

MEMORIA
DESCRIPTIVA
DE EXPERIENCIA
PROFESIONAL

1 9 7 9

Máximo Honda Begazo

Bachiller de Ingeniería
Mecánica y Eléctrica
Especialidad Electrónica

Promoción 1973 - 1

M E M O R I A

D E S C R I P T I V A

D E

E X P E R I E N C I A

P R O F E S I O N A L

C O N T E N I D O

- A. INTRODUCCION
- B. PRESENTACION CURRICULAR
- C. SINTESIS DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA
- D. MEMORIA DESCRIPTIVA
- E. ANEXOS

A.- INTRODUCCION

Mediante la presente memoria descriptiva quiero reseñar la experiencia adquirida durante los años de ejercicio profesional.

Nuestra realidad nacional en el campo de la Ingeniería Electrónica hace prepararnos en todas las ramas de esta especialidad: Telecomunicaciones, Sistemas Digitales, Sistemas de Control, Circuitería Electrónica, etc.

La inclinación teórica que tenemos hacia determinada rama de la especialidad, al culminar nuestros estudios profesionales, pronto se ve truncada si es que esta rama no se encuentra lo suficientemente desarrollada en el país como para poder desempeñar una labor profesional dentro de ella.

Particularmente al egresar de la Universidad me encontré con un panorama de trabajo limitado y no había mucho que escoger.

Opté primero por la rama de las Telecomunicaciones dentro del área de proyectos, adquiriendo aquí bastante experiencia laboral y sentido de planeamiento y organización. Pero no me sentí identificado con la labor técnica aquí desarrollada.

En la búsqueda de un status profesional mas acorde con mi inclinación creativa, incursioné en el área de mantenimiento, es así como trabajé en la minería. Aquí por la

..//..

diversidad de operaciones, el ingeniero afronta múltiples dificultades y es muy importante su aporte creativo así como los procedimientos que tiene que seguir para resolver del modo más eficiente tales problemas. En esta área adquirí mayor experiencia en el planeamiento programático del mantenimiento de los equipos de instalaciones eléctricas del área minera.

Finalmente con la experiencia anterior adquirida logré incursionar en el mantenimiento en el área metalúrgica. Aquí por las facilidades otorgadas por la empresa empleadora, no sólo se logran desarrollar los procedimientos del mantenimiento preventivo programado, sino que se da apoyo a la labor creativa en busca de mejorar los sistemas establecidos inicialmente.

Espero que la descripción de la presente memoria sirva de aporte a las nuevas generaciones de futuros ingenieros y a la Ingeniería en general.

Por otra parte quiero agradecer a la Sociedad de Ingenieros del Perú y a la Universidad Nacional de Ingeniería por haberme dado la oportunidad de poder graduarme de ingeniero.

Máximo Honda Begazo
Bachiller de Ingeniería
Mecánica y Eléctrica
Especialidad Electrónica
Promoción 1973-1

..//..

B.- PRESENTACION CURRICULAR

1.- Datos Personales

Nombre Máximo Elías Honda Begazo
Edad 29 años
Lugar y Fecha
de Nacimiento: Lima 12/11/49.

2.- Estudios

- Secundaria Colegio Nacional "Nuestra Señora de
 Guadalupe" Lima
 Periodo 1962-1966.

Pre-Ingeniería: Academia de la Asociación de Centros
de Estudiantes de la Universidad Na-
cional de Ingeniería "ACUNI" 1967.

Estudios Su- Universidad Nacional de Ingeniería.
periores Programa Académico de Ingeniería Me-
 cánica y Eléctrica. Especialidad
 Electrónica.

Grado Obteni-: Bachiller en Ingeniería Mecánica y
do Eléctrica, graduado con el trabajo
 monográfico: "Diseño de un codifica-
 dor que convierte una señal de cuatro
 niveles a código binario"

3.- Experiencia docente Pre-Universitaria

Academia de la Asociación de Centros de Estudiantes de
la Universidad Nacional de Ingeniería: "ACUNI"

Jefe de Prácticas 1968 - 1969
Profesor de Física 1970 - 1971

4.- Prácticas Profesionales

Compañía Peruana de Teléfonos

En la sección de Transmisiones del Departamento de Planeamiento de la Gerencia Técnica. Periodo 1973.

5.- Experiencia Profesional

5.1 Empresa Nacional de Telecomunicaciones del Perú (ENTEL-PERU)

Cargo: Ingeniero Asistente de Proyectos del Departamento de Transmisiones, Gerencia de Proyectos.

Secciones: Radioenlaces y Multiplex

Periodo: Octubre 1973 - Junio 1975.

Capacitación:

a) Curso de aspectos legales relacionados con licitaciones, concurso de precios compras directas.

b) Curso descriptivo impartido en el Instituto de Investigación y Capacitación en Telecomunicaciones "INICTEL" por GTE International Systems sobre el Radio-Enlace de la zona afectada por el sismo ZAS (Chimbote-Huaraz-Caraz)

5.2. Northern Peru Mining Corporation

Cargo: Jefe del Departamento de Mantenimiento Eléctrico.

Periodo: Setiembre 1976 - Setiembre 1977.

5.3. Minero Perú, Refinería de Cobre de Ilo.

Cargo Jefe del Departamento de Mantenimiento Elec-
trónico.

Periodo Enero 1978 a la fecha.

C.- SINTESIS DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.- TELECOMUNICACIONES

1.1. RADIO-ENLACES

- a) Estudios Técnicos de los proyectos de radio-enlaces secundarios en telecomunicaciones de la zona Sur del Perú.
- b) Informe técnico sobre la factibilidad de incrementar un canal de Radiofrecuencia a la Red Troncal de Microondas.
- c) Supervisión de las instalaciones del radio-enlace de la zona afectada por el Sismo ZAS (Chimbote-Huarez-Caraz).

1.2 SISTEMAS MULTIPLEX

- a) Pruebas en los Equipos Multiplex de la Central Prin-

cial de Recepción y Transmisión de Lima, así como de la estación terrena de Lurín.

- b) Desarrollo de un Programa completo para diseñar filtros para canales telefónicos, pregrupos y grupos.
- c) Participación en evaluaciones técnico-económicas para la adquisición de equipos e implementaciones en telecomunicaciones.

2. MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES MINERAS

2.1. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA DEL MANTENIMIENTO .

2.2. MANTENIMIENTO ELECTRICO DEL AREA DE EXTRACCION.

2.3. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA TELEFONICO.

2.4. MANTENIMIENTO ELECTRICO E INSTRUMENTAL DE LA PLANTA CHANCADORA.

2.5. MANTENIMIENTO ELECTRICO DE LA PLANTA DE PRECIPITACION.

2.6. MANTENIMIENTO ELECTRICO E INSTRUMENTAL DE LA PLANTA CONCENTRADORA.

2.7. SUPERVISION DE LA INSTALACION, PRUEBA, PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO DE LOS TAJOS AGOTADOS.

2.8. MANTENIMIENTO DEL INSTRUMENTAL DEL LABORATORIO DE CONTROL DE PRODUCCION.

3. . MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE MEDICION Y CONTROL AUTOMATICA DE LAS VARIABLES INVOLUCRADAS EN LOS PROCESOS DE REFINACION DEL COBRE.

3.1. DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO Y ESTRUCTURA DEL MANTENIMIENTO.

3.2. MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATICO Y MEDICION DE LAS VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO, COMPRENDE:

a) Proceso de Obtención de ánodos de cobre en la Planta de Anodos, comprende:

I.- Proceso de fundición del cobre ampollaso.

II.- Proceso de pesado y moldeo automático.

b) Proceso de electrodeposición de cobre en la Planta Electrolítica, comprende:

I.- Sistemas de Medición y control del vapor aplicado.

II.- Proceso de purificación del electrolito recirculante.

III.- Sistema de Detección de cortocircuitos de las celdas electrolíticas.

3.3. MANTENIMIENTO DE SISTEMAS Y EQUIPOS AUXILIARES.

a) Proceso de producción principal y auxiliar de vapor.

- b) Proceso de desalinización de agua de mar en la Planta Desalinizadora.
- c) Balanzas.
- d) Instrumentación del laboratorio de control de producción.
- e) Sistema telefónico.
- f) Instrumentación del Hospital.

3.4. MODIFICACIONES, DISEÑOS, CONSTRUCCIONES E IMPLEMENTACIONES DE SISTEMAS DE MEDICION Y CONTROL.

- a) Diseño, implementación y montaje de un sistema de control automático de temperatura para ser utilizado en la Planta desalinizadora de agua de mar.
- b) Modificación del diseño original de un sistema de medición de flujo de vapor.
- c) Automatización de los sistemas de control de caudal de petróleo y caudal de aire de los hornos de fundición.
- d) Diseño y construcción de un circuito limitador de temperatura para el horno de secado del laboratorio de control de calidad.
- e) Implementaciones mecánicas que posibilitaron el reinicio de operación de la balanza de pesado de cobre ampolloso (BUSTER)

D.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1. TELECOMUNICACIONES

El trabajo desarrollado en la rama de telecomunicaciones se orientó hacia los proyectos de enlaces de radiofrecuencia y enlaces en los equipos Multiplex.

1.1. ENLACES DE RADIOFRECUENCIA

- a) Estudios Técnicos de los proyectos de enlaces de radiofrecuencia, considerados como secundarios, de la zona Sur del Perú. Los enlaces primarios constituyen la actual red troncal de microondas.

Cada estudio comprende los siguientes aspectos:

- I.- Generalidades
- II.- Proyecto del enlace
- III.- Prospección y pruebas
- IV.- Equipamiento
- V.- Dibujos ilustrativos.

I.-GENERALIDADES

Se describen los criterios que se van a seguir para determinar el radio-enlace.

II.-PROYECTO DEL ENLACE

Comprende:

- i) Trazados de los perfiles de los probables enlaces.

ii) Cálculos de:

- Atenuación por espacio libre
- Atenuación por interferencias
- Pérdida total de trayecto
- Selección de la frecuencia.

III.-PROSPECCION Y PRUEBA:

Una vez determinados los puntos de los probables enlaces en las cartas y perfiles y, habiéndose determinado los cálculos, se procedía a efectuar la prospección o reconocimiento de los puntos elegidos y las pruebas respectivas; para tal fin se disponía de un equipo completo compuesto por:

- Transmisores-Receptores portátiles de UHF con frecuencia de enlace de 450 MHZ.
- Transmisores-Receptores portátiles de VHF con frecuencia de enlace de 150 MHZ.
- Transmisores-Receptores portátiles de VHF con frecuencia de enlace de 150 MHZ: Walkie -Talkies.
- Teodolitos.
- Accesorios como: altímetros, brújulas, binoculares, espejos, máquinas fotográficas.

..//..

Llegado al sitio se procedía a efectuar las pruebas de enlace, el orden de pruebas era el siguiente:

- 1° Prueba de espejos
- 2° Prueba con Walkie-Talkies
- 3° Prueba con los transmisores receptores.

Con la primera prueba podía certificarse la ausencia de obstáculos con auxilio de los binoculares. La segunda prueba podía o no resultar exitosa, si era exitosa se garantizaba un buen radio-enlace, de lo contrario tenía que esperarse el resultado de la tercera prueba. La tercera prueba era decisiva para la aceptación del radio-enlace, ya que podía medirse la pérdida total del trayecto.

Definido los puntos del radio-enlace se procedía a trazar aproximadamente un plano de relieves de cada punto, donde figuraba:

- Las coordenadas exactas del punto.
- Altitud del punto.
- Referencias más saltantes
- Acceso al lugar
- Tiempo de acceso desde la carretera principal.
- Red de energía eléctrica más próxima si es que hubiera.

Finalmente se fijaba un hito en el punto escogido, siendo pintado y fotografiado panorámicamente.

IV.- EQUIPAMIENTO

Finalizada la prospección y pruebas del radio-enlace proyectado, se efectuaban los cálculos complementarios para determinar la implementación de equipos e instalaciones, para tal efecto se seguía el siguiente procedimiento:

- i) Se determina el diagrama de niveles entre los puntos enlazados.

La pérdida de trayecto comprende:

- Pérdida de propagación de espacio libre, medido en las pruebas de campo.
- Pérdida del alimentador, se asume aproximadamente.
- Pérdida del cable conector, se asume aproximadamente.

Ganancia de antenas

- Ganancia de antena transmisora, se asume aproximadamente de acuerdo con las antenas más usuales dentro de la banda de VHF o UHF según el caso, y que generalmente eran del tipo YAGI o arreglo de dipolos.

..//..

-Ganancia de antena receptora.

Se asume aproximadamente de acuerdo al criterio anterior.

La pérdida total del trayecto queda entonces determinada por la diferencia entre la pérdida de trayecto y la ganancia de antenas en decibels. Con este nivel de salida del transmisor como el nivel de entrada del receptor.

- ii) La implementación energética es función de la potencia requerida para las instalaciones principales y auxiliares.

En los casos en los cuales existía red de energía eléctrica próxima al punto de un enlace, sólo era necesario recomendar la siguiente implementación:

- Un transformador para bajar la tensión a la requerida.

Baterías con voltaje de acuerdo al equipo y número de celdas de acuerdo al consumo de carga.

- Rectificadores para carga flotante.

En los casos en los cuales nos existía red de energía eléctrica próxima al punto del enlace, además de la implementación anterior, era necesario implementar un sistema de energía diesel eléctrica.

V. LOS DIBUJOS ILUSTRATIVOS

Comprenden la ubicación de los puntos enlazados, así allí figura:

- La distancia de trayectoria del radio-enlace.

La distancia de las carreteras principales y carreteras proyectadas para el acceso.

- Las coordenadas del punto.

- La altitud del lugar

- Clima.

- Referencias más saltantes.

Además, figuran el trazado de perfiles de los relieves de los puntos enlazados en cartas corregidas con el factor de corrección del radio-terrestre, y las fotografías panorámicas del lugar.

Los lugares considerados en estos estudios técnicos son los siguientes:

- 1) Complejo fronterizo Sta. Rosa (Estación terminal) para (Estación repetidora de la red troncal de microondas: RTM) - Tacna (Estación terminal RTM).

- 2) Tacna (Estación Terminal RTM) -Palca (Estación terminal).

- 3) Ilo (Estación Terminal) Cerro Canicora (Estación repetidora) - El Hueco (Estación repetidora RTM)
- 4) Toquepala (Estación terminal) - El Hueco (Estación repetidora RTM)
- 5) Locumba (Estación terminal) - el Hueco)(Estación repetidora RTM).
- 6) Cuajone (Estación terminal)-Moquegua (Estación terminal RTM)
- 7) Vitor (Estación terminal) - Chachani (Estación repetidora RTM)
- 8) Mollendo (Estación terminal)- Cerro Tintayane (Estación repetidora) - Chachani (Estación repetidora RTM).
- 9) La Curva (Estación Terminal) - Cerro Tintayane (Estación repetidora) Chachani (Estación repetidora RTM).
- 10) La Joya (Estación Terminal) Chachani (Estación repetidora RTM).
- 11) Puerto Maldonado (Estación Terminal) Cerro Pto Maldonado (Estación repetidora) Cerro Urisuri (Estación repetidora), Huisuroche (Estación repetidora RTM).

12) Cuzco (Estación terminal RTM) Sacsayhuamán (Estación repetidora) - Ollantaytambo (Estación terminal y repetidora)-Machu Picchu (Estación terminal y repetidora) Quillabamba (Estación terminal).

13) Sicuani (Estación terminal) - Jajallacta (Estación repetidora RTM).

Los croquis de los radio-enlaces se adjuntan al final de la presente memoria.

b) INFORME TECNICO SOBRE LA FACTIBILIDAD DE INCREMENTAR UN CANAL DE RADIOFRECUENCIA A LA RED TRONCAL DE MICROONDAS.

Comprende:

- I .- Introducción.
- II .- Análisis sobre las formas posibles de aumentar el canal de RF.
- III.- Fundamentación técnica de la reducción del equipamiento cuando se transmite en forma unidireccional.
- IV. - Recomendaciones.
- V . Cuadros de equipamiento y precios.

I.- INTRODUCCION

Se fundamenta la necesidad inmediata para incrementar un radio canal a los dos ya existentes en la

red troncal de microondas, donde un canal transmite exclusivamente telefonía y el otro exclusivamente televisión con prioridad de transmitir telefonía en caso de saturarse el primer canal.

Para tal efecto el proveedor e instalador de la actual red de microondas, remitió una lista de precios a solicitud nuestra.

II. ANALISIS SOBRE LAS FORMAS POSIBLES DE AUMENTAR EL CANAL DE RF.

El posible proveedor remitió una lista de precios de los equipos para aumentar un canal de RF, contemplando sólo la posibilidad del enlace bidireccional.

(1) Canal Bidireccional:

Forma propuesta por el posible proveedor desde el punto de vista técnico resulta el mas recomendable, puesto que permite transmitir televisión desde o hacia cualquier estación terminal. El equipamiento ofertado incluye paneles terminales para la transmisión de televisión, que está demás, pues dichos paneles ya están implementados en la actual red de microondas.

(2) Canal Unidireccional

Desde el punto de vista técnico es factible canalizar la transmisión de televisión en un solo sentido teniendo a Lima como único punto de transmisión, económicamente significa un ahorro de un 30% y no de un 50% como aparentemente se supone, esto debido a que algunos equipos no pueden ser reducidos a la mitad.

III.- FUNDAMENTACION TECNICA DE LA REDUCCION DE LOS EQUIPOS CUANDO SE TRANSMITE EN FORMA UNIDIRECCIONAL

Aquí se analiza cada equipo, la mayoría de los cuales están compuestos por módulos interconectables, siendo así que casi todos los equipos pueden ser reducidos a la mitad.

IV.- RECOMENDACIONES

Se deduce que la implementación para el caso de enlace unidireccional llega a ser casi la mitad del enlace bidireccional; en cambio económicamente tan sólo llega a ser inferior en un 30%.

Aquí se recomienda efectuar un estudio económico final que contemple además los costos de instalaciones para decidir la solución final.

V.- LOS CUADROS DE QUIPAMIENTO Y PRECIOS FIGURAN AL FINAL DEL INFORME.

C) SUPERVISION DE LAS INSTALACIONES DEL RADIO-ENLACE

De la zona afectada por el sismo ZAS que une las ciudades de Chimbote, Huaráz y Zaráz. Para supervisar las instalaciones de ese radio-enlace se tuvo que concurrir al curso descriptivo sobre el funcionamiento del sistema, ya que la tecnología empleada era Norteamericana y las instalaciones de la red troncal de microondas era tecnología Japonesa.

La supervisión comprendió:

- Verificación de la ruta.

Verificación de construcción de carreteras y edificios y disponibilidad de energía eléctrica.

Verificación técnica del sistema de radio instalado.

- Pruebas finales de aceptación.

Algunos detalles del radio-enlace se adjuntan a la presente memoria.

1.2. SISTEMAS MULTIPLEX

a) PRUEBAS EN LOS EQUIPOS MULTIPLEX

Estas pruebas consisten en medir los niveles de recepción y transmisión de las frecuencias pilotos de los canales, pregrupos (3 canales), grupos (4 pregrupos), supergrupos (5 grupos) y de la banda base (16 supergrupos) para el caso de un radiocanal de 960 canales telefónicos de capacidad. Si estos niveles no eran los adecuados, se le daba ganancia o se le atenuaba según el caso al amplificador respectivo, puesto que el nivel del piloto es el fiel reflejo del nivel de cada familia de canales.

También, se verificaba la exactitud de las frecuencias de los pilotos y portadoras.

Por otra parte, se actualizaba constantemente la distribución de canales telefónicos asignados a cada estación terminal en función del tráfico creciente.

- b) DESARROLLO DE UN PROGRAMA PARA DISEÑAR FILTROS DE NECESIDAD EN LA SELECTIVIDAD DE FAMILIAS DE CANALES TELEFONICOS: CANALES SIMPLES, PREGRUPOS, GRUPOS O SUPERGRUPOS.

Este programa se desarrolla en lenguaje BASIC y comprende:

- Programa de diseño de filtros normalizados estructurado en base a la teoría de Chebyshev. A la salida se obtiene el número de elementos con sus respectivos valores. Tanto las inductancias como las capacitancias se encuentran enumeradas desde 1 a N y las resistencias unitarias con los números 0 y N+1.

Datos de entrada

Rizado en dB

Atenuación en dB

Frecuencia fundamental

Frecuencia de corte

- Los elementos ordenados obtenidos a la salida de este programa, sirven como datos de entrada para el programa de diseño del filtro desnormalizado sea pasabaja, pasabanda, pasaalto o eliminador de banda equivalente, según sea la necesidad, adicionándose para ella como datos de entrada:

Impedancias de entrada y salida del filtro

Ancho de banda para los casos pasabanda y eliminador de banda.

Se completa el programa con los programas adicionales para obtener la respuesta en frecuencia de la amplitud y fase de la función de transferencia del filtro y el gráfico de la amplitud en función de la frecuencia de la función de transferencia.

Se adiciona a la presente memoria algunas ejecuciones e interpretaciones del programa.

c) PARTICIPACION EN EVALUACIONES TECNICO-ECONOMICAS PARA LA ADQUISICION DE EQUIPOS E IMPLEMENTACIONES EN TELECOMUNICACIONES.

Se participó en diversas evaluaciones técnico-económicas en la adquisición de equipos de prueba tales como los trazadores de nivel de las familias de canales, en banda ancha y en banda selectiva.

MANTENIMIENTO ELECTRICO EN INSTALACIONES MINERAS.

Los minerales extraídos pasaban por una serie de procesos hasta obtener el producto final constituido por el concentrado.

Los minerales extraídos básicamente eran: Cobre, Plomo, Zinc y Plata.

Los procesos involucrados eran:

- Proceso de extracción del mineral.
- Proceso de chancado.
- Proceso de Concentrado.

Los excedentes del mineral, llamado relave, en parte servían para rellenar los tajos o vetas agotadas y el

resto era desechado.

2.1. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA DEL MANTENIMIENTO ELECTRICO.

El mantenimiento de las instalaciones mineras se encontraba a cargo de dos departamentos: Mecánico y Eléctrico, pertenecientes a la Superintendencia de Mantenimiento.

El departamento eléctrico contaba con la siguiente implementación técnica:

I.- CAMPAMENTO DE QUIRUVILCA

- Taller Eléctrico con aproximadamente 20 técnicos equipos de prueba como multiprobadores, amperímetros, vatímetros, tacómetros, etc., instalaciones de prueba y un almacén de herramientas y repuestos.

Taller de Rebobinado con 2 técnicos, encargados del rebobinado de los motores y transformadores, contando con las instalaciones necesarias y un almacén de conductores esmaltados de los calibres más usados.

II.- CAMPAMENTO DE SHOREY

- Taller Eléctrico con aproximadamente 10 técnicos instalaciones de prueba, equipos de prueba y un almacén de repuestos y herramientas.

- Taller de Rebobinado con 2 técnicos, instalaciones necesarias para el rebobinado de motores y transformadores y un almacén de conductores eléctricos esmaltados de los calibres de mayor uso.

El desarrollo del mantenimiento era a grandes rasgos el siguiente:

- Se efectuaba un mantenimiento preventivo en base a los programas elaborados por la jefatura del departamento.
- Se efectuaba un mantenimiento correctivo o modificatorio de acuerdo a un sistema de órdenes de trabajo remitido por el área productiva.
- La supervisión de las instalaciones y del personal era constante.
- Se recopilaba datos técnicos de los repuestos de mayor uso a fin de solicitarlos.

Además, se contaba con un almacén general de repuestos para cada campamento.

2.2. MANTENIMIENTO ELECTRICO DEL AERA DE EXTRACCION

El mantenimiento de las instalaciones eléctricas de esta área se desarrollaba con bastante frecuencia debido a las condiciones my adversas del lugar como: Humedad elevada, caídas de rocas, etc.

El mantenimiento entre otras cosas comprendía la revisión parcial o completa, calibraciones, ajustes, limpieza, lubricación si fuese necesario, cambio de repuestos si fuese necesario, pruebas etc.

Las instalaciones eléctricas mas importantes se encontraban en los siguientes equipos:

- Winches de izaje principal.
- Compresoras.
- Locomotoras eléctricas.
Baterías para locomotoras mineras
- Cargadores de Baterías
- Winches de arrastre
- Motores de diversa aplicación
- Sistema telefónico del interior de la mina.
- Palas extractoras.
- Sistemas eléctricos de seguridad.

2.3 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA TELEFONICO.

El sistema telefónico comprende:

- Una centralita de conmutación automática de barras cruzadas con capacidad para 30 abonados. Ubicada en el Campamento de Quiruvilca.

Accesorios:

- Banco de baterías de 24 voltios
Cargador de baterías
 - Equipo de pruebas.
-
- Red de extensiones a los abonados mediante líneas aéreas desnudas.

- Aparatos telefónicos.

De acuerdo al programa de mantenimiento preventivo, periódicamente se efectuaba las siguientes pruebas:

- Prueba de aislamiento entre cada línea y tierra.
- Prueba de aislamiento entre líneas de cada extensión.
- Pruebas telefónicas entre abonados y central local.

Además se efectuaba una revisión y limpieza completa de los contactos de mayor trabajo por lo menos dos veces al año.

2.4. MANTENIMIENTO ELECTRICO E INSTRUMENTAL DE LA PLANTA CHANCADORA.

Se efectuaba un mantenimiento mensual debidamente programado de las instalaciones eléctricas de los siguientes equipos o máquinas:

- Chancadora de quijadas.
- Chancadora de cono
- Zaranda vibratoria
- Fajas transportadoras
- Alimentadores
- Motores diversos

Además se efectuaba un mantenimiento frecuente en los instrumentos; que mayormente requerían limpieza y cali-

bración. El ambiente de la planta se encontraba lleno del polvo esparcido por el proceso de chancado. .

Los instrumentos eran:

- Balanza de peso continuo y acumulativo, insertado en la faja transportadora principal.
- Voltímetros, amperímetros, vatímetros, tacómetros, etc.

2.5. MANTENIMIENTO ELECTRICO E INSTRUMENTAL DE LA PLANTA CONCENTRADORA

En esta planta ingresaba el mineral pulverizado y que luego de pasar por una serie de etapas salía como concentrado. Los productos finales estaban constituidos por concentrados de cobre, plomo y zinc.

Para tal efecto se contaba con las siguientes instalaciones de funcionamiento electromecánico:

Molinos de bolas (3)

Fajas transportadoras

Motobombas principales de bombeo de pulpa (5)

Motobombas verticales, empleadas en los circuitos de bombeo de pulpa (2)

Bancos de celdas de flotación (3)

Espesadores para cobre, plomo y zinc.

Motobombas instaladas en los espesadores (3)

Sistemas de bombeo de relaves (4)

Suministro de agua dulce y de agua de recuperación de los espesadores y su circuito de motobombas.

Paneles, señalización y alarmas.

Instrumentos como:

Sistema de medición PH de los concentrados
Sistemas de control de nivel.

2.6 MANTENIMIENTO ELECTRICO DE LA PLANTA DE PRECIPITACION.

En esta planta se obtenían concentrados de cobre fundamentalmente, por acción del agua ácida recirculante, proveniente de la mina, sobre desechos o chatarra adquirida por la empresa.

Básicamente se efectuaba el mantenimiento de:

La grúa puente con izaje de carga (chatarra) por medio de un electroimán. Comprendía los sistemas de control de velocidad de las tres direcciones de movimiento, los motoreductores, tableros de fuerza y el sistema de control y energización del electroimán.

- El circuito de motobombas para el bombeo del agua ácida de recirculación, con sus sistemas de control y fuerza.

2.7 SUPERVISION DE LA INSTALACION, PRUEBA Y PUESTA EN MARCHA, ASI COMO DEL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO HACIA LOS TAJOS O VETAS AGOTADAS.

El sistema de relleno hidráulico de los tajos agotados consiste en lograr llevar hacia estos tajos una mezcla consistente en agua con sólidos de cierta concentración que, al depositarse y secarse completamente sellaban estos tajos.

La mezcla de baja concentración de sólidos era bombeada desde la Planta concentradora, hasta la Planta Matriz de este sistema. En la planta matriz, la mezcla era recepcionada en tanques de almacenamiento, luego era procesada mediante ciclones, agitadores, y mezcladores con agua, hasta lograrse la concentración adecuada para ser bombeada por la Bomba Principal hacia los tanques de desecado de la mina, desde donde por acción de la gravedad penetra hacia los tajos elegidos para ser sellados.

Las principales instalaciones eléctricas de este sistema pueden destacarse a continuación:

En la Planta Matriz:

Motobomba con bomba de pistón de 200 HP y 2300 V, bombea la mezcla hacia la mina.

Agitador de 100 HP y 440 V, ubicado en la parte superior del tanque de mezcla, logra reducir la concentración de sólidos.

Motobomba de toma de agua de 30HP y 440 V¹

Motobomba de alta presión de 30 HP y 440 V, bombea la mezcla desde el tanque de agitación hasta la bomba de pistón.

Motobomba de agua de 10 HP y 440 V bombea agua en alta presión a todo el circuito.

Motobomba de agua de 5HP y 440 V bombea agua en alta presión al tanque de agitación.

Motobomba de aceite de 3HP para lubricación del pistón de la bomba principal.

Paneles de control, luces de indicación, regletas de distribución, sistema de control del tiempo de

agitación y del tiempo de bombeo principal, controles de nivel del tanque de agitación, del tanque de agua.

Paneles de fuerza y mando.

En la mina:

Motobomba de agua de 25 HP y 440 V, bombea agua a los tanques de desecado y eventualmente al depósito de la mezcla final.

Sistemas de control de nivel de los tanques de desecado y de agua.

Paneles de fuerza y mando.

Se adjunta un dibujo esquemático de este sistema al final de la memoria.

2.8 MANTENIMIENTO DEL INSTRUMENTAL DEL LABORATORIO DE CONTROL DE PRODUCCION.

El laboratorio de control de producción se encarga de determinar las características químicas del mineral extraído, chancado y finalmente concentrado.

Para completar los análisis químicos el laboratorio contaba con el auxilio de algunos instrumenteos como:

Analizadores del grado de PH

Densómetros

Balanzas de alta precisión.

El trabajo de mantenimiento fundamental en estos instrumentos era la calibración periódica.

3. MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE MEDICION Y CONTROL AUTOMATICO DE LAS VARIABLES INVOLUCRADAS EN LOS PROCESOS DE REFINACION DEL COBRE.

3.1. DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO Y ESTRUCTURA DEL MANTENIMIENTO.

I.- PROCESO PRODUCTIVO.

(1) El proceso productivo comienza con la fusión del cobre amoloso (BLISTER) proveniente de la fundición de Southern Peru Copper Co., la fundición se efectúa en dos hornos de 330 toneladas de capacidad. El cobre amoloso con una pureza de 99.2% al fundirse logra liberar ciertas impurezas en forma gaseosa y en forma de escoria, obteniéndose una pureza final de 99.6%. El cobre fundido es depositado dentro de un sistema automático de pesado y luego depositado automáticamente dentro de moldes ubicados en una rueda de moldéo de funcionamiento automático, obteniéndose así los moldes anódicos de cobre.

(2) El ánodo con 99.6% de cobre es desplazado desde la Planta de Anodos hacia la Planta Electrolítica para seguir la segunda etapa de su proceso de refinamiento. Mediante el auxilio de maquinarias, los ánodos de cobre son depositados en las celdas electrolíticas, donde previamente se han instalado los cátodos constituidos por láminas de cobre. El cobre del ánodo se deposita por electrolisis en el cátodo, por acción de un flujo de corriente continua elevada. Des

pués de un periodo de mas o menos dos semanas se ha depositado en el cátodo la cantidad de cobre suficiente para constituir el cátodo de cobre de peso standard. El cobre obtenido tiene una pureza de 99.99%.

Para cumplir con todo el proceso productivo antes descrito, es necesario, contar con una serie de instalaciones auxiliares tales como: La Planta desalinizadora de agua de mar, productora de agua dulce muy necesaria para el proceso de producción; el caldero principal y tres calderos auxiliares, productores de vapor, también muy necesario; balanzas electromecánicas y electrónico-mecánicas; etc.

Finalmente existe un laboratorio de control de producción, donde se analizan muestras del cobre desde que ingresa a la Refinería hasta el producto acabado.

II. ESTRUCTURA DEL MANTENIMIENTO.

Para garantizar un eficiente proceso productivo es necesario contar con un buen sistema de mantenimiento. La Superintendencia de Mantenimiento ha estructurado para ello cuatro departamentos de mantenimiento: Mecánico, De Servicios, Eléctrico y Electrónico.

El Departamento Electrónico tiene a su cargo el mantenimiento de todos los sistemas de control y medición y de equipos especiales, para lo cual está organizado del modo siguiente:

a) CONSTITUCION

Jefatura del Departamento.

- Sección taller de instrumentación
- Sección mantenimiento instrumental.

b) IMPLEMENTACION

- Instalaciones eléctricas de prueba
- Instalaciones neumáticas de prueba.
- Instrumentos de prueba:
 - Generadores de funciones
 - Generadores de voltaje y corriente continua
 - Osciloscopios
 - Multiprobadores digitales
 - Multiprobadores analógicos
 - Multiregistradores
 - Calibrador de instrumentos electrónicos
 - Calibrador de instrumenteos neumáticos
 - Transistómetros
 - Manómetros patrón
 - Termómetros patrón.
- Almacén de repuestos y herramientas.

c) LABOR

- La jefatura del departamento en coordinación con los jefes de sección elaboró un programa de mantenimiento preventivo de todos los sistemas de medición y de control y de todos los equipos y sistemas especiales.
- El mantenimiento correctivo es canalizado mediante un sistema de órdenes de trabajo.

- Se ha elaborado cuadros de análisis de fallas más frecuentes que pueden ocurrir en los sistemas y equipos especiales.
- Se ha elaborado y se viene elaborando listas de repuestos, estadísticamente de mayor uso, tratándose de poder standarizar los repuestos y hacerlos compatibles a todos los sistemas.
- Además, de la labor de mantenimiento propia -mente dicha, se ha logrado efectuar trabajos de modificaciones, nuevos diseños e implementaciones nuevas tendientes a mejorar el funcionamiento de los sistemas de control y medición.

3.2. MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATICO Y MEDICION DE LA VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO.

a) PROCESO DE OBTENCION DE ANODOS DE COBRE EN LA PLANTA DE ANODOS.

I,- PROCESO DE FUNDICION DEL COBRE AMPOLLOSO.

El proceso de fundición se realiza en dos hornos.

La variables a ser medidas y controladas son:

Caudal de Petróleo, Caudal de aire, Temperatura y Presión interna del horno. Para tal fin se han implementado los siguientes sistemas:

- Cuatro sistemas de control automático de caudal de petróleo, cada sistema comprende: 2 contómetros generadores de frecuencias, 2 convertidores de frecuencia a corriente, un sumador-restador, un controlador, un registrador, un integrador de caudal, un relé de equilibrio y una servoválvula.

- Cuatro sistemas de control automático de caudal de aire. , cada sistema comprende: Un transmisor de diferencia de presión, un radicalizador un controlador, un registrador, un relé de equilibrio y un servomotor.
 - Un instrumento relacionador que transmite la señal de control de caudal de aire para servir de referencia al control de flujo de petróleo.
 - Dos sistemas de medición de temperatura de los gases de los hornos, un sistema por cada horno comprende: Una termocupla, un convertidor de milivoltios a corriente, un registrador.
- Dos sistemas de medición de la presión interna de los hornos, un sistema por horno, comprende: Un transmisor de presión, un registrador.
- Fuente regulada de voltaje DC, señalizaciones y alarmas, manómetros y termómetros.

II. PROCESO DE PESADO Y MOLDEO AUTOMATICO.

Este proceso está a cargo de dos sistemas especiales cada uno constituido a su vez por tres sistemas relacionados entre si:

- Sistema de control, electrónico.
- Sistema de fuerza, hidráulico.
- Sistema de energía principal y mando, eléctrico.

El sistema electrónico de control que es de interés principal, está constituido por las siguientes unidades:

Una celda detectora de carga, que es un puente - de resistencias balanceados en reposo, una de las resistencias, por acción del peso del cobre-depositado en la cuchara de moldéo, desequilibra el puente y la celda de carga envía una señal a la unidad amplificadora.

Una unidad amplificadora de la-señal proveniente de la celda detectora de carga, además contiene parte de la circuitería del convertidor análogo/digital, contiene al convertidor digital/análogo a los comparadores para determinar la dirección de cuenta, así como a los aisladores optoelectrónicos entre las señales análogas de salida y las señales digitales.

- Una unidad de interfase.

El propósito de esta unidad es:

(1) Controlar al contador arriba/abajo de la unidad de registro aritmético de acuerdo a los datos provenientes de la unidad amplificadora.

(2) Controlar los cambios de estado de la unidad de secuencia al comienzo y al término del moldéo.

(3) Dividir la frecuencia del pulso de reloj de secuencia para la sincronización de uno de los estados de moldéo crítico. .

(4) Bloquear al sistema automático de control y dar paso al control manual.

(5) Condicionar un comando de avance de la rueda de moldéo enfuncionamiento automático.

Una unidad de registro aritmético.

Esta unidad es completamente digital. Contiene al contador digital arriba/abajo, a la unidad de control del convertidor análogo/digital, también incluye a los registradores para registrar las cantidades de cobre a ser moldeadas y restantes a ser moldeadas, y a los comparadores de estas cantidades con los valores de los pesos seleccionados en las unidades selectivas.

Una unidad de secuencia.

Esta unidad completamente digital, sirve como unidad de sincronización y control del sistema durante los diez estados de moldéo.

Unidad de aislamiento galvánico.

Completamente digital, aísla las señales lógicas de las digitales. Dentro de las señales no deseadas se encuentra el ruido, especialmente de la indicación luminosa (NIXIE DISPLAY). Su constitución es a base de aisladores optoelectrónicos.

Unidades de nivel de moldéo.

Existen tres tipos de unidades de moldeo:

- Una unidad cuyo propósito es definir los tres primeros puntos esquina de la curva de moldéo (estados 4, 5 y 6) mediante los correspondientes ajustes de las razones de moldéo.
- Una unidad cuyo propósito es definir los últimos dos límites de la curva de moldéo (estados 7 y 8) mediante los correspondientes ajustes de las razones de moldéo. Esta unidad también contiene el a -

juste de la inclinación de retorno de la cuchara de moldeó.

Una unidad donde se fija el peso del ñodo a ser moldeado en control automático, dicho valor es cargado, durante la operación, a la unidad de registro aritmético. También contiene al ajuste para fijar la razón de moldeó en operación manual.

Una unidad detectadora de nivel

Comprende dos detectores de nivel y dos circuitos monoestables.

Los detectores de nivel detectan los niveles fijados en la unidad de nivel (donde se fija el peso). Los circuitos de entrada están directamente conectados a la salida de la celda detectora de carga. Los circuitos monoestables temporizan la lectura de la indicación luminosa del peso.

Una unidad servointegradora.

Es un servoamplificador que controla a la servoválvula de la cuchara de moldeó. Su operación es controlada mediante relés que conectan la entrada del amplificador al voltaje requerido en cada fase de moldeó y que se determinan por las posiciones fijadas en las unidades de nivel. El amplificador cuenta con dos ajustes de ganancia.

Tres unidades de relés de entrada y tres unidades de relés de salida.

Canalizan las señales digitales de control entre las unidades de control y el sistema de fuerza eléctrica.

Unidades de alimentación de energía eléctrica al sistema de control:

- 1 fuente regulada de 24 VDC
- 2 fuentes reguladas de 15 VDC
- 1 fuente regulada de 5 VDC.

El mantenimiento de más frecuencia se efectúa en las unidades de nivel, unidad detectora de nivel, unidad amplificadora de las señal proveniente de la celda de carga y en la propia celda detectora de carga. También se efectúa el mantenimiento de 17 relés instalados en el mismo gabinete de control, cuya función es conectar 220 VAC al recibir una señal proveniente de las unidades de relés.

Asimismo, se hace el mantenimiento y con mayor frecuencia (una vez por mes) de algunas unidades del sistema hidráulico y del sistema electrónico intrínsecamente ligados al control:

- Servoválvulas
- Válvulas solenoides
- Tableros de control operativo.

b) PROCESO DE ELECTRODEPOSICION DE COBRE EN LA PLANTA ELECTROLITICA.

I.- SISTEMAS DE MEDICION Y CONTROL DEL VAPOR APLICADO.

Para que el electrolito no se solidifique, es necesario aplicarle vapor de agua, para mantenerlo además a la temperatura necesaria para el

proceso de electrodeposición, es necesario controlar el flujo del vapor aplicado. Además, el vapor dentro de la propia planta electrolítica es aplicado para lavar los ánodos corroídos y los cátodos, y una vez condensado tiene múltiples aplicaciones dentro del mismo proceso de electrodeposición.

Consecuentemente es necesario medir y controlar las variables de estos procesos, así se tiene:

- Tres sistemas de control automático de temperatura del electrolito en los tanques de cabeza, cada sistema comprende: una resistencia de bulbo detectora de temperatura, un convertidor resistencia/corriente, un registrador, un controlador, un relé de equilibrio y una servo válvula en la línea de vapor.
- Cinco sistemas de medición de flujo de vapor, cada sistema comprende: un diafragma de orificio diferenciador de presión, un transmisor de diferencia de presión, un transmisor de diferencia de presión, un radicalizador, un registrador y un integrador de flujo.
- Dos sistemas de medición del grado de PH del condensado caliente y del condensado frío, cada sistema comprende; un sistema detector de PH y un amplificador indicador del PH.

- Paneles de energía, control, señalización y alarmas, etc.

II. PROCESO DE PURIFICACION DEL ELECTROLITO RECIRCULANTE.

El electrolito proveniente de las celdas de electrodeposición contiene una serie de impurezas, que constituyen lo que se denomina lodos anódicos, formado por los metales y sus combinaciones eliminados del ánodo de cobre de 99.6% de pureza al obtenerse el cátodo de 99.99% de cobre. Para poder seguir usando este electrolito es necesario purificarlo, extrayéndole los lodos anódicos.

El proceso de purificación del electrolito involucra una serie de variables, las cuales requieren ser controladas o medidas, así tenemos:

- Dos sistemas de control automático de flujo de electrolito, uno hacia las centrífugas y el otro hacia los tanques de cabeza, cada sistema comprende: Un diafragma de orificio diferenciador de presión, un transmisor de diferencia de presión, un controlador indicador y una válvula neumática.
- Seis sistemas de medición de temperatura en las diferentes etapas de purificación del electrolito, cada sistema comprende una resistencia de bulbo detectora de temperatura y todos un solo multiregistrador.

- Cuatro sistemas de medición del grado de PH en las diferentes etapas de purificación, cada sistema comprende: Un sistema de detección del grado PH y un amplificador indicador del grado de PH.

Un sistema de medición de presión absoluta del tanque de vacío, comprende: Un transmisor de presión y un instrumento indicador.

- Paneles de energía eléctrica, señalización y alarmas. Compresora, secador de aire.
- Termómetros de distancia y manómetros.

III. SISTEMA DE DETECCIÓN DE CORTOCIRCUITOS DE LOS ELECTRODOS DE LAS CELDAS ELECTROLITICAS.

Es muy importante detectar el voltaje existente entre los electodos de cobre durante el tiempo que dura el proceso de electrodeposición. De ocurrir un cortocircuito en algún punto del circuito, lo más probable es que el ánodo se encuentre muy próximo al cátodo, lo cual implica un aumento considerable de la corriente circulante. Si no se corrige la posición del ánodo, el cátodo formado no tendrá 99.99% de pureza de cobre y será rechazado.

El sistema de detección de cortocircuitos comprende:

- Un bastidor de tarjetas electrónicas de circu-

tos impresos, cada una de las cuales detecta y amplifica voltaje.

- Dos fuentes reguladas de voltaje.

Señalizaciones y alarmas y accesorios diversos.

- Un equipo impresor de los voltajes muestreados.

El mantenimiento principal se centra en la limpieza de los circuitos impresos y limpieza y revisión completa de las fuentes reguladas de voltaje y de equipo impresor con una frecuencia mensual.

3.3. MANTENIMIENTO DE SISTEMAS Y EQUIPOS AUXILIARES.

a) PROCESO DE PRODUCCION DE VAPOR:

El vapor como se ha descrito anteriormente es de vital importancia para el proceso de electrodeposición también es importante para el proceso de producción de agua desalinizada de mar.

La producción de vapor se lleva a cabo en un caldero principal y tres calderos auxiliares.

La implementación de control y medición del caldero principal es mucho más compleja que la de los calderos auxiliares..

I.-CALDERO PRINCIPAL

Se efectúa el mantenimiento de los sistemas de

medición y control de las variables involucradas en el proceso de producción de vapor:

- Sistema de control automático del flujo de petróleo al quemador del caldero, comprende: dos contómetros generadores de frecuencias, 2 convertidores de frecuencia / corriente, un sumador-restador, un registrador, un controlador, un relé de equilibrio y una servoválvula.

- Sistema de control automático de flujo de aire al quemador del caldero, comprende: un transmisor de diferencia de presión, un radicalizador un registrador, un controlador, un relé de equilibrio y un servomotor.

- Un instrumento relacionador que transmite la señal de control de flujo de aire para servir de referencia al control de flujo de petróleo.

- Sistema de control automático de presión de vapor, comprende: un transmisor de presión, un convertidor electroneumático, un indicador, un registrador y una válvula neumática. La señal de salida del indicador de presión de vapor sirve como referencia para el controlador de flujo de aire.

- Sistema de control automático de nivel de agua del caldero, comprende: Un transmisor de diferencia de presión, un radicalizador, un controlador, un registrador, un indicador. La señal de salida del controlador va hacia el circuito regulador de valor.

- Sistema de control automático de flujo de agua de alimentación al caldero; comprende: un diafragma de orificio diferenciador de presión, un radicalizador, un registrador, un indicador, un regulador de valor, un relé de equilibrio y una servoválvula. La detección se hace en la línea de vapor y por tanto también se indica el flujo del vapor, la servoválvula controla el flujo de agua.

- Sistema de medición de flujo de agua de alimentación al caldero, comprende: Un diafragma de orificio diferenciador de presión, un transmisor de diferencia de presión, un radicalizador un registrador y un integrador de flujo.

- Tres sistemas de medición de temperatura: De agua de alimentación, de los gases provenientes de uno de los hornos y del vapor producido, cada uno comprende: Una resistencia de bulbo (agua y vapor) o una termocupla (gases), un convertidor milivoltios/corriente (gases) o un convertidor resistencia/corriente (agua y vapor) y un multiregistrador.

- Sistema de encendido automático del quemador del caldero, comprende: Un programador, una válvula neumática, válvulas solenoide de petróleo y vapor, switches de presión de petróleo, gas de encendido y vapor, celda fotoeléctrica y contactores eléctricos.

- Paneles de energía eléctrica, alimentación de aire, señalización y alarmas, accesorios diversos.

II. CALDEROS AUXILIARES

Uno de los calderos proporciona vapor a la planta desalinizadora y los otros dos son de reserva.

Su implementación de control y medición es en gran parte electromecánica.

Se efectúa el mantenimiento de los siguientes sistemas:

- Sistema de encendido del quemador comprende: Un programador, detector de agua, detector de aire, válvulas solenoides de petróleo, gas de encendido y vapor, switches de presión de vapor mínimo y máximo, detector de llama, etc.
- Sistema de control de nivel de agua, comprende Electrodo de detección de nivel, controlador del arranque automático de la motobomba de agua.
- Sistema de medición de flujo de vapor producido comprende: Un diafragma de orificio diferencial de presión, un transmisor de diferencia de presión, un radicalizador, un registrador y un integrador de flujo.

Señalización y alarmas, termómetros y manómetros, accesorios diversos.

b) PROCESO DE DESALINIZACION DE AGUA DE MAR EN LA PLANTA DESALINIZADORA.

Dada la escasez de agua dulce en la zona y la gran necesidad de este elemento líquido en el proceso productivo de cobre refinado es que ha dado origen a esta planta.

La planta desalinizadora cuenta básicamente con tres sistemas de procesamiento: Una cámara de circulación de salmuera y evaporación instantánea con 25 etapas, un calentador a vapor y un decarbonatador. Alrededor de estos sistemas juegan papel fundamental los sistemas de control automático.

Se efectúa el mantenimiento de los siguientes sistemas de medición y control:

- Un sistema de control de temperatura de la salmuera que sale del calentador. Este sistema inicialmente estuvo implementado por un circuito neumático que comprendía: Una resistencia de bulbo detectora de temperatura, un convertidor electroneumático, un controlador registrador y una válvula neumática.

Actualmente, está implementada del modo siguiente: una resistencia de bulbo detectora de temperatura, un convertidor resistencia/corriente, un registrador, un relé de equilibrio y una servoválvula.

Un sistema de control de temperatura del vapor de ingreso al calentador, comprende: una resistencia de bulbo detectora de temperatura, un controlador indicador y una válvula neumática.

- Cuatro sistemas de medición de temperatura: de agua de mar, agua de la última etapa de rechazo de calor de la cámara de evaporación, agua de la primera etapa de recuperación de calor y de la salmuera de ingreso al calentador, cada sistema comprende: Una resistencia de bulbo detectora de temperatura y un registrador múltiple para los cuatro sistemas.
- Cuatro sistemas de control de nivel: de condensado del calentador, de decarbonatado, de la primera etapa de recuperación de calor y del destilado (Agua deslinizada); cada sistema comprende: Un recipiente con su tubo-torque flotante detector de nivel, un controlador indicador de nivel y una válvula neumática.
- Sistema de control de ingreso de agua en proceso de producción al decarbonatador, comprende: Un diafragma de orificio diferenciador de presión, un trasmisor de diferencia de presión, un controlador-indicador y una válvula neumática.
- Tres sistemas de medición de flujo: de condensado, de salmuera recirculante y de agua desalinizada

da, cada sistema comprende: Un diafragma de orificio diferenciador de presión, un transmisor de diferencia de presión y un registrador múltiple para los tres sistemas.

- Sistema de control del grado de PH del agua de salida del decarbonatador, comprende: Un detector-indicador de PH, un registrador-controlador, un relé de doble contacto, un servomotor y una válvula que controla el paso de inyección de ácido al decarbonatador.
- Sistema de medición del grado de PH de la salmuer a recirculante, comprende: Un detector de PH y un registrador.

Sistema de control de dos posiciones de la presión de vapor de la línea de vacío, comprende un detector-transmisor de presión de agua de mar de ingreso a la planta y una válvula neumática on-off en la línea de vacío.

- Dos sistemas de control de conductividad de agua desalinizada y de condensado, comprende cada sistema: Un detector de conductividad, un convertidor corriente/voltaje, un registrador, una válvula solenoide y una válvula neumática.

Sistemas de energía: eléctrica, solo transformación de voltaje AC; neumática compresoras de pistón.

Paneles de señalización y alarmas y accesorios diversos.

Se adjunta un dibujo de la distribución de instrumentos en la Planta.

c) BALANZAS

Existen dos balanzas de precisión electrónica-mecánica y dos balanzas electromecánicas.

I.- De las primeras, una pesa el cobre ampolloso - que ingresa como materia prima y la otra pesa el cátodo de cobre refinado. El funcionamiento de ambas es idéntico, variando sólo la capacidad: 100 y 5 toneladas respectivamente de peso máximo.

Por el tipo de carga que pesan, la balanza que pesa el cobre ampolloso necesita un mantenimiento de mayor frecuencia, a diario se le regula el peso y semanalmente se revisa el gabinete de pesado; mientras que a la balanza de cátodos se le regula el peso quincenalmente y se le revisa el gabinete de pesado mensualmente. Las plataformas de pesado son revisadas trimestralmente la primera y semestralmente la segunda.

Cada balanza comprende:

- Una plataforma de pesado.
- Mecanismos de transmisión lineal de desplazamiento con contrapesos regulables.

Sistema de detección y amplificación electrónica.

- Sistema de balancé y medición electromecánica.
- Sistema de impresión electromecánica.

II. De las segundas, una pesa los ánodos corroídos (ánodos residuales después de la electrodeposición) y la otra pesa muestras de ánodos. Ambas son similares variando solo en capacidad de peso.

El mantenimiento que tiene una frecuencia semanal, consiste fundamentalmente en limpieza y calibración de los mecanismos de balancé y pesado

Cada balanza comprende:

- Una plataforma de pesado.
- Un sistema de mecanismos de balancé y medición.
- Contrapesos y ajustes regulables para la calibración.

Sistema de impresión electromecánica é indicación luminosa.

d) LABORATORIO DE CONTROL DE PRODUCCION

El laboratorio de control de producción está implementando con una serie de instrumentos, instalaciones y equipos especiales para cumplir con su labor de análisis de las muestras tomadas en todo el proceso productivo.

El mantenimiento de estos equipos se efectúa de acuerdo

..//..

do al programa de mantenimiento respectivo.

Se efectuó el mantenimiento de:

(1) Espectrofotómetro de emisión; comprende:

- Una unidad de alta tensión, que quema la muestra de cobre y forma la fuente luminosa de emisión.
- Un sistema óptico que canaliza un solo color del espectro emitido.
- Un banco de fotomultiplicadores, uno por metal analizado, recibe el haz espectral monocromático y lo convierte en señal eléctrica.
- Un gabinete de amplificación, control y registro.
- Un sistema de control de temperatura del aire circundante alrededor del sistema óptico y de fotomultiplicadores.
- Un sistema de refrigeración de la unidad de alta tensión.

(2) Destilador, comprende:

- Un sistema de control de temperatura del calentador.
- Un conductímetro
- Un medidor de flujo.
- Un analizador de dureza.

(3) Analizadores de PH.

(4) Analizadores de conductividad

(5) Hornos eléctricos, comprende cada uno:

- Un sistema de control de temperatura compuesto por: una termocupla, un controlador generador de impulsos de disparo, y un circuito rectificador controlado.

-Señalización y alarmas.

(6) Electroanalizadores, agitadores, incubadoras, entre otros equipos.

e) SISTEMA TELEFONICO.

El sistema telefónico de la refinería está constituido por: 2 centralitas automáticas, una red subterránea de extensiones y los aparatos telefónicos.

I.- Una centralita de capacidad de 50 líneas telefónicas. El sistema de contactos de los diferentes órganos es de autolimpieza, por lo que requieren mínimo mantenimiento. El voltaje de línea es de 48 VDC proporcionado por una fuente estabilizadora, no existen baterías y por ende cargador de baterías.

La otra centralita tiene una capacidad de 20 líneas y reúne las mismas características que la primera.

Existe un equipo de operadora, que hace posible el enlace entre ambas centralitas y con líneas externas.

Además, del mantenimiento mayormente de inspección y limpieza con frecuencia mensual, se ha distribuído la categoría de abonados, mediante conexión de puentes y resistencias, de tal manera que existen tres tipos de comunicación: completamente restringida, semirestringida y sin restricción.

II. La antigua red, era en gran parte aérea lo cual ocasionaba muchos problemas de comunicación, puesto que además de la humedad del medio existen vientos fuertes en la zona. Posteriormente se ha ido cambiando la red por un sistema de extensiones subterráneas implantadas por cables multipares y regletas de distribución, con acceso por buzones.

Por tanto el mantenimiento se ha reducido considerablemente, pero siempre de acuerdo a nuestros programas de mantenimiento preventivo, se efectúan las pruebas fundamentales como:

- Pruebas de aislamiento entre líneas y entre líneas y tierra.
- Inspección de buzones y limpieza de contactos de las regletas de distribución.

III.- PARATOS TELEFONICOS

Además de los aparatos de modelo standard, existen los teléfonos denominados gerenciales, constituidos por dos aparatos, cada uno con posibilidad de conectarse a dos líneas y una fuente de 48 VDC

El mantenimiento de estos aparatos es solo correctivo.

f) INSTRUMENTACION DEL HOSPITAL

El hospital de la refinería cuenta con equipos e instrumentos muy modernos, muchos de los cuales requieren ajustes y calibraciones periódicas para un normal funcionamiento. Por tanto se ha contemplado también un programa de mantenimiento preventivo de los siguientes equipos e instrumentos:

- Termocunas de incubación.
- Audiómetros
- Control del basculado del aparato de Rayos X
- Equipo de ultrasonido terapéutico
- Generador de luz ultravioleta e infrarroja.
- Centrifugadoras de análisis sanguíneo.
- Esterilizadores, microscopios, etc.

3.4. MODIFICACIONES, DISEÑOS, CONSTRUCCIONES E IMPLEMENTACIONES DE CONTROL Y MEDICION.

a) DISEÑO, IMPLEMENTACION Y MONTAJE DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO DE TEMPERATURA.

El sistema controla automáticamente la temperatura de la salmuera que sale del calentador de la Planta desalinizadora.

Dificultades en el mantenimiento del sistema original como: falta de repuestos de accionamiento neumático, infiltración de aceite en la línea de alimentación de aire, etc., motivaron una solución inmediata, puesto que si este sistema falla se descon-

trola toda la planta y se paraliza la producción de agua. La solución inmediata fue la de recurrir a ciertos instrumentos de reserva de otros sistemas; adaptar la válvula neumática para que funcione eléctricamente y diseñar el sistema completamente.

La explicación mas detallada de este trabajo consta en la copia del memorandum remitido a la superintendencia de mantenimiento, también se adjunta la copia del memorandum de felicitación cursado por la Sub-Gerencia de la refinería.

b) MODIFICACION DEL DISEÑO ORIGINAL DE UN SISTEMA DE MEDICION DE FLUJO DE VAPOR.

El sistema de medición de flujo de vapor de la línea principal hacia la Planta electrolítica, estuvo mal diseñada y de allí la medición incorrecta que efectuaba. Fue necesario corregir el diseño del diagrama de orificio diferenciador de presión y corregir el rango del transmisor de presión diferencial.

Detalles de la modificación efectuada se adjuntan en la copia del memorandum remitido a la Superintendencia de mantenimiento.

c) AUTOMATIZACION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE CAUDAL DE PETROLEO Y CAUDAL DE AIRE DE LOS HORNOS DE FUNDICION.

Detalles de este trabajo se adjuntan en la copia del memorandum remitido a la Superintendencia de Mantenimiento.

d) DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN CIRCUITO LIMITADOR DE TEMPERATURA PARA EL HORNO DE SECADO DEL LABORATORIO DE CONTROL DE PRODUCCION.

El sistema electromecánico original que limitaba la temperatura de trabajo del horno de secado quedó irreversiblemente deteriorada, motivo por el cual se hizo de necesidad urgente reemplazar este limitador por un nuevo diseño al no existir similar repuesto.

El circuito de reemplazo, cuyo esquema se adjunta a la presente memoria, consta de:

- Un elemento de detección de temperatura milivoltimétrico (Termocupla)

Dos amplificadores diferenciales acoplados por resistencia.

- Un divisor de tensión con ajuste potenciométrico del nivel deseado de temperatura como límite.
- Un circuito de conmutación por transistores con salida de relé, el cual trabaja en saturación del transistor de salida.
- Dos fuentes de tensión continua, una para alimentar a los amplificadores y otra para el circuito de conmutación.

e) IMPLEMENTACIONES MECANICA QUE POSIBILITARON EL REINICIO DE OPERACION DE LA BALANZA DE PESADO DE COBRE AMPOLLOSO (BLISTER)

I.- Antecedentes

Una mala operación en el gabinete de pesado de la balanza ocasionó desperfectos graves:

- Se quebraron las platinas cruzadas de acero que sirven de punto de apoyo del sistema balanceante y que determinan la precisión de esta balanza.
- Se deterioró irreversiblemente la celda detectora de carga.
- Se quebraron las platinas verticales de acero que sirven de nexo entre el sistema balanceante y el mecanismo transmisor de movimiento proporcional al peso.
- Se desubicaron una serie de engranajes dentro del gabinete del pesado.
- Se desubicaron varias cuchillas y sus respectivos asientos.

Hay que hacer notar que el paso del tren de carga sobre la plataforma de pesado hace vibrar al gabinete de pesado bruscamente y por tanto, el gabinete en ese momento debe encontrarse protegido; para ello la balanza dispone de una manivela que trava al sistema balanceante.

II.- Implementaciones

La puesta en operación demoró considerablemente, debido fundamentalmente a la falta de repuestos.

Llegados los repuestos necesarios: celda detectora de carga y platinas de acero elásticas, se comenzó con este trabajo de precisión que también demoró (aproximadamente dos meses), día a día se sacaban nuevas experiencias y varias veces se tuvo que comenzar de nuevo.

Se puede resumir el trabajo realizado:

1° Para colocar el punto de apoyo balanceante, compuesto por las platinas cruzadas, se tuvo que implementar un mecanismo de construcción y armado de precisión casi matemática.

2° Para colocar la celda de carga era necesario rebalancear los circuitos puentes de impedancias y regular los topes de la celda detectora de carga de tal manera que una fuerza insignificante accionada en cualquiera de los topes haga detectar peso, para ello fue necesario contar con un generador de voltaje DC y un voltímetro digital, ambos de decimos de milivoltios de precisión.

3° Se colocó un tope con un pin regulable a cada cuchilla del sistema final de palancas ubicada

das debajo del gabinete, puesto que al paso del tren se descentraban de sus apoyos. El esfuerzo de los Pines era casi tangencial, de esta manera la resistencia es mínima.

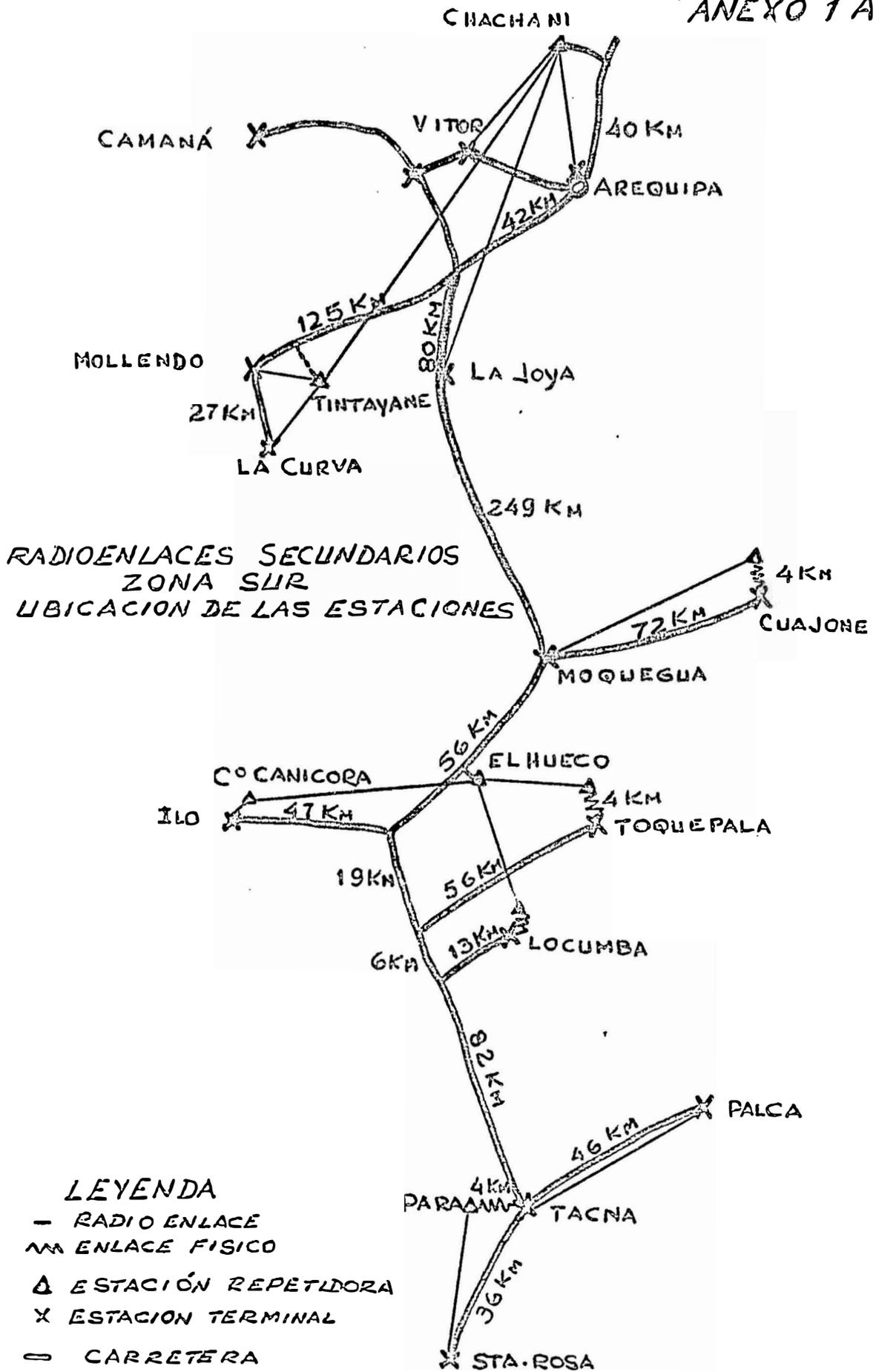
4° se le dio mayor flexibilidad al tope del extremo del sistema balanceante de detección de baja velocidad. Esto fue fundamental ya que si bien los pasos anteriores fueron efectuados con gran precisión no eran suficientes para recuperar la precisión de la balanza de ± 20 Kg. sobre 100 toneladas de capacidad.

5° Finalmente se implementó un sistema de palancas para desacoplar al gabinete de pesado de la plataforma de pesado, cuando pasa la locomotora cuyo peso excede las 100 toneladas.

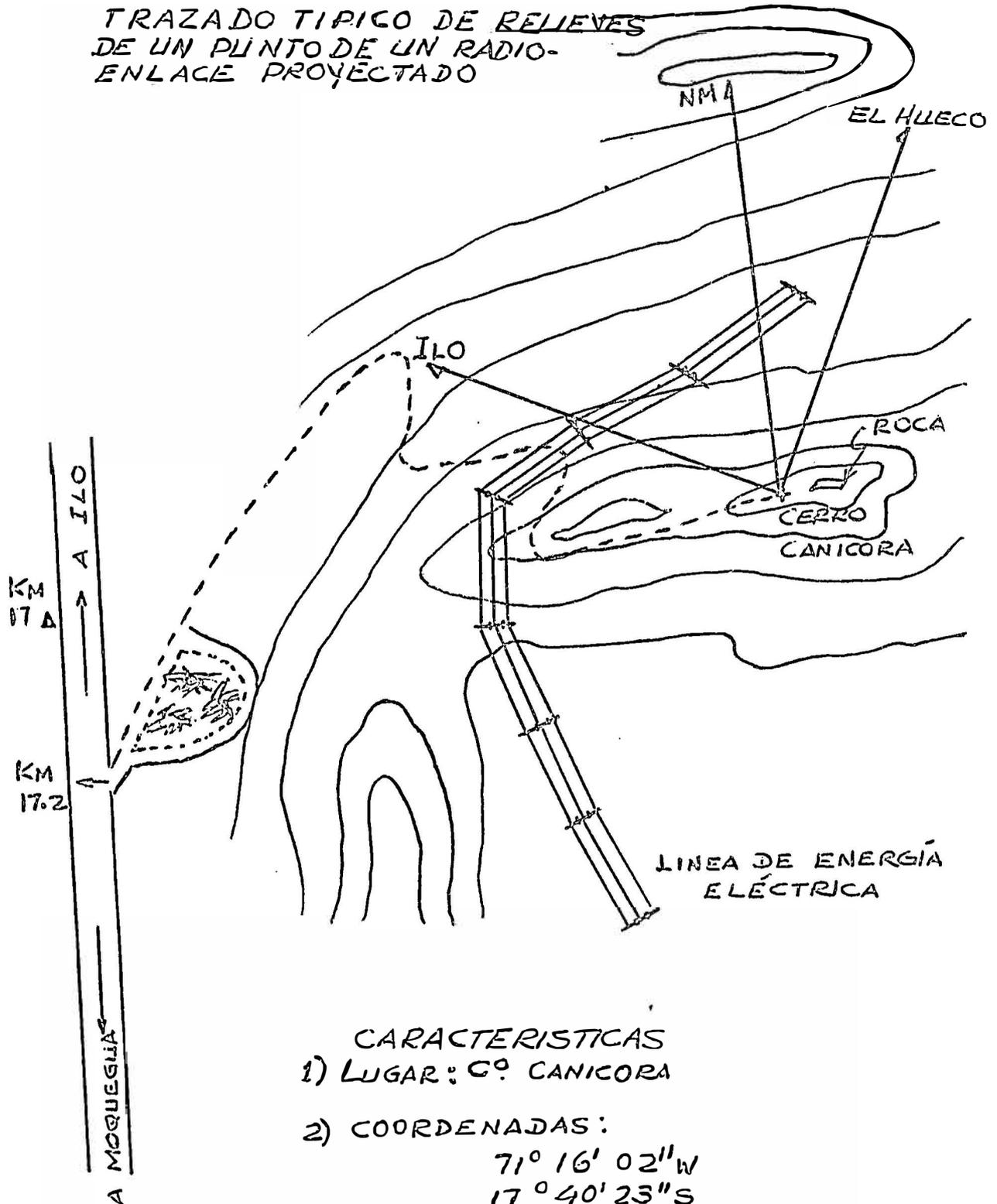
He creído conveniente destacar este último trabajo porque, a la vez que me sirvió de mucha experiencia en el campo del mantenimiento, el trabajo actual que brinda esta balanza es excelente, y en un momento la dirección de la empresa la había declarado obsoleta.

E. A N E X O S

ANEXO 1 A



TRAZADO TÍPICO DE RELIEVES
DE UN PUNTO DE UN RADIO-
ENLACE PROYECTADO



CARACTERÍSTICAS

1) LUGAR: C° CANICORA

2) COORDENADAS:

71° 16' 02" W

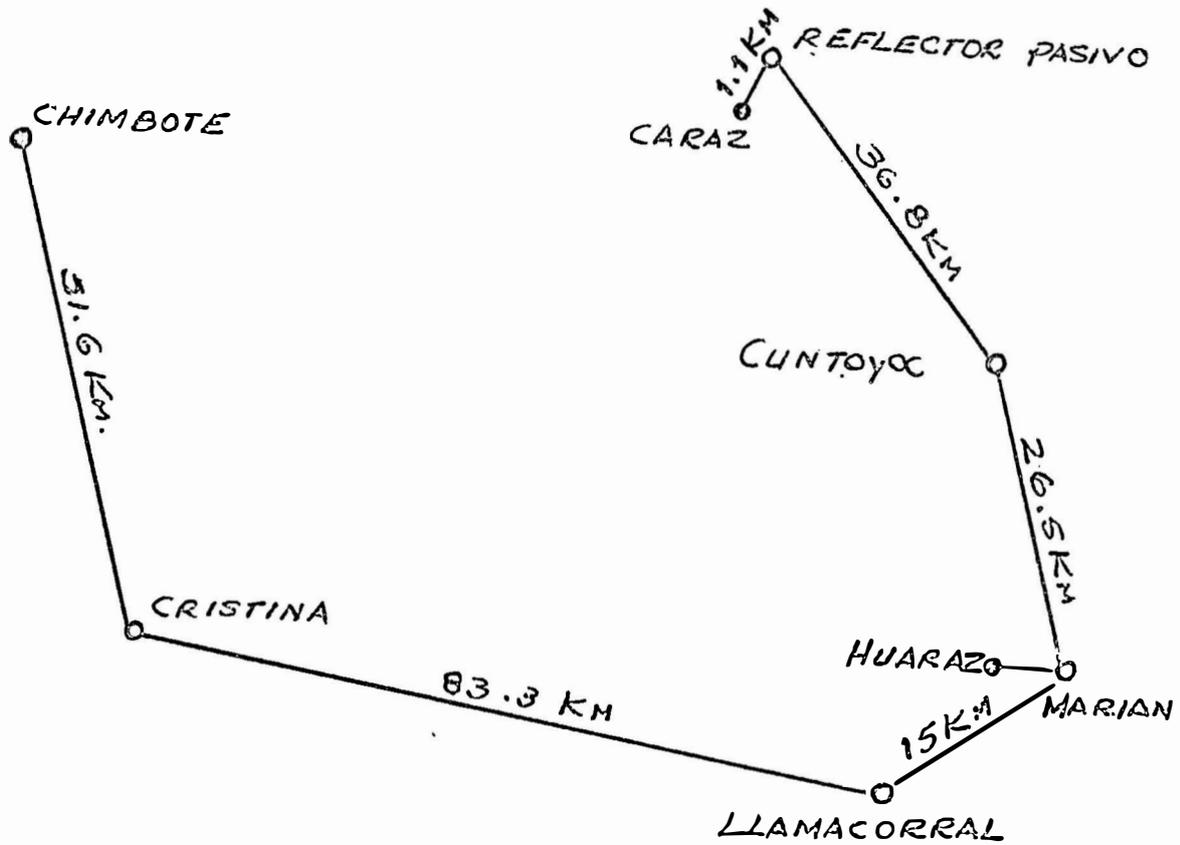
17° 40' 23" S

3) PUNTO ACCESIBLE CON
VEHICULO DE TRACCIÓN
EN LAS 4 RUEDAS

4) TIEMPO DE ACCESO (A PARTIR DEL
DESVIO DE LA CARRETERA PRINCIPAL)

: 30 MIN.

RADIOENLACE DE LA ZONA AFECTADA POR EL SISMO (ZAS)



LUGAR CARACT.	CHIMBOTE	CRISTINA	LLAMACORRAL	MARIAN	HUARAZ
ELEVACIÓN	5 M	2900 M	4550 M	3270 M.	3100 M
TORRE	60 M	6.1 M	6.1 M	20 M	20 M
ANTENAS	1x3M ϕ	2x3M ϕ	2x3.6M ϕ 1x1.22M ϕ	2x1.93M ϕ 1x1.22M ϕ	1x1.22M ϕ
EQUIPO DE RADIO	600 CH + TV	600 CH + TV	600 CH + TV	600 CH + TV	600 CH + TV

LUGAR CARACT.	CUNTOYOC	CARAZ
ELEVACIÓN	3700 M	2300 M
TORRE	6.1 M	20 M
ANTENAS	1x1.93M ϕ 1x3.6M ϕ	1x3M ϕ
EQUIPO DE RADIO	600 CH + TV	600 CH + TV

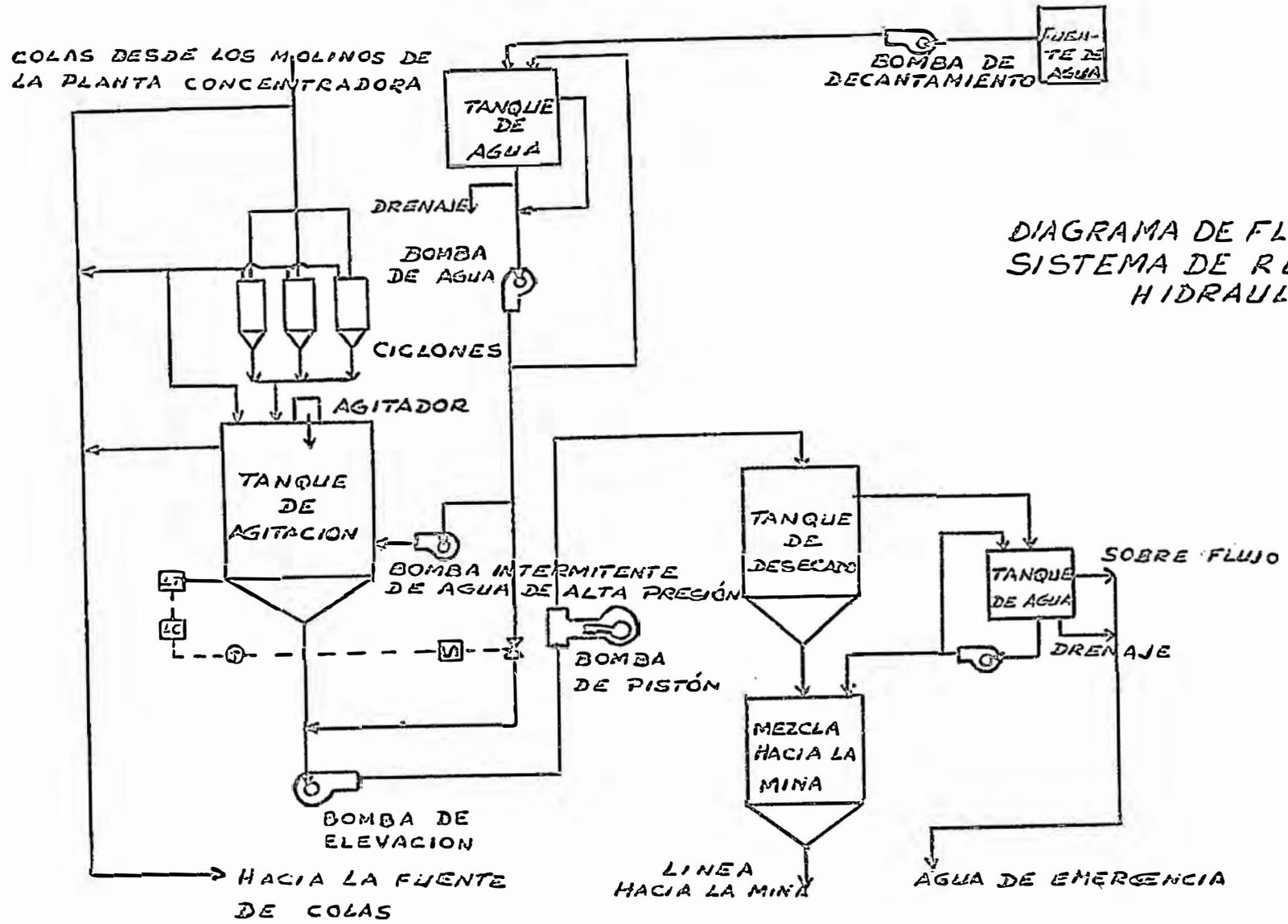
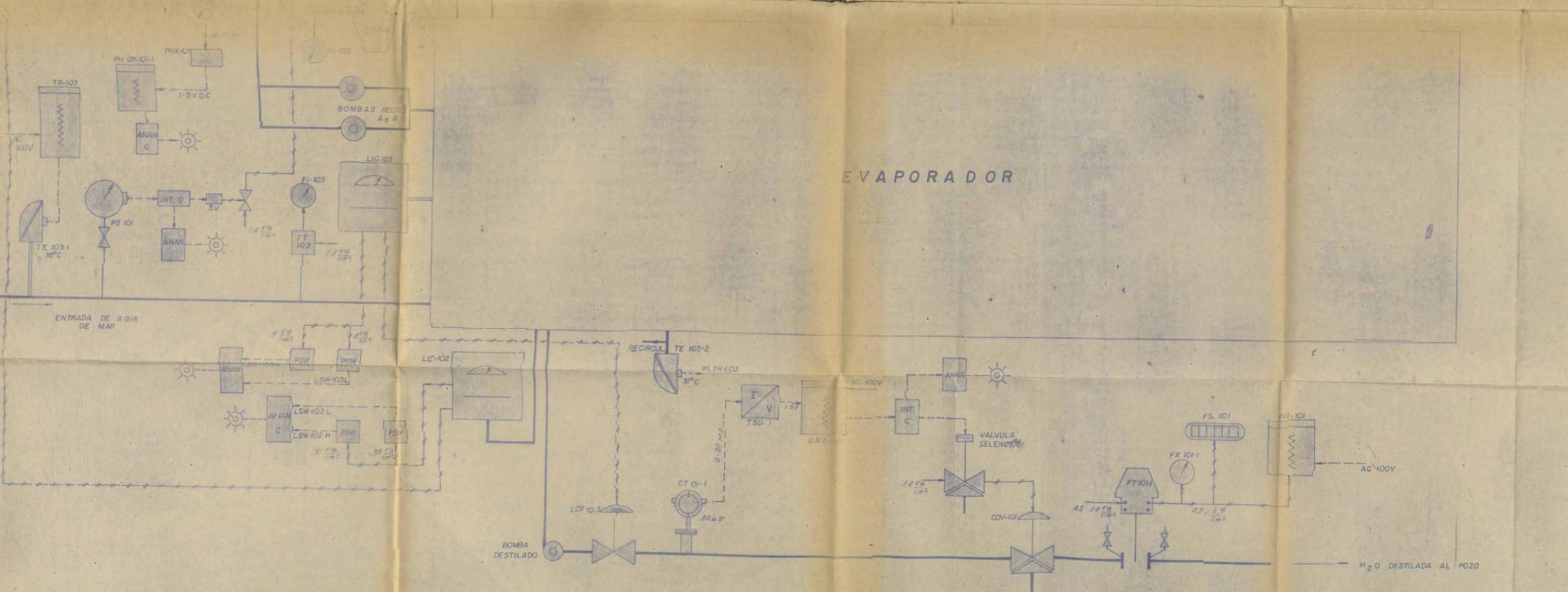
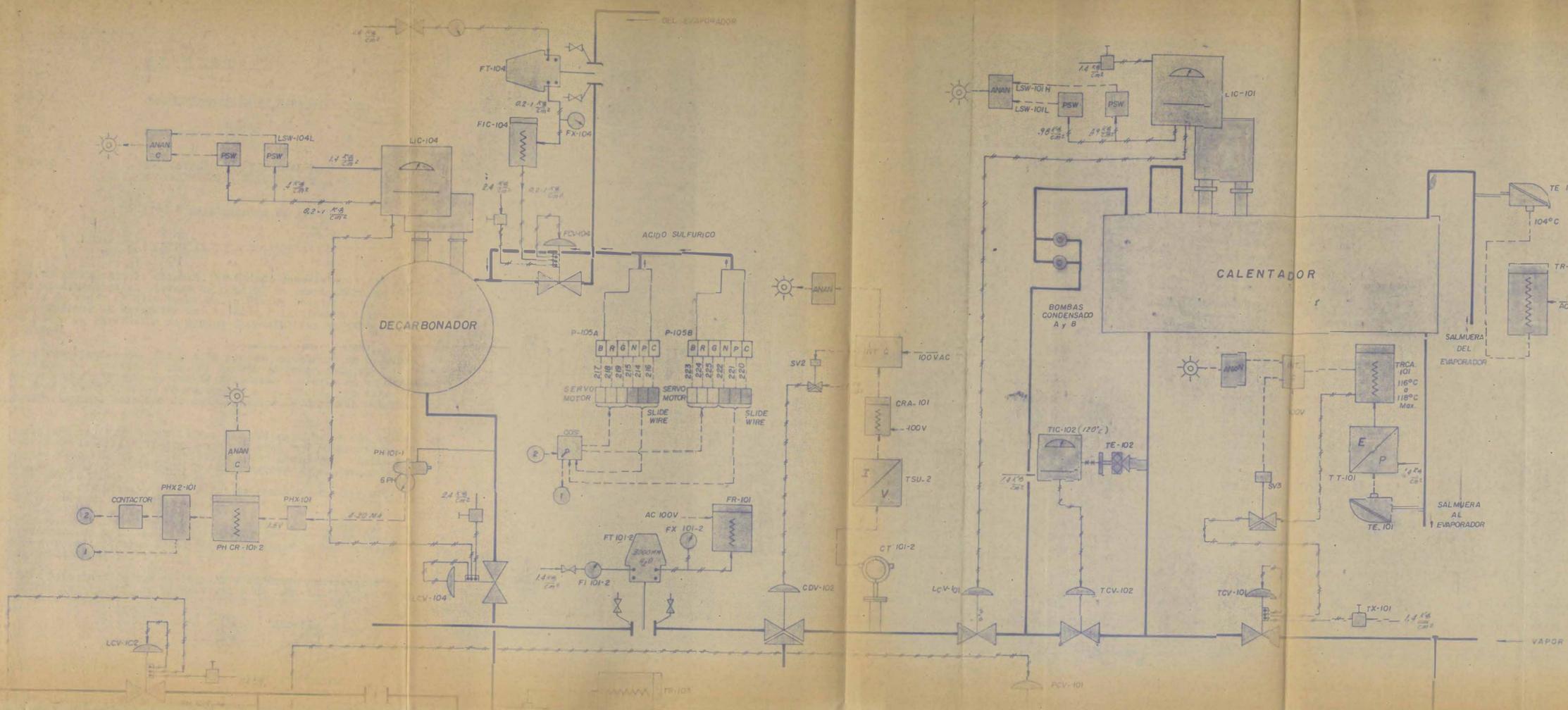


DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO



MINERO - PERU
 U.P. REFINERIA DE COBRE-ILO
 PLANTA DESALINIZADORA
 INSTRUMENTOS DE MEDICION Y CONTROL

SG-105/78

MEMORANDUM



A Superintendencia de Mantenimiento

DE Sub-Gerencia

ASUNTO FELICITACION AL PERSONAL DE
MANTENIMIENTO ELECTRONICO

FECHA Ilo, 4 de diciembre de 1978

Por su intermedio la Gerencia ha tomado conocimiento del cambio efectuado en el sistema de control de temperatura de ingreso de vapor al calentador de la Planta Desalinizadora, lo que conlleva la variación del sistema inicialmente dispuesto mediante la adaptación de equipo disponible en nuestras instalaciones.

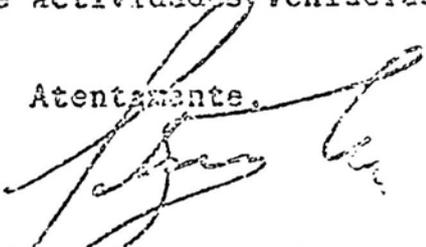
La circunstancia descrita, a la par de solucionar un problema técnico, ha demostrado que con estudio y dedicación es posible superar situaciones que se presentan a diario en un medio en donde no se dispone de repuestos a cabalidad, mas sí de recursos humanos imbuídos de conocimientos, dedicación y esfuerzo.

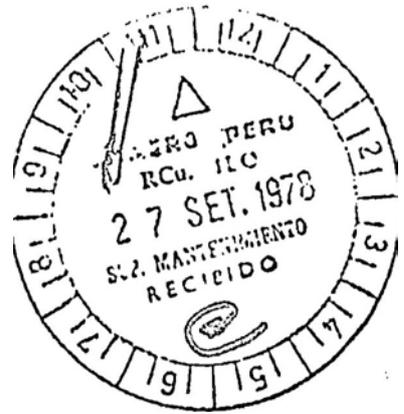
Apreciaré se sirva hacer llegar las felicitaciones de la Gerencia de la Unidad al siguiente personal que participó en el diseño y construcción del sistema antedicho: Ing. Máximo Nonda, Sr. Fernando Calizaya, Sr. Hugo Arteaga, Sr. Javier Morán y Sr. Mario Jinez. Asimismo, adjuntamos sendos vales de consumo para ser utilizados en nuestra cooperativa.

Con copia del presente memorándum estamos instruyendo al Departamento de Relaciones Industriales para que se incluya la presente felicitación en el legajo personal de los trabajadores mencionados.

En la seguridad de que el ingenio y esfuerzo demostrados mantendrán su vigencia en el desarrollo de actividades venideras me suscribo,

Atentamente,


DEMETRIOS PATSIAS M.
Sub-Gerente



MEMORANDUM

A Superintendencia de Mantenimiento.
 DE Jefe Dpto. Mantto. Electrónico.
 ASUNTO SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA DE INGRESO DE VAPOR AL CALENTADOR DE LA PLANTA DESALINIZADORA.
 FECHA Ilo, 26 de setiembre de 1978.

Con referencia al asunto, se informa lo siguiente:

1. El anterior sistema de control de temperatura era casi en su totalidad de principio de funcionamiento neumático, como se muestra en el diagrama de bloques siguiente:

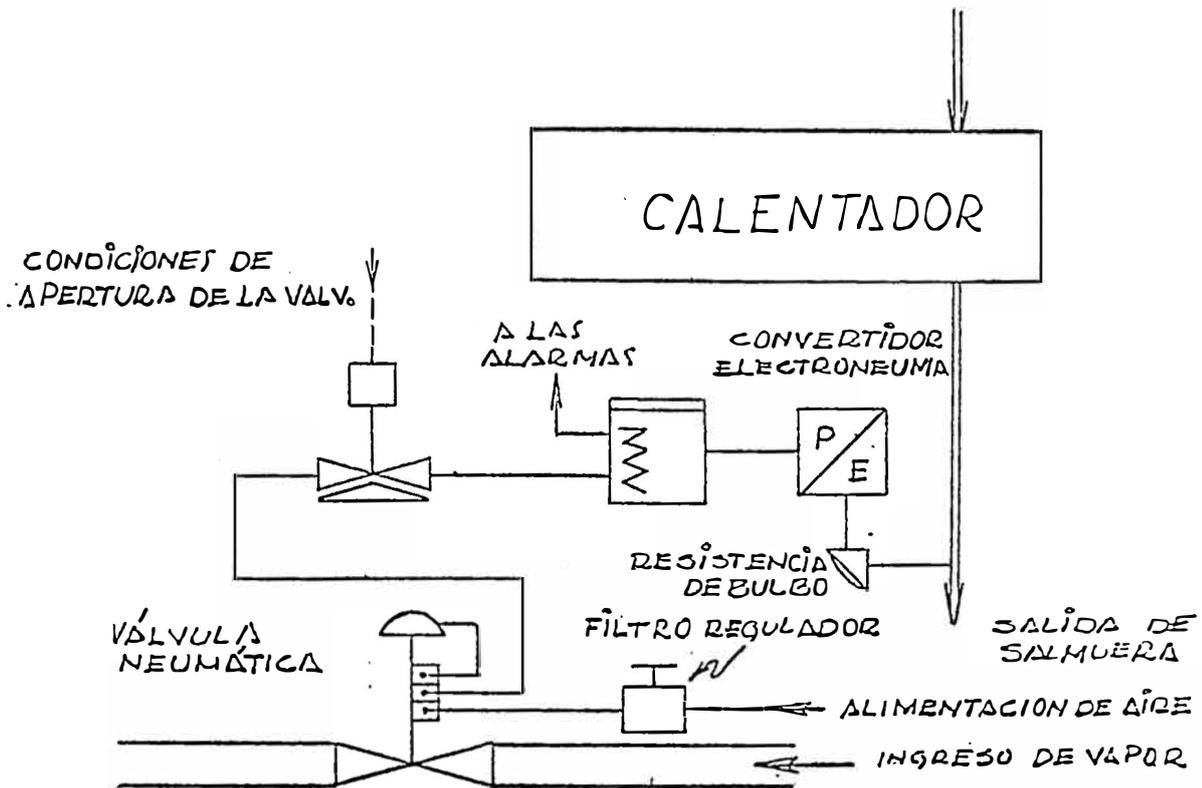


FIG. 1.

2. La experiencia obtenida en el mantenimiento de este sistema de control nos da las siguientes conclusiones:

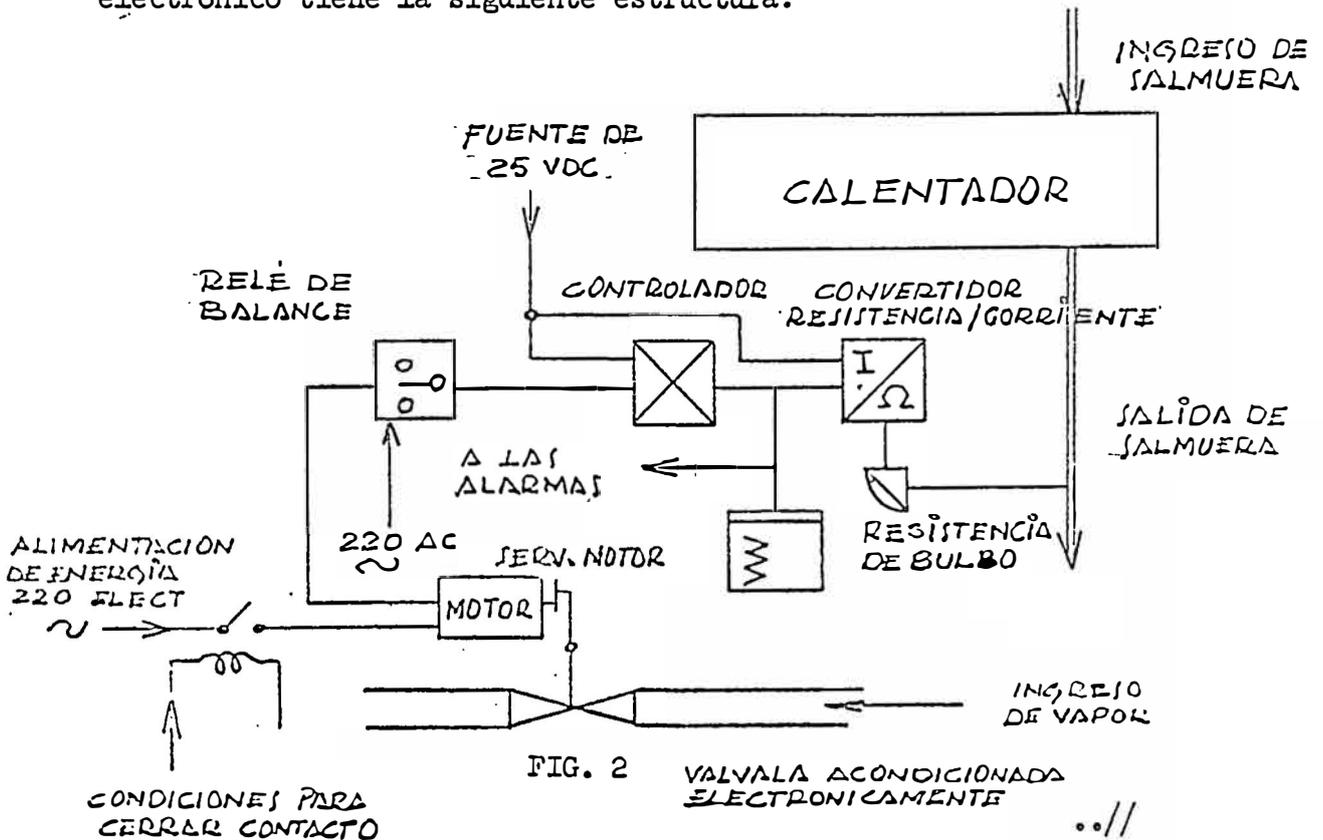
2.1 Ventajas:

- El desplazamiento de la válvula es lineal, es decir --- transferencia temperatura-senal de aire-desplazamiento - de la válvula lineal.
- En ausencia de alimentación de aire la válvula neumática cierra.

2.2 Desventajas:

- Dispositivos neumáticos de tiempo de vida limitado, tales como: Relés neumáticos, empaquetaduras, diafragmas, fuelles.
- Alteraciones en las informaciones de corrección por obs-- trucción del paso de aire a causa de la penetración de - aceite en los instrumentos componentes del lazo de control lo cual, implica hacer limpieza con bastante frecuencia - en las conexiones neumáticas de estos instrumentos.

3. Un sistema de control similar, pero de principio de funcionamiento electrónico tiene la siguiente estructura:



4. Este sistema presenta las siguientes perspectivas de comportamiento:

4.1 Ventajas:

Dispositivos componentes altamente confiables, de gran precisión, que en el peor de los casos, al detectarse algún componente defectuoso, se le puede reemplazar fácilmente al existir repuestos Honeywell en forma suficiente, e inclusive puede conseguirse componentes electrónicos equivalentes en el mercado local.

- Respuesta de señal de salida que puede optimizarse al tenerse dominio de las tres principales acciones componentes de un sistema de control, a saber:

- Ganancia
- Acción integral
- Acción derivativa

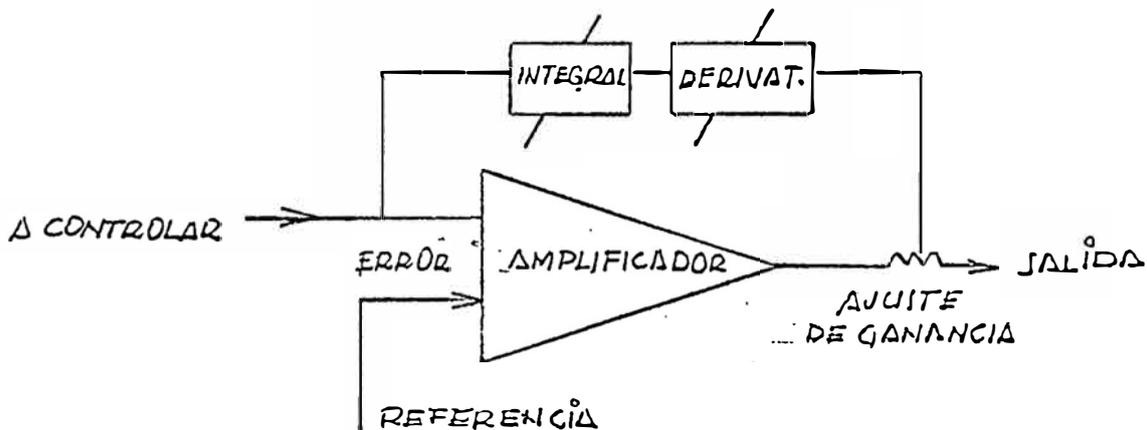


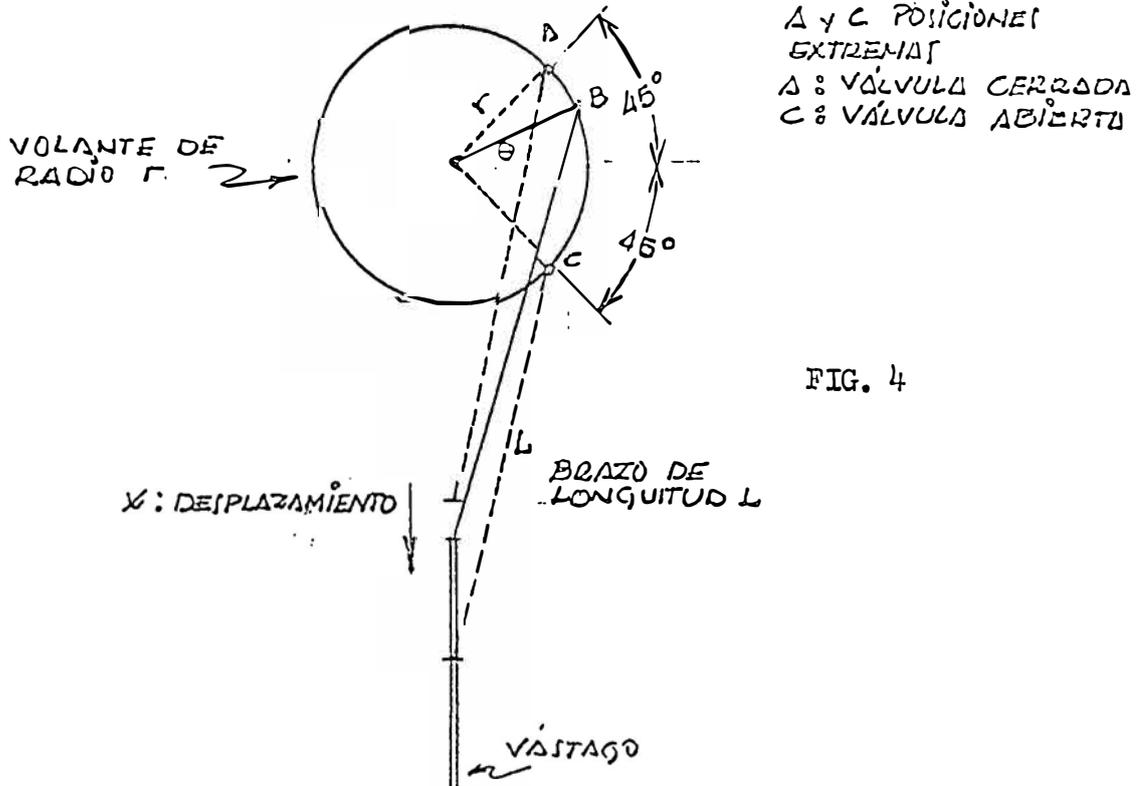
FIG. 3

- En ausencia de energía eléctrica de alimentación la válvula permanece en su último estado, y por tanto se comporta como si estuviera operando en acción manual y de ser necesario interrumpir el paso de vapor, el servomotor dispone de una manivela para cerrar la válvula rápidamente.

4.2 Desventajas:

- El desplazamiento de la válvula no es lineal, pero se le ha linealizado lo mejor posible, al diseñar el sistema de acoplamiento válvula-motor y aún si esto no se hubiera hecho, para el rango controlable el desplazamiento de

la válvula es lineal.



$$X = \sqrt{L^2 - r^2 \cos^2 \theta} - \sqrt{L^2 - r^2} + r \frac{\sqrt{2}}{2} - r \sin \theta$$

CON $L \gg r \rightarrow X = r \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \sin \theta \right)$

MAXIMO DESPLAZAMIENTO DE LA VÁLVULA : 5 cm.

$$X_{MAX} = r \sqrt{2} = 5 \rightarrow r = 5 \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ cm.}$$

$$\therefore X = 5 \frac{\sqrt{2}}{2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \sin \theta \right)$$

RANGO CONTROLABLE ENTRE 40% y 60%

$\theta = 0$ EN 50%

PARA ESTE RANGO

$$X = 5 \frac{\sqrt{2}}{2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \theta \right)$$

θ EN RADIANTES

- Como puede apreciarse por las razones antes expuestas, el sistema electrónico es el más aconsejable técnicamente. Las razones anteriores y el no haber repuestos necesarios para mantener nuestro primer sistema, es lo que nos decidió a efectuar el cambio.
- El cambio de principio de funcionamiento se ha producido del siguiente modo:

UNIDADES ANTERIORES

UNIDADES ACTUALES

• - Resistencia de bulbo

- Permanece

..//

- | | |
|--|--|
| - Convertidor Electroneumático * | - Convertidor resistencia - corriente Honeywell * |
| - Registrador-Controlador | - Registrador de conductividad de condensado adaptado, controlador Honeywell |
| - Filtro regulador | - Retirado |
| - Posicionador de la válvula neumática | - Retirado |
| - Válvula solenoide | - Retirada |
| - Alimentación de aire | - Fuentes de 25 V dc **
Energía de 220 VAC |

* Momentáneamente se ha reemplazado el convertidor Electroneumático YEW por el convertidor Ω / I Honeywell, puesto que puede aprovecharse la parte electrónica del primero para entrar al controlador Honeywell, por ahora se está reparando esta unidad que se encuentra defectuosa.

** Las fuentes de 25 Vdc para el controlador y convertidor Ω / I se han diseñado y construido en el Taller de Instrumentación, al final sólo será necesaria la fuente para el controlador por la razón antes expuesta.

7.. Los controladores Honeywell en reserva y los que se encuentran operando en la Planta de Anodos disponen de sólo dos modos de acción:

Ganancia

- Acción integral

El tercer modo o sea la acción derivativa no existe en ningún controlador, esto debido a que los procesos a ser controlados en la Planta de Anodos no son tan variables como en la Planta Desalinizadora.

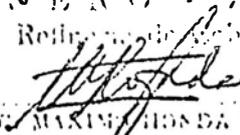
La adición del tercer modo de acción sobre la señal a ser controlada se incluye en procesos bastante variables.

Por consiguiente, tuvimos que construir un circuito simplificado

..//

para tener una accion bastante confiable; el circuito derivativo ideal incluye dispositivos componentes, tales como: Transistores de efecto de campo que actualmente no disponemos, pero que si vamos a incluirlos en nuestra lista de componentes que estamos elaborando para posteriormente solicitarlos.

Atentamente,

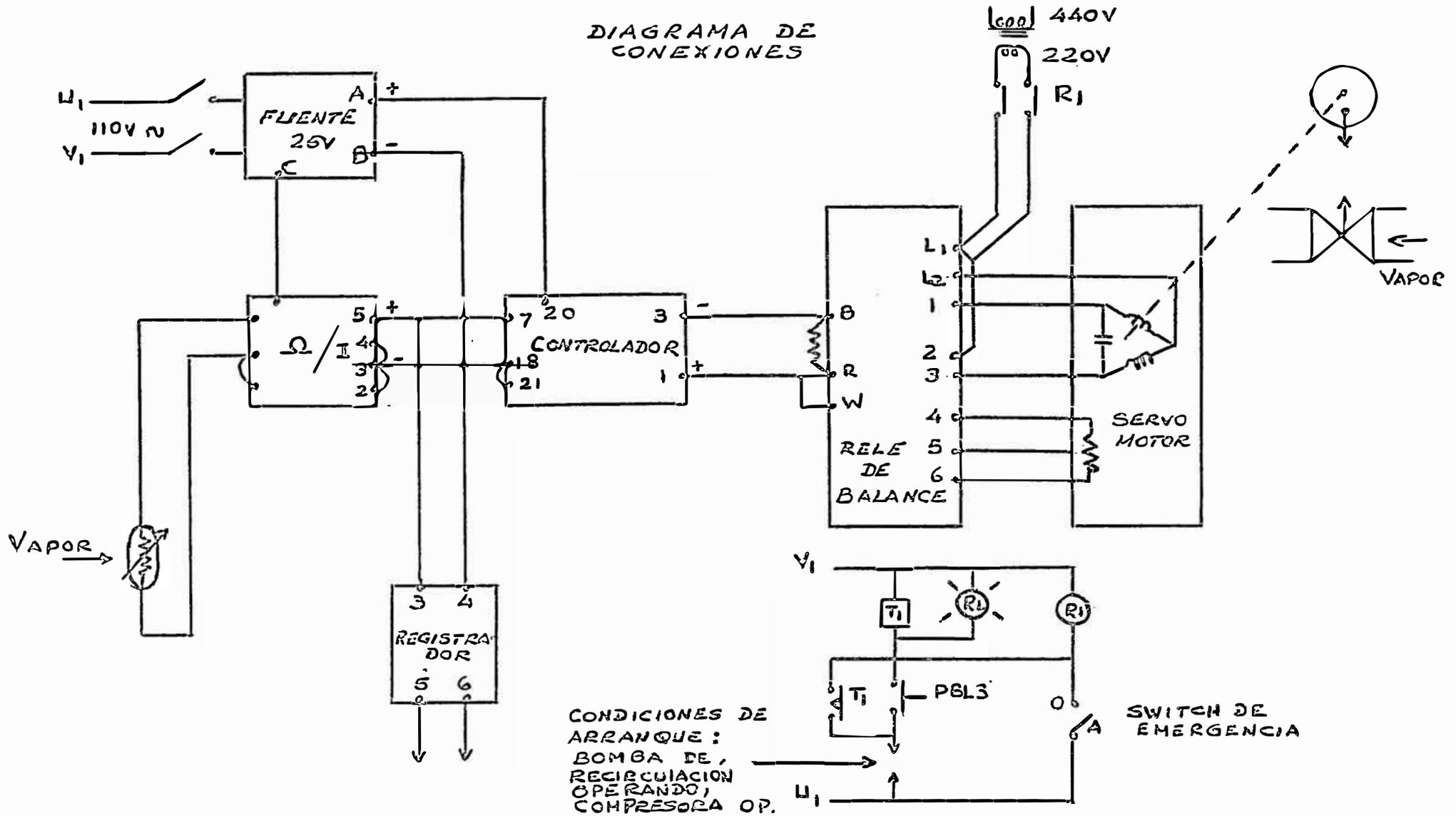
MEMBERO - PERU
U. P. Retiro de la U. P. de Bo

ING. MAXIMILIANO BRUNO
del Mantenimiento Eléctrico

MHB/ava.

c.c. Dpto. Ptas. Auxiliares.

Archivo.

DIAGRAMA DE CONEXIONES



CONDICIONES DE ARRANQUE :
 BOMBA DE RECIRCULACION OPERANDO,
 COMPRESORA OP.

2. Este sistema de medición de flujo arrojaba errores hasta de 50 % aproximadamente, esto puede justificarse por lo siguiente :

2.1 Datos de diseño dados por el fabricante :

diámetro interior de la tubería	D = 243.8 mm.
diámetro de la reducción	d = 182.1 mm.
coeficiente de flujo	$\alpha = 0.7007$
razón de diámetros	$\beta = 0.7328$
factor de expansión	$\epsilon = 0.9969$
caudal máximo	Q = 20,000 Kg/h
factor de expansión térmica	$F_a = 1.0054$
viscosidad	$\mu = 0.0150$ cp
volumen específico	$\nu = 1/4.5810$ Kg/m ³
presión normal de operación	P = 8.0 Kg/cm ²
rango de presión diferencial	$\Delta P = 1000$ mm H ₂ O

2.2 Fórmulas de cálculo

$$Q = 0.012522 \alpha F_a \epsilon m D^2 \frac{\sqrt{\Delta P}}{\sqrt{\nu}} \quad (1)$$

Aquí $m = \beta^2$
despejando $m \alpha$ de (1)

$$m \alpha = \frac{79.8}{F_a} \frac{Q}{D^2 \sqrt{\Delta P}} \quad (2)$$

reemplazando datos de diseño en (2)

$$m \alpha = \frac{79.8 \times 20,000 \sqrt{1/4.581}}{1.0054 \times 0.9969 \times (243.8)^2 \sqrt{1000}} = 0.332$$

recurriendo a las curvas $m \alpha$ vs m
para $D \leq 300$ mm

Obtenemos $m = 0.54$ y por tanto
 $\beta = 0.7349$

luego $d = \beta D = 0.7349 \times 243.8$

$$d = 182.1 \text{ mm.}$$

recurriendo a las tablas influencia de los obstáculos en las tuberías, encontramos que para

$$m = 0.54 \quad E = 30 D$$

$$A = 5 D$$

es decir si queremos medir correctamente el caudal, el flujo debe ser laminar y para ello no deben haber obstáculos por lo menos 30D antes y 5D después del diafragma, de lo contrario el flujo se vuelve turbulento y las posibilidades de detectar flujo erróneo son considerables; en nuestro caso :

$$E = 3D$$

$$A = 3D$$

y el error observado en el registrador es del 50% aprox.

2.3 Modificación de la placa de orificio

Según (2) $m \alpha = \frac{79.8 Q \sqrt{v}}{F_a \sqrt{\Delta P}}$

Según las tablas para $\left\{ \begin{array}{l} E = 10D \\ A = 5D \end{array} \right.$

$m = 0.2$ y si la toma de presiones es anular (como en nuestro caso), estos valores de E y A pueden reducirse al 50 % con un error máximo de 0.5 %
Ahora para reducir m , según (2), lo único que podemos variar es la presión diferencial ΔP , dado que los otros valores son constantes.

Si ajustamos la presión diferencial de acuerdo al rango máximo ajustable en el transmisor de diferencia de presión, podemos hallar el m correspondiente y por tanto el diámetro de la placa de orificio

$$\Delta P_{\text{máximo}} = 5000 \text{ mm H}_2\text{O}$$

reemplazando ΔP en (2), obtenemos

$$m = 0.1708$$

de las tablas $m \alpha$ vs $m \rightarrow m = 0.28$

con $m = 0.28$ $\left\{ \begin{array}{l} E = 15D \\ A = 5D \end{array} \right.$

y con un error de 0.5 % $\left\{ \begin{array}{l} E = 7.5D \\ A = 2.5D \end{array} \right.$

lo cual es correcto para nuestra tubería.

Por otra parte el número de Reynolds debe ser mayor ó igual que 120,000

$$Re = \frac{Q}{277 \times 15 \times n D} = \frac{20.000}{277 \times 15 \times 1.8 \times 24.88}$$

$$Re = 1.6928657 \times 10^6 \gg 120,000$$

2.4 Cálculo de d

$$d = \sqrt{m} D = \sqrt{0.28} \times 248.8 \text{ mm}$$

$$d = 131.65 \text{ mm}$$

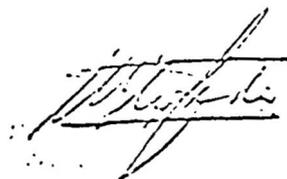
Este valor es el diámetro interior de la placa a vapor, saturado en $\sim 8.0 \text{ Kg/cm}^2$ ($\sim 180^\circ \text{C}$), luego tenemos que calcular el correcto a 25°C .

$$d' = \frac{d}{F_a} = \frac{131.65}{1.0054}$$

$$d' = 131 \text{ mm.}$$

Atentamente,

c.c. Gerencia Técnica
Dpto. Plantas Auxiliares
Sobrestantes Dpto. Electrónico
Archivo



ANEXO 8

M e m o r á n d u m

A : Superintendencia de Mantenimiento
 De : Departamento Electrónico
 Asunto : INFORME SOBRE LA AUTOMATIZACION DE LOS
 SISTEMAS DE CONTROL DE CAUDAL DE PETRÓ-
 LEO Y CAUDAL DE AIRE DE LOS HORNOS ---
 MAERZ DE LA PLANTA DE ANODOS
 Fecha : Llo, 29 de marzo de 1979

I. INTRODUCCION

Mediante el siguiente informe se quiere aportar positivamente las mejores apreciaciones que este Departamento ha logrado obtener a través del tiempo que duró el mantenimiento general del Horno N° 1, así como los antecedentes y las observaciones del funcionamiento actual, y las conclusiones a que se pueda llegar cuando los dos (2) hornos y la Caldera Babcock trabajen simultáneamente.

II. CONTENIDO

1. Antecedentes a la automatización de los Sistemas Aire-Petróleo
2. Análisis de los tres modos de control
3. Cálculos para poner en funcionamiento automático en cascada los sistemas Aire-Petróleo
4. Pruebas y ajustes efectuados para el buen funcionamiento actual del Sistema de Control en cascada.
5. Recomendaciones para el buen funcionamiento inmediato de este modo de control
6. Observaciones y conclusiones

1. Antecedentes a la automatización de los Sistemas Aire-Petróleo
 Anteriormente se estuvo trabajando en los Hornos controlando el flujo de petróleo y el flujo de aire hacia los quemadores, ya sea en el modo de control totalmente manual o bien el flujo de aire era a veces controlado en forma automática; pero nunca se pudo mantener automáticamente la relación aire-petróleo establecida.
 Cada etapa de operación, en el mejor de los casos, se operaba independientemente el petróleo y el aire controlándolos automáticamente hasta donde le era confiable al operador.
 En ninguno de los casos se garantizaba el flujo adecuado de Energía Calorífica hacia cada uno de los hornos y por tanto, la temperatura era una variable aleatoria que podía subir y bajar bruscamente, dañando la estructura de los hornos.

El operador de los hornos de esta manera no le interesaba las consecuencias que podría traer este tipo de operación y equivocadamente se acostumbró a conseguir en el mínimo tiempo posible los puntos de temperatura que a su simple vista eran los adecuados. Es importante incidir sobre este Mínimo Tiempo, ya que si bien la producción se aceleraba y se cumplían las metas propuestas, a la larga se estaba deteriorando los hornos y esto no podría hacerse mediante los instrumentos en un modo de funcionamiento adecuado, puesto que estos se ajustan automáticamente hacia cualquier nuevo valor, regulándose de tal manera que el tiempo de aproximación sea apropiado, ni muy lento, ni muy rápido.

2. Análisis de los tres modos de control

2.1. En operación manual, el operador trata de abrir o cerrar las válvulas de paso de petróleo y las compuertas de aire en la forma más rápida posible, consiguiendo con ello llegar rápidamente a la temperatura prefijada de operación, pero con ello DAÑA al horno.

2.2. En operación automática se consigue controlar tanto el petróleo como el aire en forma más apropiada, es decir para conseguir un punto de operación predeterminado, se fija el Set-Point tendiendo al valor final en forma paulatina y lenta, y el PV (Proceso-Variable) responderá lentamente de acuerdo al ajuste de ganancia que se le da al controlador, tratándose de proteger siempre al horno de alteraciones bruscas.

Si bien es cierto que se consigue mayor eficiencia bajo la forma de este modo de control; no se logra una relación de llama : Petróleo-Aire constante para cada etapa del Proceso y en consecuencia no se consiguen los puntos característicos de las curvas desde la Fusión hasta el moldeo del cobre.

2.3. En el modo de control automático en cascada, se garantiza una eficiencia total por las consideraciones siguientes :

2.3.1. Se consigue controlar automáticamente la llama; de tal modo que se garantiza que cualquier variación de temperatura sea en la forma más apropiada posible sin que ocurran disparos bruscos de temperatura, ni tampoco con ello se llegue al extremo de suma lentitud retrasando la producción; para conseguir esto nosotros ajustamos los dos modos de acción de control disponibles :

- Acción de Ganancia
- Acción integral

En el primero le damos al controlador una ganancia intermedia.

Con el segundo efectuamos el ajuste adecuado, de tal modo que la aproximación al punto final de operación sea médicamente lenta.

2.3.2. Se consigue mantener la relación de aire y petróleo para cada etapa del proceso, garantizando arriivar al moldeo desde la fusión en la forma más apropiada posible.

3. Cálculos para poner en funcionamiento automático en cascada los sistemas aire-petróleo.

3.1. Cálculos para determinar los puntos de operación de los relacionadores de los hornos.

(a) Función de transferencia del Relacionador

$$\% \text{ OUT} = (\% \text{ IN}) (r) + \text{BIAS} \quad (1)$$

Aquí % OUT es el porcentaje del caudal de la variable de salida (en nuestro caso el petróleo), % IN es el porcentaje del caudal de la variable de ingreso (en nuestro caso el aire), r es la relación de las variables en porcentaje y finalmente BIAS es un valor en porcentaje de referencia ajustable en el relacionador de acuerdo a nuestra conveniencia.

(b) Cálculo de los porcentajes de aire y petróleo

$$\begin{aligned} \text{Aire} & : \text{Caudal} = A \text{ m}^3/\text{h} \\ & \% \text{ Caudal} = \% \text{ IN} = \frac{A \times 100}{16,000} = \frac{A}{160} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Petróleo} & : \text{Caudal} = R A \text{ Lts/h} \\ & \% \text{ Caudal} = \% \text{ OUT} = \frac{R A \times 50}{1800} + 50 \end{aligned} \quad (3)$$

Siendo R la relación Petróleo/Aire en caudal (Petróleo en lts/h y aire en m^3/h).

(c) Cálculo del valor r de la escala de indicación del instrumento relacionador

(relación de porcentajes)

Reemplazando (2) y (3) en (1)

$$\frac{R A}{36} + 50 = \frac{A}{160} r + \text{BIAS}$$

$$\therefore r = \frac{40}{9} R + (50 - \text{BIAS}) \frac{160}{A} \quad (4)$$

Según (4) vemos que para que r permanezca constante dentro de una etapa de operación deben ser R constante y A constante ya que BIAS se fija una sola vez. Lo primero se cumple, pero lo segundo, es decir que A sea constante no necesariamente es una condición de operación, por consiguiente este segundo término debe cancelarse ajustando el valor de BIAS a 50 %, luego

$$r = \frac{40}{9} R \quad \text{BIAS} = 50 \%$$

(d) Cálculo de los valores de la relación r en función de la relación R

ETAPA	R	r
Reducción	1:09	0.494
Moldeo	1:10	0.445
Neutro	1:11	0.405
Oxidación	1:12	0.370
Fusión	1:13	0.342

(e) Cálculo de los Valores en Porcentaje de salida del relacionador en función de los porcentajes de entrada

A i r e %	PETROLEO % $r = 0.494$	PETROLEO % $r = 0.445$	PETROLEO % $r = 0.405$	PETROLEO % $r = 0.370$	PETROLEO % $r = 0.342$
0	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
5	52.47	52.23	52.03	51.85	51.71
10	54.94	54.45	54.05	53.70	53.42
15	57.41	56.68	56.08	55.55	55.13
20	59.88	58.90	58.10	57.40	56.84
25	62.35	61.13	60.13	59.25	58.55
30	64.82	63.35	62.15	61.10	60.26
35	67.29	65.58	64.18	62.95	61.97
40	69.76	67.80	66.20	64.80	63.68
45	72.23	70.03	68.23	66.65	65.39
50	74.70	72.25	70.25	68.50	67.10
55	77.17	74.48	72.28	70.35	68.81
60	79.64	76.70	74.30	72.20	70.52
65	82.11	78.93	76.33	74.05	72.23
70	84.58	81.15	78.35	75.90	73.94
75	87.05	83.38	80.38	77.75	75.65
80	89.52	85.60	82.40	79.60	77.36
85	91.99	87.83	84.43	81.45	79.07
90	94.46	90.05	86.45	83.30	80.78
95	96.93	92.28	88.48	85.15	82.49
100	99.40	94.50	90.50	87.00	84.20

§.2. ¿Por qué el petróleo no puede controlar al aire en las condiciones de operación de los hornos de la Planta de Anodos?

(a) Sea el petróleo nuestra variable de ingreso y el aire nuestra variable de salida, por tanto :

$$\begin{aligned} \text{Petróleo :} \quad \text{Caudal} &= P \text{ lts/h} \\ \% \text{ Caudal} &= \% \text{ IM} = \frac{P}{36} + 50 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{Aire :} \quad \text{Caudal} &= \frac{P}{R} \text{ m}^3/\text{h} \\ \% \text{ Caudal} &= \% \text{ OUT} = \frac{P}{160 R} \end{aligned} \quad (6)$$

(b) Reemplazando (5) y (6) en (1)

$$\begin{aligned} \frac{P}{160 R} &= \left(\frac{P}{36} + 50 \right) r + \text{BIAS} \\ \frac{9 P}{40 R} - 36 \text{ BIAS} \\ \therefore r &= \frac{\quad}{P + 1800} \\ &= \frac{9}{40 R} - \frac{P}{(P + 1800)} = \frac{36 \text{ BIAS}}{P + 1800} \end{aligned} \quad (7)$$

Como se apreciaba aquí ni aún ajustando el BIAS convenientemente se logra independizar la variable P, de tal modo que r no puede permanecer constante para cualquier etapa, salvo que se tenga que restringir a un caudal de petróleo constante.

3.3. Ampliación del rango de la escala de indicación para la relación r dentro de los valores controlables.

La escala de estos instrumentos relacionadores va de 0.3 a 3.0, de tal manera que sólo se puede operar en un 10 % del total de la escala, ya que los valores ajustables llegan hasta 0.494. No es recomendable operar en este pequeño margen, por lo que hemos visto por conveniente ampliar ese pequeño rango de trabajo y ocupar la totalidad de la escala, esto es posible modificando la interrelación entre la entrada y la salida de este instrumento sin que cambien los valores de entrada y salida del relacionador.

La nueva escala se ha ajustado para que se desplace desde 0.3 hasta 0.6 dentro de la totalidad de la indicación y así poder facilitar la labor del operador

3.4. Algunos valores calculados y que se han determinado a partir del Manual de Ingeniería Básica:

Fusión x 2 quemadores = 2481.33 lts/h de petróleo
30,800 m³/h de aire

relación = 12.5

Oxidación x 2 quemadores = 1725.96 lts/h de petróleo
20,900 m³/h de aire

relación = 12.11

Neutro x 2 quemadores	=	1100 lts/h de petróleo
		12,100 m ³ /h de aire
relación	=	11.00
Reducción x 2 quemadores	=	970.96 lts/h de petróleo
		9,900 m ³ /h de aire
relación	=	10.19

Esto implica los siguientes porcentajes :

PROCESO	PETROLEO	A I R E
Fusión	84 %	96 %
Oxidación	74 %	65 %
Neutro	65.5 %	38 %
Moldeo	63.5 %	31 %

4. Pruebas y ajustes para garantizar un buen funcionamiento del sistema de control en cascada.

4.1. Lecturas tomadas en los contómetros de ingreso y retorno de petróleo por quemador a fin de determinar la correspondencia entre el caudal estimado y el establecido sobre una base de un caudal máximo de 1800 lts/h.

HORNO N° 1

Quemador # 1	1ra. Lectura	
Contómetro		Diez minutos después
Entrada	02043	02065
Retorno	86539	86545
Porcentaje de indicación del instrumento controlador	PV = 75 %	

Quemador # 2	1ra. Lectura	
Contómetro		Diez minutos después
Entrada	59198	59219
Retorno	31321	31330
	PV = 70 %	

Quemador # 1	2da. Lectura	
Contómetro		Diez minutos después
Entrada	02065	02087
Retorno	86545	86551
	PV = 75 %	

Quemador # 2	2da. Lectura	
Contómetro		Diez minutos después
Entrada	59219	59242
Retorno	31330	31340
	FV = 70 %	
Quemador # 1	3ra. Lectura	
Contómetro		Diez minutos después
Entrada	02095	02115
Retorno	86553	86558
	FV = 75 %	
Quemador # 2	3ra. Lectura	
Contómetro		Diez minutos después
Entrada	59252	59274
Retorno	31344	31353
	FV = 70 %	
Quemador # 1	4ta. Lectura	
Contómetro		Diez minutos después
Entrada	02115	02137
Retorno	86558	86564
	FV = 75 %	
Quemador # 2	4ta. Lectura	
Contómetro		Diez minutos después
Entrada	59274	59295
Retorno	31353	31362
	FV = 70 %	

Estas lecturas multiplicadas por diez dan el valor verdadero registrado por cada contómetro. Efectuando las diferencias entre las lecturas de los contómetros de entrada y retorno y en el lapso de diez minutos se obtienen los siguientes valores :

1ra. Lectura		FV
Quemador # 1	160 lts	75 %
Quemador #v2	120 lts	70 %
2da. Lectura		
Quemador # 1	160 lts	75 %
Quemador # 2	130 lts	70 %
3ra. Lectura		
Quemador # 1	150 lts	75 %
Quemador # 2	130 lts	70 %
4ta. Lectura		
Quemador # 1	120 lts	70 %
Quemador # 2	120 lts	70 %
75 % de petróleo es	900 lt/h	en 10 minutos es 150 lts
70 % de petróleo es	720 lt/h	en 10 minutos es 120 lts

Siendo 100 y 1800 lts/h. Luego el error máximo que se aprecia es 10 lts, lo cual es correcto, ya que la aguja de cada contómetro necesita recorrer una vuelta (10 lts) para que el contómetro se incremente en uno.

Por lo tanto, basándonos en un caudal máximo de 1800 lts/h (100 y) se obtienen estos resultados.

- 4.2. Lecturas medidas con un anemómetro proporcionado por la Superintendencia de Control de Producción.

Primer grupo de lecturas

<u>Ventilador # 1</u>	<u>Ventilador # 2</u>
q_1 (pies/min)	q_2 (pies/min)
312	152
224	159
262	182
281	165
220	158
	180
	128

\bar{q} = Promedio de lecturas
+ corrección de lectura (figura en el anemómetro)

$$\bar{q}_1 = 260 + 30 = 290 \text{ pies/min} = 90.6 \text{ m/min.}$$

$$\bar{q}_2 = 160 + 35 = 195 \text{ pies/min} = 61 \text{ m/min.}$$

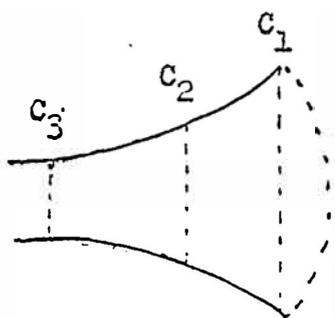
Cálculo del área perpendicular a las velocidades medidas

c = circunferencia

$$c_1 = 2.60 \text{ m}$$

$$c_2 = 1.50 \text{ m}$$

$$c_3 = 1.26 \text{ m}$$



$$R = \frac{c_1}{2} = \frac{2.60}{2} = 1.30 \text{ m}$$

$$\text{Área} = A = R^2 = 0.5385 \text{ m}^2$$

Cálculo del caudal (Q)

$$\text{Caudal} = Q = \bar{q} A$$

Ventilador # 1

$$Q_1 = \bar{q}_1 A = 90.6 \times 60 \times 0.5385 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\underline{\underline{Q_1 = 2927.5 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

Ventilador # 2

$$Q_2 = \bar{q}_2 A = 61 \times 60 \times 0.5385 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_2 = 1971 \text{ m}^3/\text{h}$$

Estos valores han sido calculados con un porcentaje de caudal de aire según indicación del controlador de aire de cada ventilador = 16 % = PV

Conociendo el caudal máximo proporcionado por cada ventilador : 16,000 m³, tenemos

$$Q \text{ en } 16 \% = Q_{16} = 0.16 \times 16000 = \underline{2560 \text{ m}^3/\text{h}}$$

El ventilador # 1 tiene un error de + 14 %

El ventilador # 2 tiene un error de = 23 %

Segundo grupo de lecturas

Ventilador # 1

q_1 (pies/min)

470

340

360

336

320

326

Ventilador # 2

q_2 (pies/min)

223

370

269

215

249

262

294

214

204

$$\bar{q}_1 = (368.7 + 28) \text{ pies/min} = 123.97 \text{ m/min.}$$

$$\bar{q}_2 = (255.6 + 30) \text{ pies/min} = 89.25 \text{ m/min.}$$

Cálculo del área perpendicular a las velocidades medidas



$$\bar{a}b = 82.8 \text{ cm.}$$

$$\bar{a}b = 114 \text{ cm.}$$

$$\begin{aligned} \text{Area } \triangle &= \bar{a}b \times \bar{a}b_2 \\ &= 09439 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Cálculo de caudal

Ventilador # 1

$$Q_1 = \bar{q}_1 A = 123.97 \times 60 \times 09439 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_1 = 7020.84 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ventilador # 2

$$Q_2 = \bar{q}_2 A = 89.25 \times 60 \times 0.9439 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_2 = 5054.58 \text{ m}^3/\text{h}$$

Estos valores han sido calculados con un porcentaje de caudal de aire dado por el instrumento controlador de cada ventilador en 36 % = PV

$$\begin{aligned} \text{Para } 36 \% = Q_{36} &= 0.36 \times 16000 \\ &= \underline{5760 \text{ m}^3/\text{h}} \end{aligned}$$

El ventilador # 1 tiene un error de + 22 %

El ventilador # 2 tiene un error de - 12 %

En conclusión se tiene que la compuerta regulada en control automático del ventilador # 1 debe cerrarse en un 18 % y del ventilador # 2 debe abrirse en un 18 %. De lo contrario en el quemador # 1 se introduce mucho aire y en el quemador # 2 se produce mala combustión y el humo consiguiente.

5. Recomendaciones para el buen funcionamiento inmediato de este modo de control

- En cada etapa el operador deberá fijar su relación de acuerdo a la tabla de valores que se indica en el panel
- Dentro de cada etapa el operador podrá reajustar el caudal de aire tratando de aproximarse al valor final en la forma más adecuada posible, así por ejemplo si el aire está en 20 % y quiere desplazarse a 40 % aproximarse primero a 25 % luego a 30 %, 35 % y finalmente a 40 %, en cada valor el PV (aguja roja) deberá haber alcanzado la línea verde (set-point = punto prefijado).
- Se deberá procurarse mantener la presión interna del horno en un valor inferior a 8.5 mm. de agua
- No se requiere operar el controlador de petróleo

Al abrir o cerrarse las válvulas que dan paso al flujo de petróleo a través de los contómetros, haberlo lentamente, de tal manera que el flujo ingrese en forma no turbulenta, además toda válvula que es abierta o cerrada deberá ser totalmente abierta o totalmente cerrada respectivamente.

- Para que el control de caudal de petróleo de los quemadores de los hornos realmente cumpla su función, necesariamente siempre debe existir retorno de petróleo, porque este control opera en retorno. Si no existe retorno de petróleo se puede apreciar esto en los siguientes instrumentos :

- a) Los contactores de retorno de petróleo (contactores superiores) se han destinado
- b) La aguja del indicador horizontal de los instrumentos controladores se ha desplazado a 100 %
- c) La abertura de la válvula de control de retorno de petróleo se encuentra cerrada.

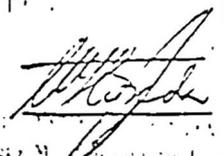
6. Observaciones y conclusiones

- La lectura de los caudales de aire y petróleo se indican en forma porcentual, pero en el modo de control en cascada, el caudal de petróleo no es indicado por la aguja roja
- Actualmente con un horno en funcionamiento puede garantizarse que la demanda de petróleo por quemador es enteramente satisfecha, pero, cuando funcionan el horno # 2 y la Caldera Babcock deberá garantizarse el caudal de petróleo necesario en la alimentación principal.
- * - Deberá garantizarse que el operador aumente el porcentaje de aire sólo hasta cuando el indicador de aguja horizontal llegue casi a 100 % no a 100 % puesto que a partir de 100 % ya no existe control. Este valor máximo está dependiendo del caudal de petróleo que ingresa al quemador el cual es variable y rara vez llegará a 1800 lbs (que sería lo ideal y ya no nos preocuparíamos en el indicador horizontal), debido a que la bomba principal tiene una capacidad máxima de 6,000 lbs/h.
- Se recomienda a las Superintendencias de Control de Producción y de Producción medir por lo menos una vez al mes el flujo de aire que ingresa a través de cada ventilador y con el respectivo porcentaje indicado en el instrumento controlador de aire, hacerlos llegar a este Departamento para mantener o corregir las compuertas reguladoras de caudal de aire.
- * - En anterior observación no se quiere dar a entender que se va a consumir más petróleo sino que se va a garantizar el control automático de flujo de energía hacia los hornos y por ende se va a garantizar la vida de los hornos y la eficiencia en la producción del ánodo obtenido.

En síntesis, se quiere llegar a optimizar los puntos flagelantes de nuestro proceso de producción y en coordinación con el área de producción este Departamento está llano a colaborar como siempre lo ha hecho.

Atentamente,

C.C. Gerencia Técnica
 Sup. de Producción
 Sup. Control Producción
 Oficina Técnica
 Planta de Anodos

M. F. M. U. P.

 Jefe M. de Control de Producción

CONSTANCIA DE TRABAJO

Por el presente, dejamos constancia que al (la) señor (Srta)

Ingeniero Máximo Elías Honda Begazo. Código: 53112.-

Trabaja en nuestra Empresa desde el : 16.04.1978.-

desempeñando el cargo de Jefe del Dpto. Electrónico.-

en el Area de : Sup. de Mantenimiento (Area Gerencia Técnica).

con un haber de S/. 57,825.00 (Cincuentisiete Mil Ochocientos

Veinticinco Soles Oro y 00/100).- Bonificación Excepcional

S/5,415.00.-

Otorgamos la presente constancia a solicitud del (a) interesado para los fines que crea convenientes.

11o, 21 de Mayo de 1,979.

C.C. :

File personal.

MINERO - PERU
U. P. Refinaria de Cobre de Ilo
Alfredo Cornelio Gomez Sanchez
ALFREDO CORNELIO GOMEZ SANCHEZ
Jefe Dpto. Relaciones Industriales

CONTRATO DE SERVICIOS NO PERSONALES

Conste por el presente Documento, el Contrato de Servicios No Personales que celebran de una parte la EMPRESA MINERA DEL PERU con Libreta Tributaria N° 9986991 y domicilio en Pampa Caliche Km. 9 Distrito de Pascocha-Ilo, debidamente representada por el Gerente de la Unidad de Producción Refinería de Cobre de Ilo, señor Ingeniero Humberto Magallán Luna, con Libreta Electoral N° 4556934 y Libreta Tributaria N° 3134725, con domicilio en Pampa Caliche Km. 9 Distrito de Pascocha-Ilo, según Poder por Escritura Pública otorgada por ante el Notario Doctor Ricardo Fernandini Arana, con fecha 8 de Junio de 1976 e inscrita en el Tomo 16 folios 191 del Registro de Mandatos y de la otra parte el señor Ingeniero Electrónico Mexicano Eliseo Honda Segozo con Libreta Electoral N° 3555736, domiciliado en Jr. Sucre N° 1315 - 301 La Victoria Lima, en las condiciones y términos de las cláusulas siguientes:

PRIMERA: ANTECEDENTES

El Artículo 18 del D.L. 21765, autoriza a prestar al Estado Servicios No personales tanto a personas naturales como Jurídicas.

Considerando que la Unidad de Producción Refinería de Cobre de Ilo, después de haber culminado 2 años de operaciones continuas es necesario:

- Ejercer un mayor grado de dirección y asesoramiento en el área de Mantenimiento Electrónico, Área que se encuentra en la dirección Técnica directa de un Ingeniero responsable por estar vacante la plaza titular.
- Evaluar los programas de mantenimiento existentes, así como proponer las recomendaciones que tiendan a mejorar los mismos.
- Efectuar el análisis estadístico de los equipos y sus componentes a efectos de determinar stocks adecuados que garanticen la racional prosecución de las operaciones mediante la optimización de los stocks de repuestos.

- Analizar y participar en la selección de los postulantes específicos -
que pudieran presentarse en maquinarias y equipos.

SEGUNDA: OBJETO

Por el presente Contrato, la Empresa Minera del Poró toma los Servi-
cios No Personales del Ingeniero Máximo Elías Henda Segura e efectos
de que se sirve desarrollar actividades relacionadas con el análisis
y programación de Mantenimiento Electrónico de la Planta de Anodos y
Refinería Electrolítica.

TERCERA: PLAZO

El presente Contrato es a Plazo determinado y su duración será de - -
ciento ochenta (180) días contados a partir de la fecha de suscrip- -
ción del presente Documento: 9 de Enero de 1978.

CUARTA: HONORARIOS

Por los Servicios No Personales prestados por el Ingeniero Máximo -
Elías Henda Segura, MINERO PERU abonará la suma de \$ 384,000.00 por -
los ciento ochenta días de trabajo, equivalente a \$ 64,000.00 mensua-
les, previa presentación del correspondiente recibo de honorarios.

QUINTA: RESOLUCION

El presente Contrato podrá ser rescindido por MINERO PERU, a su libre
determinación, previo aviso escrito de quince días.

SEXTA: BENEFICIOS

Contra el presente Documento un Contrato de Servicios No Personales, -
no dará lugar a ningún otro beneficio social, o derivado de la ejecu-
ción del presente Contrato, salvo los honorarios pactados.

SEPTIMA: COMUNICACION A LA CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA

En cumplimiento de lo dispuesto en el Artículo 18 del D.L. 21782, el
presente Contrato será puesto en conocimiento de la Contraloría Gene-
ral de la República dentro de los diez (10) días siguientes a su sus-

cripción.

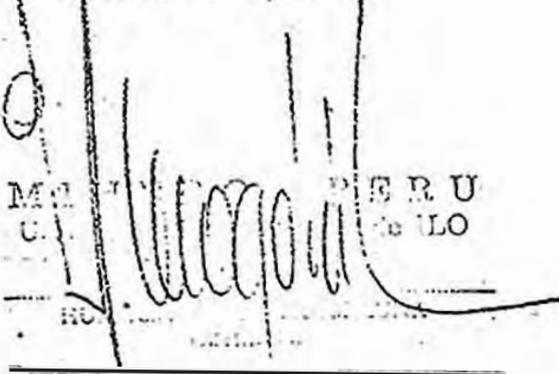
OCTAVA: JURISDICCION

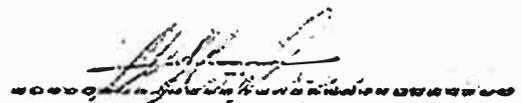
Ambas partes hacen expresa declaración de la jurisdicción que pudiera corresponderles en caso de reclamo Judicial o Extra-Judicial, sometiéndose a la jurisdicción de los Jueces de la ciudad de Ilo.

NOVENA: RATIFICACION

Ambas partes declaran que el presente Documento es la expresión de su libre voluntad, suscribiéndolo en señal de ello.

Ilo, Enero 9 de 1973.

M. R. U.
de ILO




Ing. Máximo E. Honda Bogazo

L.E. 3555736

NORTHERN PERU MINING CORPORATION

Casilla 860
Trujillo - Perú

"Año de la Unión Nacional"

JORGE CÁCERES BEDOYA - Superintendente General de
Northern Peru Mining Corporation - Unidad de Quiruvilca,

C e r t i f i c a :

Que el Inge Máximo Honda Begazo ha trabajado en nuestra
empresa desempeñando el cargo de Jefe del Taller eléctrico
de esta Unidad, desde el 24 de Setiembre de 1976 hasta el
11 de Setiembre de 1977, fecha en que se retira por su
propia voluntad.

Durante su estadía en esta Unidad, el Inge Honda se ha
desempeñado a nuestra entera satisfacción.

Expedimos el presente certificado a solicitud del interesado
para los fines que él crea convenientes, en Quiruvilca, a los
once días del mes de Setiembre de mil novecientos setentisiete.




Jorge Cáceres Bedoya.

"AÑO DE NUESTROS HEROES DE
LA GUERRA DEL PACIFICO"
CORPORACION MINERA NOR PERU S. A.

LIBRETA TRIBUTARIA No. 9084371
TELEFONO 28-3430 - CASILLA 219
LIMA — PERU

INSCRITA EN EL ASIENTO 1 DE LA FICHA 14760 DEL REGISTRO MERCANTIL DE LIMA

A QUIEN CONCIERNA:

Por el presente documento certificamos que el Ing. MAXIMO HONDA BEGAZO ha trabajado en nuestra empresa desempeñando el cargo de Jefe del Taller Eléctrico de la Unidad de Quiruvilca, desde el 24 de Setiembre de 1976 hasta el 11 de Setiembre de 1977, fecha en que se retira por su propia voluntad.

Durante su estadía en la Unidad, el Ing. Honda se ha desempeñado a nuestra entera satisfacción.

Expedimos el presente certificado a solicitud del interesado para los fines que él crea convenientes, en Lima a los veintiún días del mes de Mayo de mil novecientos setentinueve.

CORPORACION MINERA NOR PERU S.A.

Oswaldo Dávila Meza
Sub-Gerente General



DQT.-



EMPRESA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES DEL PERU

Segonias 375 - San Isidro Lima 27. Perú - Teléfono 409900 - Cables ENTELPERU - Lima, Telex P x 5522

Intercambios 1675.- San Luis Lima 30. Perú Teléfono 207800

CERTIFICADO DE TRABAJO

EL QUE SUSCRIBE, JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION DE PERSONAL DE LA EMPRESA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES DEL PERU:

C E R T I F I C A :

Que, el señor MAXIMO ELIAS RONDA BEGAZO, prestó servicios en esta Empresa, desde el 16 de octubre de 1973 hasta el 30 de junio de 1975, en que se retiró por RENUNCIA; habiéndose desempeñado como Ingeniero Asistente de la Gerencia de Proyectos, siendo su último sueldo básico mensual de S/ 15,500.00.

Duarnte su permanencia al servicio de esta Empresa, su desempeño ha sido correcto.

Lima, 18 de Julio de 1975.

EMPRESA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES DEL PERU

LIC. JESUS NUÑEZ PACHECO
Jefe del Dpto. de Admon. de Personal

SVL



EMPRESA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES DEL PERU

Otorga al Sr. MAXIMO HONDA el presente

CERTIFICADO

como testimonio de haber participado en un curso de

ASPECTOS LEGALES RELACIONADOS CON CONCURSOS Y LICITACIONES PUBLICAS

dictado por ASESORIA LEGAL Y AUDITORIA INTERNA DE ENTEL PERU

realizado del 2 al 23 DE MAYO DE 1974

Lima, 23 DE MAYO DE 1974


GERENTE GENERAL

COMPañIA PERUANA DE TELEFONOS S. A.

AVENIDA NICOLAS DE PIÉROLA 1046
APARTADOS N.ºs. 455 - 386
LIMA, PERU



RI/P/E-438-73

"A QUIEN PUEDA INTERESAR"

CERTIFICAMOS que el señor Máximo Elías Honda Begazo, realizó prácticas en esta Compañía desde el 5 de Febrero de 1973 hasta la fecha, en el Departamento de Planeamiento de nuestra Gerencia Técnica, desempeñándose en forma satisfactoria en mérito al acuerdo de prácticas convenido.

Expedimos la presente Constancia a solicitud del interesado quien puede hacer uso de ella para los fines que estime convenientes.

San Isidro, 15 de Agosto de 1973

pp. COMPañIA PERUANA DE TELEFONOS S.A.


Raúl Arias Granda
Gerente de Relaciones
Industriales

DAH/aa

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

TRABAJO MONOGRAFICO PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER EN CIENCIAS CON
MENCION EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

NOMBRE Y APELLIDOS: Máximo Elías Honda Begazo

CODIGO: 680027J

PROMOCION: 1973-1

CURSO: LABORATORIO ELECTRONICA IV CODIGO: EE-444

TITULO: DISEÑO DE UN CODIFICADOR QUE CONVIERTE UNA SEÑAL
DE CUATRO NIVELES A CODIGO BINARIO

CALIFICACION: *QUINCE*
En Letras

15
En Números

PROFESOR DEL CURSO: J. PEREZ ALBELA

20/1/74
Fecha

J. Perez
Firma

PROFESOR ASESOR: MANUEL MACIAS

20/1/74
Fecha

J. Macias
Firma

V°B°

JEFE DEL DEPARTAMENTO

Lima, 30 de Enero de 1974

Lima, 21 de DICIEMBRE de 1962

Señor MAXIMO HONDA BEGAZO

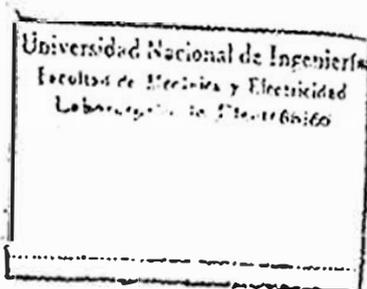
PRESENTE.

Estimado señores

Su trabajo monográfico del curso LABORATORIO DE ELECTRONICA .. IV .. titulado: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CODIFICADOR QUE CONVIERTE UNA SEÑAL DE CUATRO NIVELES A OCHO BCD."

ha merecido el calificativo de BUENO (15) y dado el interés del tema y el buen desarrollo del mismo, quedará en el archivo del Laboratorio de Electrónica.

Atentamente,



J. Víctor Albaladejo M.
Profesor del curso