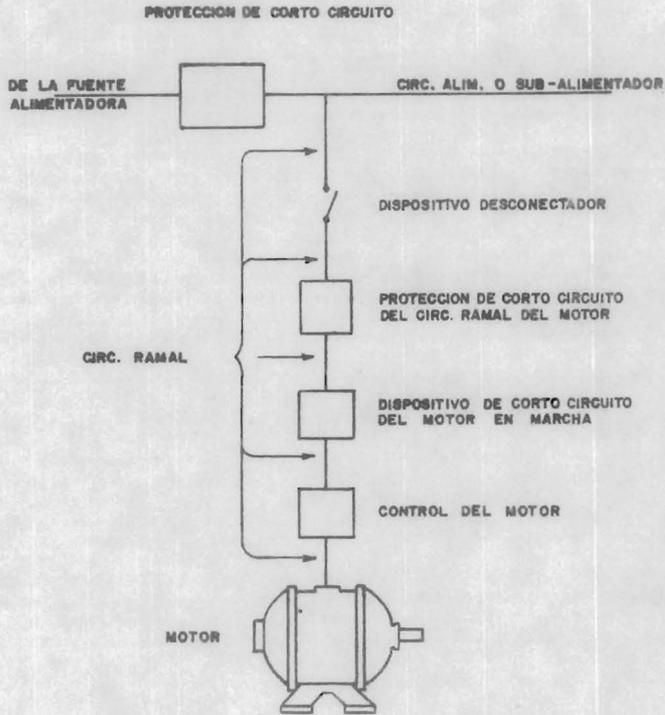


FIG. No. 6.— DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL EQUIPO DE PROTECCION DE UN MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA SEGUN LAS NORMAS DEL CODIGO NACIONAL ELECTRICO.

600 voltios máximos que estarán construidas con lámina de acero rolado de 0.3175 cm. ($1/8''$) de espesor y soldada eléctricamente a manera de constituir una sección unitaria rígida e indeformable.

La estructura comprenderá un compartimiento en la parte posterior que contendrá las barras colectoras, un compartimiento -- para cables y conexiones fijas para enchufe de los interruptores.

Las puertas estarán constituidas por lámina de acero montadas sobre resortes ocultos; serán aseguradas en la posición de -- "cerradas" por medio de tornillos con perilla moldeada.

Las conexiones de las barras colectoras irán atornilladas, - con las superficies de contacto cubiertas con una capa de plata - para evitar la oxidación y aumentar la conductividad.

Las barras son de cobre desnudo y están montadas sobre soportes aislantes de Micarta.

Este tablero contará con el alambrado y conexiones secundarias y de control necesarios.

Se suministra con el tablero una barra de tierra que recorre el largo del mismo y está directa y sólidamente atornillada a la estructura de acero.

Además se cuenta con placas rotuladas para identificación de los interruptores y arrancadores de motores.

C A P I T U L O I I I .

I N S T R U M E N T O S D E M E D I C I O N Y C O N T R O L .

C O N T R O L A U T O M A T I C O .

Como control automático puede definirse la técnica mecánica de integración de las respuestas obtenidas de instrumentos primarios de medición, produciendo respuestas calculadas para mantener un estado balanceado en el proceso bajo control. Las ventajas del control automático son muchas, de las principales podemos indicar: un menor costo de elaboración, eliminación de errores humanos, un control mas estrecho del proceso y una reducción en el espacio requerido para un determinado equipo. Cualquiera de estas ventajas puede ser suficiente para justificar la instalación de un control automático.

La ciencia del control automático como tal, es relativamente nueva, sobre todo en sus formas mas complejas. Por lo que es muy difícil abarcar todas y cada una de sus aplicaciones, pues cada caso aún dentro de una generalidad, es distinto y requiere un estudio a fondo.

En el caso que nos ocupa, cuatro tipos de instrumentos de medición van a ser empleados: presión, temperatura, flujo y nivel. Fundamentalmente estos controles descansan en la regulación de la cantidad de un fluido determinado.

De los diferentes tipos de control, se ha escogido el control de fluctuación, es decir que produce un gasto de fluido o un movimiento de la válvula correspondiente a la desviación de la

magnitud por medir.

En el caso del control de presión la toma del instrumento - primario de medición, en este caso un manómetro, que estará colocado corriente abajo de la válvula controladora de presión de la línea. La señal del manómetro llegará al instrumento controlador, de este al posicionador de la válvula y éste último a la válvula de control.

En el caso de temperatura el bulbo instalado, por ejemplo en un evaporador, mandará una señal mecánica hacia la válvula de --- control y en función de su cantidad, se controla la temperatura del evaporador.

En el control de flujo generalmente se emplean válvulas so- lenoide lo cual es consecuencia para mantener un cierto nivel -- máximo y mínimo.

El control de nivel generalmente es empleado, para el caso - que me ocupa; para mantener un nivel máximo y mínimo en un reci--- piente. El mecanismo del nivel consiste en mandar una señal al -- controlador, el que por medio de una retroseñal controla la bomba de llenado de dicho recipiente.

Como puede apreciarse los diferentes tipos de controles des - cansan en las variables bajo control, de tal suerte que es neces- rio estudiar detenidamente el proceso por controlar, a fin de re-- solver el problema correctamente.

Existen ecuaciones matemáticas que expresan la acción y ----

reacción de un proceso controlado, así como las variaciones del sistema de control. Tratar de establecer ecuaciones de este tipo en este trabajo está fuera de los propósitos de los mismos.

Partiendo de las condiciones de operación de la planta y tomando en cuenta los puntos de prueba que se muestran en el plano No. 2; se hace una selección entre los instrumentos comerciales que a juicio personal sean los más eficientes, fáciles de reparar y teniendo presente también su costo.

a) PRESION

Teniendo en cuenta que en cuanto a presión lo único importante en la planta es conocer ésta en determinados puntos del proceso; por tal motivo únicamente se colocan indicadores de presión, en este caso manómetros.

El tipo de manómetros recomendables para ser empleados son resistentes y compactos ya que su instalación es a la intemperie. Tener cierta resistencia a las pulsaciones y tener un elemento Bourdon resistente a corrosión ácida. Se suministran en buen tamaño (cuatro pulgadas de ϕ) y sus carátulas fondo negro y números blancos así como la pluma, son cómodos para la lectura.

En seguida se enumeran los puntos de prueba de la planta en los que se colocan los manómetros, así como sus rangos tomando en cuenta las condiciones de operación.

<u>EQUIPO</u>	<u>RANGO Kg/cm²</u>	<u>LOCALIZACION</u>
Bomba de Metanol	0-4	Línea de alim. a <u>tan</u> que de proceso.
Soplador de desplazamiento positivo	0-7	Línea de entrada a torre lavadora de aire
Torre lavadora de aire	0-7	Línea de entrada de aire a evaporador.

CONTROL DE MOTORES

REGULACIONES A ALARMAS

MEDICIONES A DISTANCIA

MEDICIONES LOCALES

SIMBOLOS

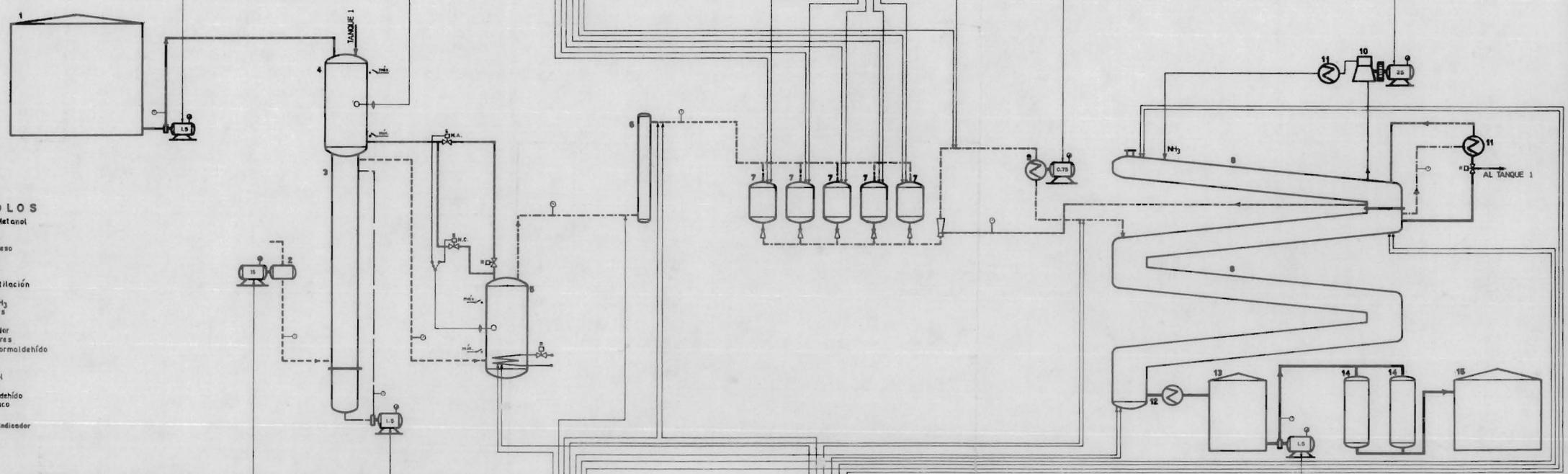
- 1.- Tanque de Metanol
 - 2.- Ventilador
 - 3.- Torre de aire
 - 4.- Metanol proceso
 - 5.- Evaporador
 - 6.- Precalentador
 - 7.- Reactores
 - 8.- Torre de destilación
 - 9.- Enfriadores
 - 10.- Compresor NH₃
 - 11.- Condensadores
 - 12.- Formaldehído
 - 13.- Tanque recibidor
 - 14.- Decarboxiladores
 - 15.- Tanque de Formaldehído
- Aire
 - Metanol
 - Gases
 - Formaldehído
 - Amoniaco
 - Agua
 - Piloto Indicador

MEDICIONES LOCALES

MEDICIONES A DISTANCIA

REGULACIONES A ALARMAS

CONTROL DE MOTORES



U.N.A.M.
FACULTAD DE QUIMICA

MEDICIONES EN PLANTA DE FORMOL

TESIS PROFESIONAL
ADOLFO MORA LIZAGA

MEXICO D.F. 1978 PLANO No. 2

<u>EQUIPO</u>	<u>RANGO Kg/cm²</u>	<u>LOCALIZACION</u>
Evaporador	0-7	Línea de salida de gases metanol - aire.
Enfriador	0-4	Línea de entrada a enfriadores.
Condensador	0-4	Línea de entrada a condensador.
Línea de agua	0-7	Línea gral. de agua de enfriamiento.
Bomba de agua	0-4	Línea de agua de torre lavadora de aire.
Línea de vapor	0-7	Línea gral. de vapor a planta de formol.
Bomba de formol	0-4	Línea de entrada de formol a deaificadores.

En general la cantidad de manómetros se resume en:

De 0-4 Kg/cm² 5

De 0-7 Kg/cm² 5

No se considera necesaria la instalación de ningún control de presión.

b) TEMPERATURA

La temperatura es la variable de mayor importancia en operación normal, pues tanto de su vigilancia como de su control, dependen la buena calidad de los productos. De aquí que sea necesaria la instalación de Indicadores, Registradores y Controles de Temperatura.

El sistema de indicación de temperatura mas sencillo y cómodo es por medio de termopares conectados a un potenciómetro de indicación múltiple.

Termopares - Cuando se juntan dos metales diferentes y la junta se encuentra a temperatura diferente de la de los extremos libres, se establece entre ellos una fem. . El fenómeno fué descubierto por Seebeck.

Esta fem. se mide con un milivoltímetro o con un potenciómetro graduado en temp.

Los termopares se utilizan para medir temperaturas; colocando los extremos empalmados o junta caliente, con el punto de medición; mientras que los extremos libres conocidos con el nombre de junta fría o de referencia, se conectan por medio de conductores con el instrumento indicador o registrador que encierra el circuito.

Es importante que los empalmes de los conductores con la junta fría o de referencia que conectan con el elemento medidor, se encuentren a la temperatura ambiente.

En un termopar existen: Dos efectos Peltier y dos efectos - Thompson, los cuales se basan en que la diferencia de potencial creada es proporcional a la temperatura.

Los termopares llevan una protección en la junta caliente - la cual se llama termopozo.

El termopozo es un tubo metálico cuya función es proteger el termopar de sustancias oxidantes, reductoras o erosionantes y también sirve para mantener encerrado el proceso de manera que no entre en contacto con la atmósfera del medio ambiente.

El tipo de termopares usado para esta instalación es el -- Tipo T, Cobre/Constantano para bajas temperaturas desde - 200 -- hasta + 200°C los cuales producen una diferencia de potencial su ficiente para ser medida.

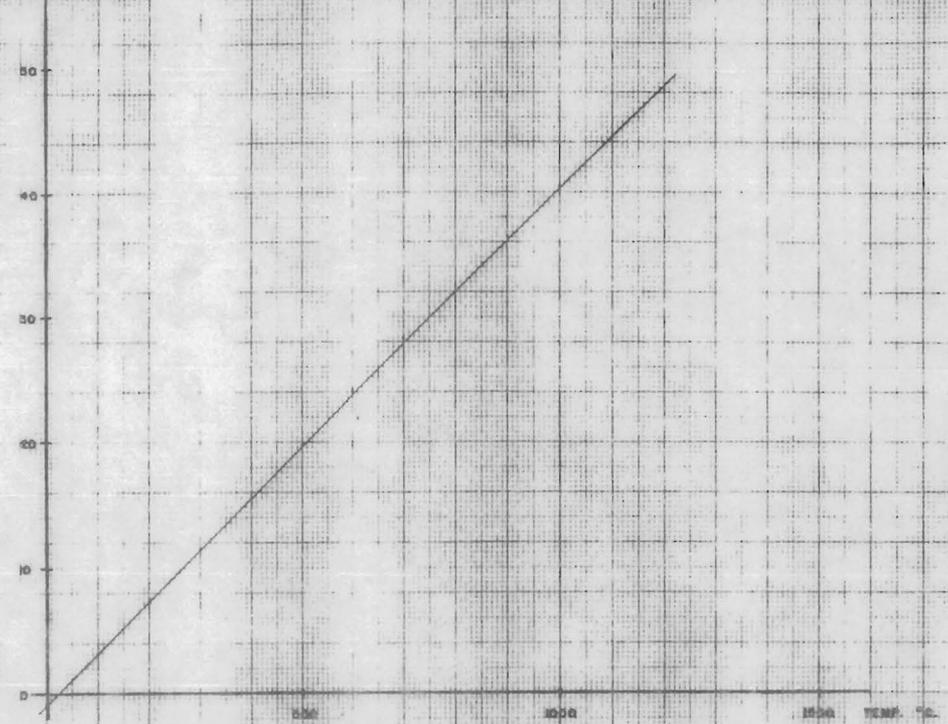
El otro tipo de termopar usado para altas temperaturas es - el Tipo K Cromel/Alumel (Cr Ni/Al Ni) y se utiliza para temperaturas desde 0-1000°C ó de 0-1200°C el cual es usado en atmósfe-- ras oxidantes y para los rangos de temperatura que se desean. Pue den ser adquiridos los termopares bajo medida; o mas fácilmente - hacérseles en el campo disponiendo de alambre y sus respectivos - aisladores de porcelana.

En la siguiente figura se muestra la gráfica correspondiente a este tipo de termopar, donde se puede ver el milivoltaje que co rresponde a cierta temperatura.

El alambrado del termopar hasta la caja colectora del ---

VOLTAGE (mV) vs. TEMP. °C.

NIOBEL CHROMO - NIOBEL



5

potenciómetro es de cordón aislado del No. 20 del mismo material del termopar que es utilizado.

Los potenciómetros electrónicos de indicación, registro y controlador múltiple de 6 puntos usados para este proyecto son de la Hartmann & Braun para altas y bajas temperaturas.

Para bajas temperaturas se cuenta con un Indicador y un Registrador de 6 puntos con escala de $0-125^{\circ}\text{C}$.

Para altas temperaturas se cuenta con un Indicador, un Registrador y un Controlador de 6 puntos con escala de $0-700^{\circ}\text{C}$; - para el Controlador el rango es de $0-1000^{\circ}\text{C}$.

Los dos indicadores para altas y bajas temperaturas con -- que se cuenta; son para que si en un momento dado se desea saber la temperatura en cualquier punto de la planta, se toma inmediatamente la lectura.

Los puntos en los que es necesaria la instalación de termopares son:

Número	Localización
1	Evaporador
2	Entrada Torre de Destilación
3	Entrada a Distribuidor
4	Reflujo
5	Salida de gases torre final
6	Olla o destilador

Número	Localización
7	Reactor No. 1
8	Reactor No. 2
9	Reactor No. 3
10	Reactor No. 4
11	Reactor No. 5
12	Entrada a Enfriador
13	Evaporador
14	Entrada a distribuidor
15	Torre final

Los primeros 6 termopares corresponden al rango de 0-125°C de bajas temperaturas, los 6 siguientes al de 0-700°C a altas temperaturas y al controlador, quedando los puntos restantes para colocar termómetros bimetalicos.

En cuanto a los puntos para control de temperatura, solamente 5 puntos son los mas importantes que corresponden a los 5 reactores, con sus respectivos termopares con todos sus accesorios y cada uno de ellos conectado a los potenciómetros registradores, - indicador y controlador de la marca Hartmann & Braun.

El sistema a seguir en estos controles es el siguiente: el -- termopar manda una señal eléctrica del orden de milivoltios, la -- cual es amplificada por el potenciómetro electrónico hasta convertirla en una señal capaz de energizar la bobina de un relevador de 115 V. 14 Ma. (siempre y cuando sobrepase el punto de control),

que la transforma en audible y señal eléctrica de flasheo para - luego presionar el botón que está flasheando quedando apagada la alarma y, al mismo tiempo indicarnos automáticamente el punto -- que se encuentra en condiciones anormales.

La señal eléctrica llega al tablero; directamente al regis-- trador y controlador. El punto de ajuste (Set Point) se fija en el mismo aparato y de éste sale la línea que va directamente a - la bobina del relevador.

Los relevadores usados para este proyecto son de la marca - SCHRACK enchufable con tapa protectora contra el polvo tipo --- RL de 115 V - 14 MA de 3P - 2T.

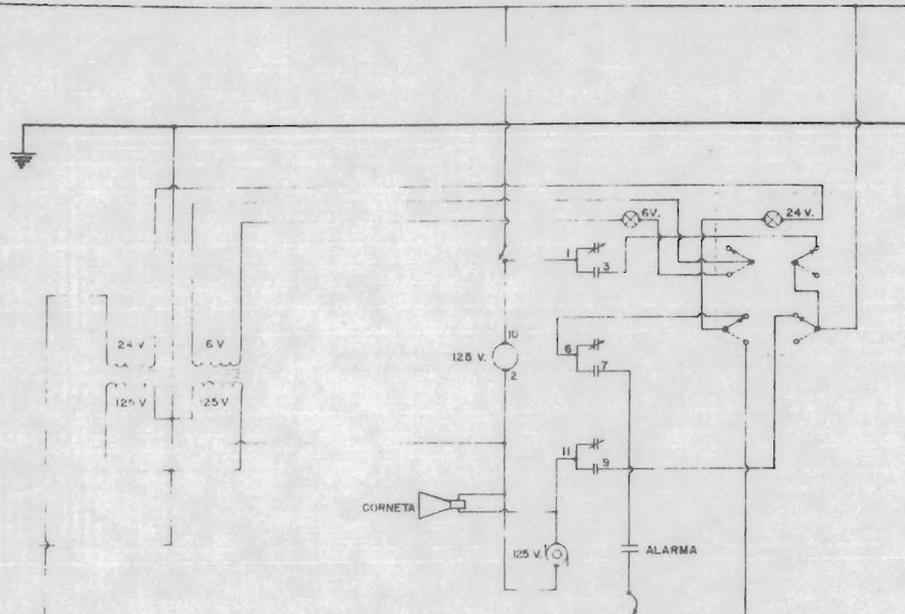
El tipo de botones usados para flasheo son italianos tipo -- miniatura.

El primer control que se presenta, es el de la temperatura de cada uno de los cinco reactores; o sea a donde se lleva a cabo la reacción catalítica de la mezcla metanol - aire después de -- cambiar calor en el precalentador de tubos concéntricos.

El control usado para este caso es el de la marca Hartmann - & Braun. El circuito No. 1 nos muestra la forma en que la señal - eléctrica proveniente del termopar es transformada en audible y - señal eléctrica de flasheo

En el circuito No. 2 se encuentra la parte del Registrador - que va conectada a termopares y la otra parte corresponde a la -- del control. En el circuito No. 3 se presenta en forma simplifica da la forma en que es diseñado el circuito para conectar el ---

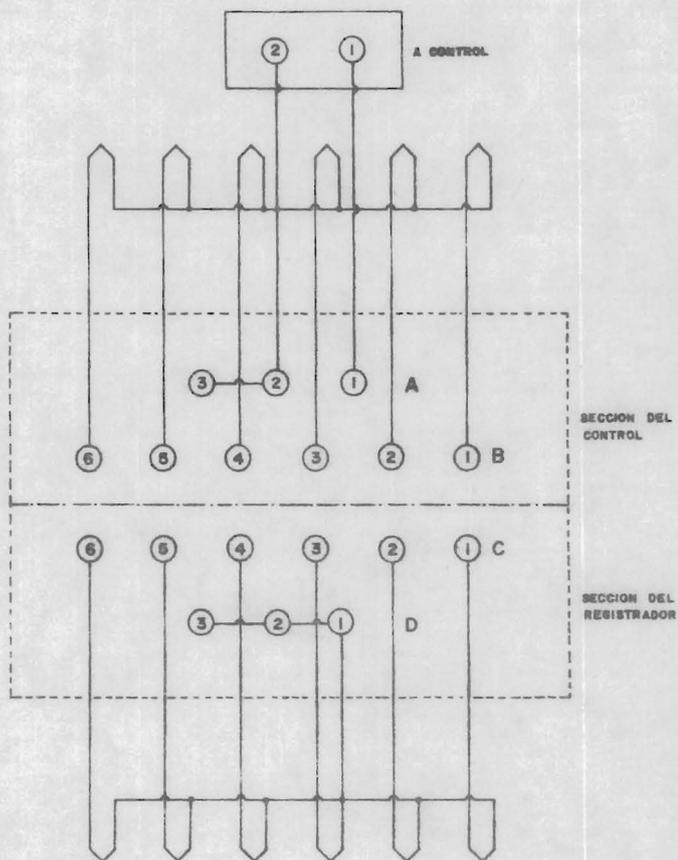
L1



SIMBOLOS

-  LUZ PILOTO DE 6V Y 24 V
-  TIERRA
-  TRANSFORMADOR
-  MOTOR ALARMA

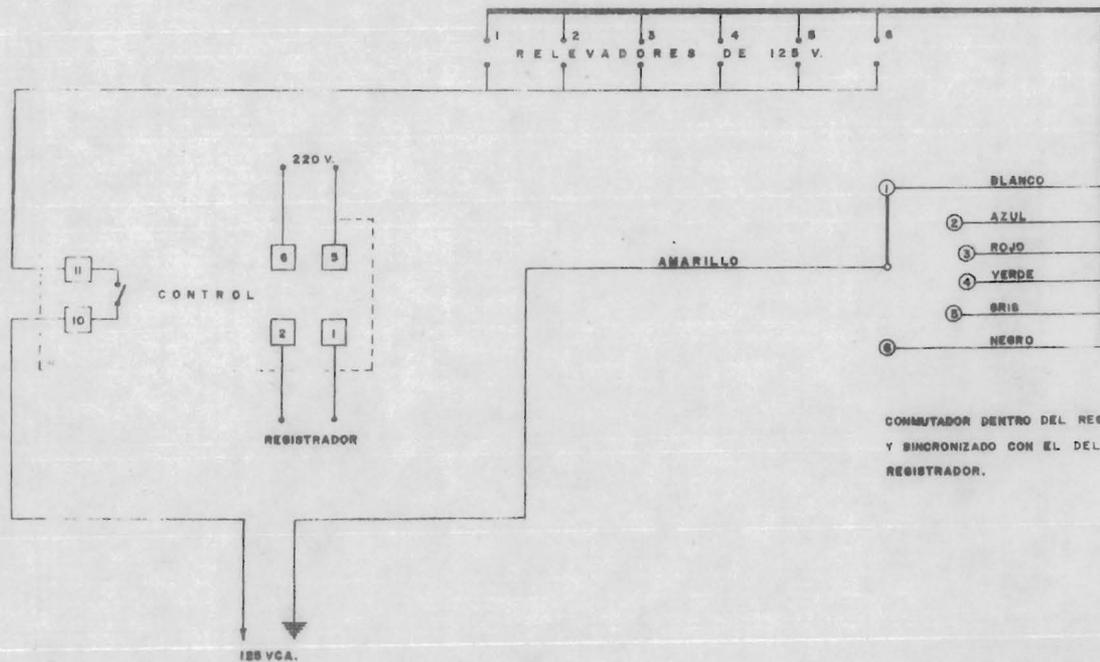
U. N. A. M. FACULTAD DE QUIMICA	
SEÑALES DE ALARMA DE ALTAS TEMPERATURAS	
TESIS PROFESIONAL ADOLFO MEJIA URIBE	
MEXICO D.F. 1976	CIRCUITO No. 1



U. N. A. M.
FACULTAD DE QUIMICA

REGISTRADOR
 ALTA TEMPERATURA
 TESIS PROFESIONAL
 ADOLFO MEJIA URIBE

MEXICO D.F. 1976 | CIRCUITO No. 2



COMUTADOR DENTRO DEL REGISTRADOR
Y SINCRONIZADO CON EL DEL PROPIO
REGISTRADOR.

U. N. A. M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
CONEXION DEL REGISTRADOR ALTA TEMP. Y CONTROL	
TESIS PROFESIONAL ADOLFO MEJIA URIBE	
MEXICO D.F. 1970	CIRCUITO No. 3

Registrador con el Controlador. Para el diseño del circuito se tomó en cuenta que la señal debería ser capaz de energizar la bobina del relevador y este mandar la señal de alarma.

El segundo control de temperatura, es la temperatura de la torre sobre la cantidad de reflujo. Este es un punto importante ya que por medio de él se determina la calidad del destilado y en sí la temperatura de la torre, dado que no se tiene ningún reflujo intermedio.

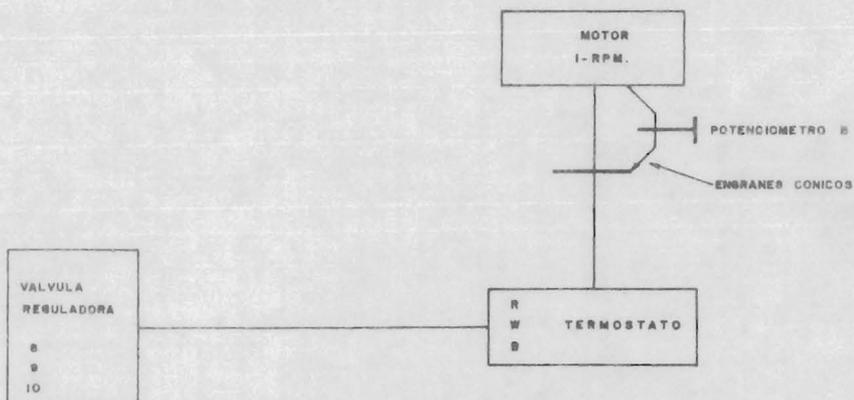
Para este punto se usa una válvula tipo ME7VSI - 314 H de la marca HILLMAN que consta de un potenciómetro y motor de 24 V. Con el potenciómetro se puede regular la abertura de la válvula en cualquier punto.

El siguiente paso consistió en trasladar la operación de la válvula al tablero de control. Para este caso el diseño del circuito consistió en colocar un motor síncrono para mover el potenciómetro "B" y éste al termostato de la válvula.

Ahora para registrar la temperatura de la torre en el tablero de acuerdo con el porcentaje de abertura de la válvula se dispuso de un Puente de Wheatstone y un Microamperímetro calibrado en grados centígrados, como se muestra en los circuitos No. 4 y 5.

El tercer control de temperatura, es la temperatura del evaporador que es a donde se lleva a cabo la mezcla metanol aire.

El sistema es totalmente igual al control que se describió en segundo término. Las variables oscilan entre los valores de 40 a 50 °C.



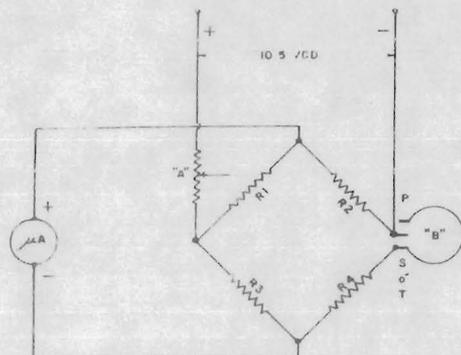
VALV REGULADORA	↓	A	R	P	S	T	B	S	10	ALIM. A VALV. REG 24 VCA.	
TERMOSTATO							R	W	B	6	7
REFLUJO		21	22	23	24	25	26	29	30	26	27
EVAPORADOR		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

U. N. A. M.
FACULTAD DE QUIMICA

CONEXION DE VALVULAS
REGULADORAS

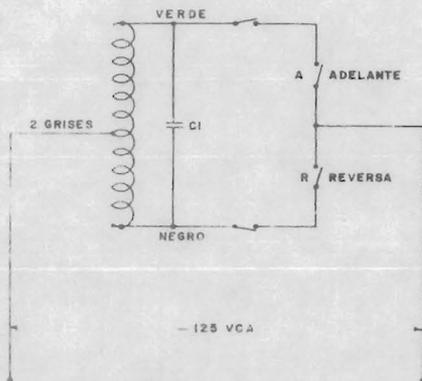
TESIS PROFESIONAL
ADOLFO MEJIA URIBE

MEXICO D.F. 1976 CIRCUITO No. 4



- A 250 K.Ω
- B 50 K.Ω
- R1 47 K.Ω
- R2 56 K.Ω
- R3 4.7 K.Ω
- R4 3.3 K.Ω
- C1 0.05 - 200 VCA

POTENCIOMETRO "A" PARA AJUSTE MANUAL DE DEFLEXION
 POTENCIOMETRO "B" ACOPLADO AL MOTOR



U. N. A. M.
FACULTAD DE QUIMICA

PUENTE DE WHEATSTONE
 Y MOTOR 1 R.P.M.

TESIS PROFESIONAL
 ADOLFO MEJIA URIBE

MEXICO D.F. 1978 | CIRCUITO No. 5

c) FLUJO

En esta sección se trata de la tercera magnitud en orden de frecuencia tal como se presenta en la industria, pero tan importante como la medición de presión y temperatura. La medición de un flujo es la indicación o registro del flujo instantáneo de -- una corriente gaseosa o líquida en un tubo. Dicha medición puede ser expresada en unidades volumétricas o gravimétricas por unidad de tiempo. La medición de una cantidad en un tiempo determinado puede ser la suma, el total ó la integración del flujo instantáneo registrado en una carta.

Un medidor de flujo es un mecanismo o un instrumento que mide la cantidad de flujo de un fluido líquido o gaseoso en un ducto, y que produce una indicación visual de dicha cantidad.

Para este caso no se consideró necesario la instalación de ningún control de flujo, ya que este se encuentra controlado in directamente por los medidores de nivel.

El metanol suministrado al tanque de proceso, es alimentado mediante una bomba de acero inoxidable previamente calculada que nos proporcione el gasto necesario de metanol para mantenernos un nivel máximo y mínimo.

La importancia de esta sección para este trabajo, radica en que la materia prima (metanol) no falte en el tanque de proceso ya que faltando esto, traería consecuencias graves.

Para solucionar este problema se pensó en la necesidad de - colocar 2 bombas; una para trabajo normal y la otra para tenerla

de reserva o de emergencia.

La forma de controlar estas bombas se describe en la siguiente variable, así como la alimentación directa del metanol al evaporador.

d) NIVEL

La medición del nivel de un líquido en un recipiente, es también una de las mediciones fundamentales de mayor frecuencia --- empleada en procesos químicos. La exactitud de su medición depende más que de los aparatos empleados, de la forma del recipiente cuyo nivel del líquido se va a controlar. Un tanque con un gran diámetro dará lecturas de menor exactitud que uno de diámetro pequeño.

La variable nivel es probablemente la que menos veces causa alteraciones en una planta ya que sus puntos de ajuste son generalmente los mismos. No por ello es de menor importancia que las otras, pues las alteraciones que puede ocasionar en operación no por poco frecuentes dejan de ser importantes.

Dos son los sitios en los que es necesario el control y vigilancia de niveles en la planta, estos son:

- a) Nivel de la materia prima en el tanque de proceso.
- b) Nivel del metanol en el evaporador.

En los 2 sitios es necesaria la instalación tanto de indicadores como de controles. Teniendo en cuenta la baja presión de estos puntos, como indicadores se pueden emplear tubos de vidrio --

RYREX por ser los mas simples y de mayor empleo, conectado por -- sus extremos con válvulas apropiadas al recipiente por medir.

Para el control de estos dos niveles se proponen controles - de nivel electrónicos marca OMRON tipo TLF.

Dichos controles constan esencialmente de 2 switches detecto res montados arriba y abajo en el tubo del recipiente que se de-- sea controlar. Dentro del tubo de nivel se coloca el flotador -- que consiste de un tubito de vidrio con una pieza pequeña de hie-- rro para fácil detección.

Los switches detectan la presencia del flotador cuando pasa arriba y abajo transmitiendo la información al tipo TLF en forma de señal eléctrica haciendo actuar el circuito de control. El apa rato manda una señal de indicación al tablero y otra de control - directamente a la bomba por medio del flotador al llegar a nivel máx. ó mínimo.

Los controles de nivel al igual que los de temperatura y flu jo, siguen un sistema un tanto semejante. El nivel ocasiona una - señal que en el instrumento por ser transmisor y controlador al - mismo tiempo, se balancea según el punto y la proporcionalidad de seada.

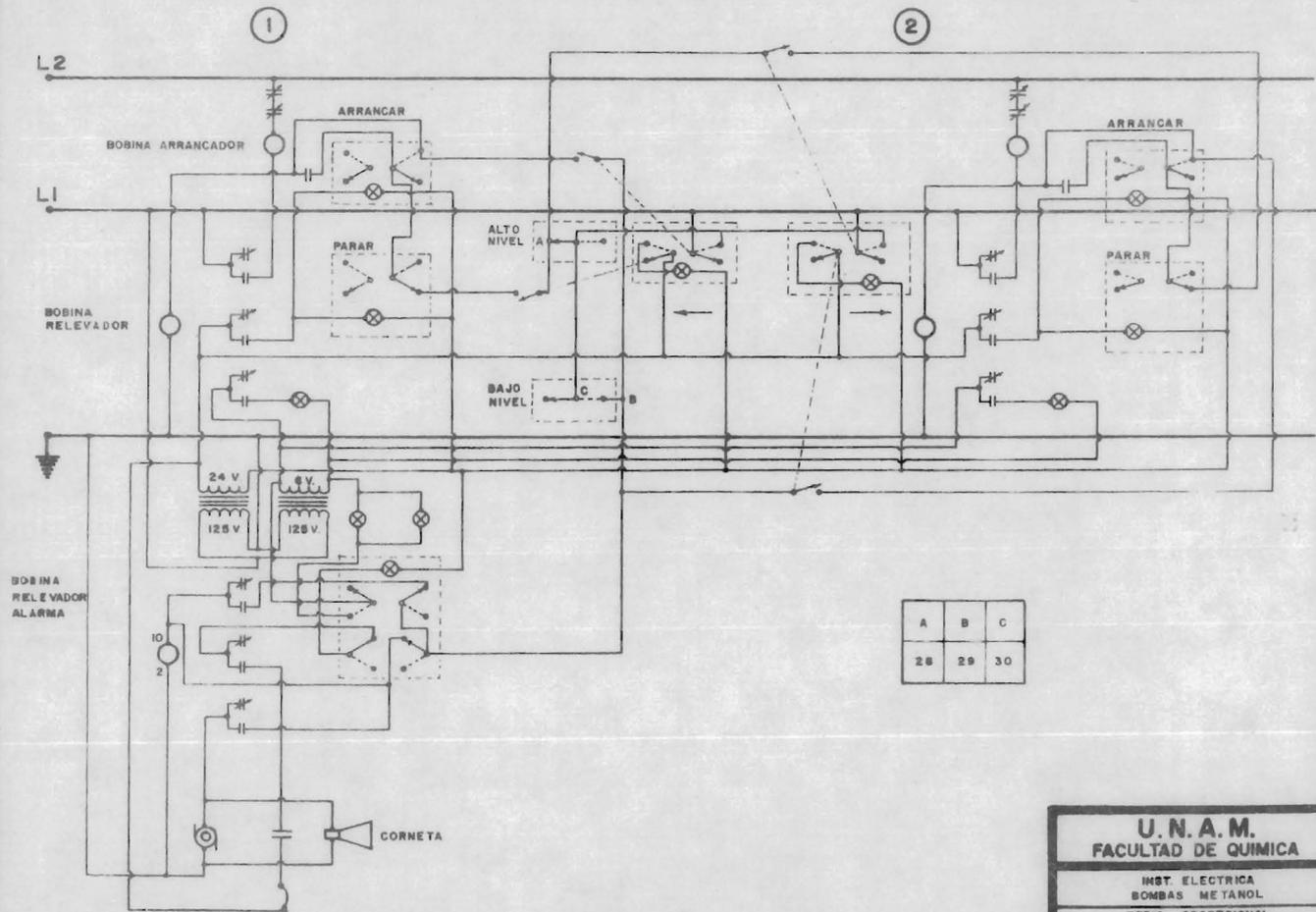
El sistema a seguir para el control de nivel de la materia - prima en el tanque de proceso es el siguiente: Cuando se llega al nivel máximo el flotador manda una señal eléctrica interrumpiendo la fase 1 y parándose automáticamente la bomba de alimentación --

de metanol.

Para el otro caso cuando se llega a nivel mínimo, el flotador manda una señal eléctrica alimentando al relevador con la fase 1 y este a la bobina del arrancador; entrando en operación inmediatamente la bomba de metanol. Al mismo tiempo se manda una señal de alarma cuando se llega al nivel mínimo la que a su vez se interrumpe presionando el botón de flasheo. Por otro lado; cuando se llega al nivel mín. y la bomba no funciona, la señal de alarma permanece, disponiéndose de otra bomba de reserva para entrar en operación la cual se opera por medio de un cambio de botones según se muestra en el circuito No. 5

El sistema de trabajo para el control de nivel del metanol en el evaporador es muy parecido al anterior; nadamás que en este caso lo que entra en operación son válvulas solenoide que a su vez también se dispone de una de reserva o de emergencia. El control actúa directamente sobre la válv. y no tiene indicación en el tablero.

Para mejor comprensión y claridad, se encuentran el diseño de los circuitos No. 6 y 7; cuyo mayor objetivo fué este trabajo para ser realizado.



A	B	C
28	29	30

U. N. A. M.
FACULTAD DE QUIMICA

INST. ELECTRICA
 BOMBAS METANOL

TESIS PROFESIONAL
 ADOLFO BEJA URIBE

MEXICO D.F. 1978 CIRCUITO No. 6

C A P I T U L O I V .

TABLERO DE CONTROL.

En él está centralizado cualquier función del proceso. Los instrumentos que en él van son: los registradores potenciométricos, los indicadores y controles de temperatura; así como la maneta de la planta, la alarma, las estaciones de botones y el interruptor del circuito en general.

El tablero de control es el punto clave de la planta, en él se aprecia su operación de una manera simplificada y rápida, pudiendo gobernarse desde el tablero todo el proceso ajustando los puntos de control (set points) de las diferentes variables.

En este caso se trata de un tablero tipo consola, en el cual se encuentran los instrumentos de medición en los sitios equivalentes a los puntos de la planta para que indiquen, registren o controlen, ya sea sobre líneas o recipientes.

1) Cálculo y Diseño.-

El tamaño del tablero de control del que se trata, estuvo basado en un escritorio de altura y tamaño estándar. La altura que se le ha dado hasta la planta No. 3 ; o sea a donde están colocados los instrumentos de medición y estaciones de botones es de -- 76 cm. según se muestra en el plano No. 3.

El largo y el ancho que se le dá es de acuerdo a la cantidad y área ocupada por los instrumentos de medición y control; así

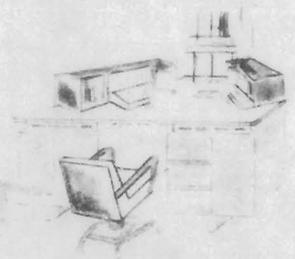
como la maqueta de la planta montada en el tablero que se procede a construir, es de una escala de 1:10; o sea de 40 cm. por lado o en cuadro.

- Cantidad de equipo:
- 1 Maqueta de la planta de 40 x 40 cm. entre columnas.
 - 2 Registradores para altas y bajas temperaturas de 19.2 x 31.0 cm.
 - 2 Indicadores para altas y bajas temperatura de 19.2 x 10.0 cm.
 - 1 Controlador para altas temperaturas de -- 19.2 x 10 cm.
 - 2 Indicadores para evaporador y reflujo de - 10.0 x 10.0 cm.
 - 2 Barómetros de 5.0 x 30.0 cm. y en menor -- área,
- las estaciones de botones de 1.7 x 1.7 cm. tipo miniatura.
Por último dejamos el espacio ocupado para manipulación y trabajo del operador.

Tomando en cuenta todos estos factores se procede a darle una longitud total al tablero de 200 cm. y un ancho total de 122 cm. - que además es el ancho standard de la hoja de triplay, con un espesor de 1.9 cm. (3/4").

La forma que se le dá al tablero es un tanto tipo semicircular para el buen aprovechamiento, funcionamiento del equipo y -- accesibilidad del operador para tomar las lecturas; así como para la buena visibilidad de la maqueta de la planta, según se muestra en el plano No. 3 y la lámina adjunta.

La distribución de los instrumentos de medición, se lleva a -



T A B L E R O D E C O N T R O L
P L A N T A D E F O R M O L

TESIS PROFESIONAL
ADOLFO MEJIA URIBE

efecto de acuerdo a las necesidades de la persona que va estar -- operando el tablero de control, de tal manera que le sea accesible tomar las lecturas de una manera rápida y precisa y aplicando a la vez el criterio del ingeniero para el buen funcionamiento -- del equipo en la práctica. Con esta base se procede a la localización de los diferentes instrumentos de medición.

Primeramente se toma como decisión dejar en la parte posterior central del tablero, la maqueta de la planta; o sea al frente del operador, teniendo pilotos indicadores los diferentes puntos de control y registro para arranque y paro de los motores.

Segundo; se localizan los instrumentos de medición para bajas temperaturas en el costado izquierdo, teniendo a un lado las estaciones de botones para tomar las lecturas de temperatura.

También estando ahí localizados los dos indicadores para el evaporador y reflujo; así como los dos barómetros.

En el costado derecho se localizan los instrumentos de medición y control para altas temperaturas, teniendo al mismo tiempo a un lado las estaciones de botones para la indicación y registro de la temperatura.

Tercero; las estaciones de botones para el arranque y paro de los compresores, bombas y enfriador, se dejan en el centro del tablero y al frente de la maqueta para la buena operación y funcionamiento del equipo. Por último quedando al frente del tablero y en la parte central el espacio correspondiente para realizar sus --

reportes el operador.

Después de la distribución de los instrumentos de medición --viene ahora el alojamiento de los dispositivos de control automático, como son los relevadores y bases de los mismos, el motor de la alarma, transformadores reductores de alimentación y alambrado, quedando estos localizados abajo de la cubierta del tablero de control; o sea en la planta No. 2 según se muestra en el plano No. 3 adjunto.

Para la buena operación y mantenimiento del tablero cuando se presentase algún desperfecto, se procedió a dejar la cubierta embisagrada para poderla levantar y bajar por la parte posterior; cuando hubiera que hacerle alguna reparación de emergencia o normal a los circuitos de control; de esta manera se elimina la necesidad de tener que apagar el tablero y con esto el proceso, pudiendo hacerse la reparación teniendo trabajando la planta sin --necesidad de desmontar los instrumentos de medición o cosa por el estilo.

Por último tenemos la planta No. 1 que es la base a donde --queda soportado el tablero; claro además de los soportes que quedan sobre el piso.

Entre la planta No. 2 y No. 1 en la parte frontal, hemos dejado cajones y espacios para guardar los reportes de la Planta, --el operador.

En este mismo lugar; pero por la parte posterior se encuen--tran alojadas las tabletas de conexión de entrada y salida para --

el alambrado de todos los circuitos de control; como son motores y termopares según se muestra en el plano No. 4 y 5.

Bajo esta base se hace el diseño del tablero donde van los instrumentos de medición y dispositivos de control, con lo cual se hace el plano correspondiente pasando después al taller de construcción.

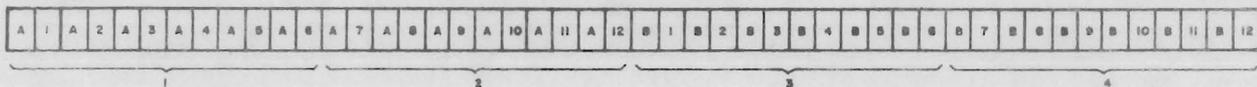
2) Construcción.-

La construcción se realiza de acuerdo al plano obtenido anteriormente, estando continuamente supervisada para ultimar detalles y resolver cualquier problema que surja en la construcción; al mismo tiempo se hacen los arreglos correspondientes para el acondicionamiento del lugar a donde quedarán sujetadas las bases de los relevadores, las tabletas de conexión de alta y baja temperatura; así como la de control, el interruptor general y el alambrado de los mismos, con lo que ganamos tiempo para que al terminar el tablero en el taller se encuentre listo el lugar para empezar a realizar la instalación.

El material de construcción del tablero es de pino resinoso de primera y para evitar el ataque de los ácidos se barniza utilizando colorantes no azoicos como el "negro de anilina"; construido y diseñado de acuerdo a las necesidades requeridas de la Planta.

3) Montaje.-

El montaje comprende la instalación del tablero en el terreno



1.- REGISTRADOR DE ALTA TEMP.

2.- INDICADOR DE ALTA TEMP.

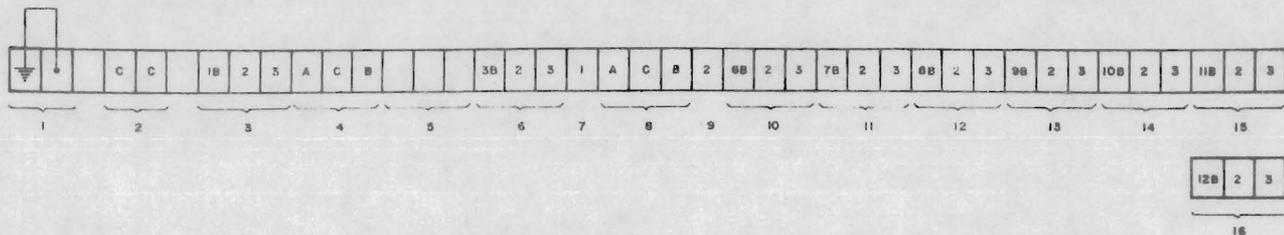
3.- REGISTRADOR DE BAJA TEMP.

4.- INDICADOR DE BAJA TEMP.

5.- CONTROLADOR DE ALTAS TEMPS.

77

U. N. A. M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
ALAMBRAO DE TERMOPARES Y BULBOS DE RESISTENCIA	
TESIS PROFESIONAL ADOLFO MEHA URIBE	
MEXICO D.F. 1976	PLANO No. 4



- 1.- LINEA DE TIERRA
- 2.- CORNETA
- 3.- B. METANOL 1
- 4.- DETECTOR DE NIVEL TANQUE METANOL
- 5.- RESERVA
- 6.- B. METANOL 2
- 7.- VALV. SOLENOIDE TRABAJO NORMAL
- 8.- DETECTOR DE NIVEL EVAPORADOR
- 9.- VALV. SOLENOIDE DE EMERGENCIA
- 10.- SOPLADOR
- 11.- ENFRIADOR
- 12.- B. FORMOL 1
- 13.- B. FORMOL 2
- 14.- RESERVA
- 15.- TORRE DE AIRE (B. AGUA)
- 16.- COMPRESOR

U. N. A. M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
LOCALIZACION DEL ALAMBRAO	
TESIS PROFESIONAL ADOLFO MEJIA URIBE	
MEXICO D.F. 1976	PLANO No. 6

donde se erige la planta, instalando primero todas las tuberías - conduit P. G. galv. tanto de motores como de instrumentos de medición y control, y después únicamente conectarse a todos los -- equipos de acuerdo con los diseños de los circuitos de control - del capítulo anterior.

Queda solamente la puesta en marcha para probar toda la instalación, presentándose problemas que se solucionan rápidamente - para que la Planta trabaje como se ha previsto.



QUIMICA

CONCLUSIONES.

Los elementos de control del proceso presentados aquí han sido del tipo mas simple. Los pasos fundamentales mediante los cuales un proceso moderno puede ser controlado, involucran mas que la combinación de varios efectos simples. Para estas aplicaciones complejas se requieren muchos componentes de fábricas especialistas para simplificar las mediciones o eliminar los retardos que resultan de la operación de un gran número de controles.

El tablero de control del que se trata, es del tipo consola; con el cual se logra un control preciso; además de mantenerlo informado del proceso, de lo que está sucediendo cuando hay alguna elevación de temperatura o cuando deja de trabajar algún motor.

Con esto se trabaja bajo rangos mas estrictos de control, lo cual repercute en un producto mas uniforme y se reduce a un mínimo el número de errores, obteniéndose un producto de muy buena calidad.

B I B L I O G R A F I A .

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1.- Electricidad y Magnetismo | Ing. Eduardo Díaz Losada. |
| 2.- Procesos de Transferencia de calor | Donald Q. Kern. |
| 3.- Dirección General de Electricidad | Libro de especificaciones. |
| 4.- Conductores Eléctricos | Anaconda Pirelli. |
| 5.- Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas | Industria Eléctrica de Méx. |
| 6.- Principios de Operaciones Unitarias | A. S. Foust. |
| 7.- Diseño de un condensador mixto | Ing. Antonio Velázquez. |
| 8.- Principios de Ingeniería Química | McCabe - Smith. |
| 9.- Hartmann & Braun | Boletines. |