

TUES
1504
R4560
1998
E.2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA



TRABAJO DE GRADUACION :

"Integración de Medidores Electrónicos al Sistema de Control Supervisorio y
Adquisición de Datos (SCADA) de CAESS."

PRESENTADO POR :

REYES HERNANDEZ, FELIX ADALBERTO
RODEZNO, JORGE ORLANDO

15101366

15101366

PARA OPTAR AL TITULO DE :

INGENIERO ELECTRICISTA



CIUDAD UNIVERSITARIA, JUNIO DE 1998.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



RECTOR:

DR. BENJAMIN LÓPEZ GUILLEN

SECRETARIO GENERAL:

LIC. ENNIO LUNA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA:

DECANO:

ING. JOAQUIN ALBERTO VANEGAS AGUILAR

SECRETARIO:

ING. JOSÉ RIGOBERTO MURILLO CAMPOS

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA:

DIRECTOR:

ING. JOSÉ ROBERTO RAMOS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al grado de :

Ingeniero Electricista

Titulo : "Integración de Medidores Electrónicos al Sistema de Control
Supervisorio y Adquisición de Datos (SCADA) de CAESS"

Presentado por : Reyes Hernández, Félix Adalberto
Rodezno, Jorge Orlando

Trabajo de graduación aprobado por :



Coordinador y Asesor : Ing. Carlos René Pérez Ramos

A handwritten signature in black ink, appearing to be "CRP", written over a faint rectangular stamp.

Asesor : Ing. Nestor Martínez

San Salvador, Junio de 1998

ACTA DE CONSTANCIA DE NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, 12 de junio de 1998 en el local de la Sala de Lectura de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a las dieciseis horas y treinta minutos, en presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

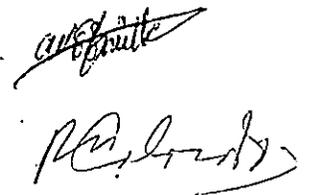
- 1- Ing. José Roberto Ramos López
Director
- 2- Ing. Gerardo Marvin Jorge Hernández
Secretario



Y con el Honorable Jurado de evaluación integrado por las personas siguientes:

- 1- Ing. Nelson Bonilla
- 2- Ing. Ricardo Colorado

Firma



Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación:

"Integración de Medidores Electrónicos al Sistema de Control Supervisorio y Adquisición de Datos (SCADA) de CAESS"

A cargo de los Bachilleres:

REYES HERNANDEZ, FELIX ADALBERTO
RODEZNO, JORGE ORLANDO

y

Habiendo obtenido el presente trabajo una nota final, global de 8.0

ocho punto cero

TRABAJO DEDICADO

A mis padres que siempre me apoyaron y guiaron mis pasos para consolidar el presente logro.

Félix.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todo.

A mi esposa por su comprensión.

A mis padres por su apoyo constante.

A mis hermanos por su apoyo moral.

A mi tío Atilio por su ayuda oportuna.

A mis amigos que ayudaron.

Gracias por contribuir al logro obtenido.

Félix.

TRABAJO DEDICADO A

Mi Mamá y a mis dos Hermanas.
Por haberme apoyado incondicionalmente en toda mi carrera.

Orlando.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todo.

A mi familia por su apoyo.

A mis profesores por su enseñanza.

A los Ingenieros asesores de CAESS por su dedicación.

A mis amigos por su ayuda.

Gracias por haberme ayudado a salir adelante.

Orlando.

PREFACIO

Los medidores convencionales para la medición de energía utilizados en el sistema de distribución CAESS, en su mayoría son analógicos, en donde su principio fundamental de operación es de inducción electromagnética.

Con el transcurso del tiempo el sistema de medición de CAESS se ha ido modernizando con la nueva inclusión de medidores electrónicos los cuales son más eficientes y con mayor grado de exactitud.

Con la adquisición de la nueva tecnología de estos medidores, los sistemas de medición se vuelven más flexibles y en tal sentido proporcionando diversas formas de comunicación para la adquisición de datos.

Los objetivos del presente trabajo se enmarcan en:

La investigación de la forma más eficiente y factible para la integración del medidor electrónico quantum instalados en los puntos de entrega CEL/CAESS de las diferentes subestaciones al sistema SCADA.

Monitoreo de mediciones en los puntos de entrega a través del sistema SCADA.

Evaluar diferentes opciones de integración del medidor electrónico al sistema SCADA.

En la actualidad los sistemas de potencia requieren confiabilidad en sus protecciones, control y medición con una mayor exactitud, lográndose por medio de sistemas y equipos de estado sólido basado en microprocesadores. Con la inclusión de equipos de medición de estado sólido es posible tener acceso a mediciones a distancias considerables por medio de la transmisión de datos vía radio frecuencia.

El presente trabajo considera la investigación de dos alternativas o propuestas de solución para la integración del medidor electrónico al sistema SCADA.

RESUMEN DEL TRABAJO

El proyecto a realizarse se enmarca en el área de mediciones eléctricas y específicamente en medidores electrónicos. Los medidores electrónicos son capaces de realizar mediciones tales como : voltaje, corriente, potencia activa, potencia reactiva, potencia real, energía (kwh), factor de potencia y otras.

En el sistema de distribución, CAESS cuenta con puntos en donde le es suministrada la energía, llamados puntos de entrega. En estos puntos de entrega CAESS cuenta con medidores electrónicos para realizar la medición de dichos puntos.

La finalidad del proyecto es crear o establecer una comunicación entre el medidor electrónico por medio del puerto serie de entrada/salida DB-25 del mismo, con el sistema de control, supervisorio y adquisición de datos (SCADA), para poder acceder la información de la página base del medidor electrónico. La comunicación entre el medidor electrónico y el sistema SCADA se realizará valiéndose de la unidad terminal remota (RTU), la cual se encargará de interrogar al medidor cuando la estación maestra se lo pida.

La RTU mandará la información extraída del medidor electrónico vía radio (UHF) hasta la división técnica de CAESS donde se encuentra la estación maestra del sistema SCADA.

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto se basa en la información proporcionada a través de manuales técnicos de los fabricantes de los equipos utilizados y en investigaciones de otros documentos afines.

El trabajo se compone por tres capítulos, en el primero se dan a conocer los elementos principales de una subestación y la relación que tienen estos con el área de mediciones. En el segundo capítulo se detallan las diferentes mediciones con las que actualmente cuenta CAESS y en el tercero se plantean dos alternativas de solución, la primera basada en las RTU's para la adquisición de los datos y la segunda a través de líneas telefónicas.

TABLA DE CONTENIDOS

Capitulo	Pagina
I. GENERALIDADES	
1.0 Elementos principales de una subestación	1
1.0.1 Interruptor de potencia	1
1.0.2 Tipos de interruptores de potencia	3
1.0.3 Transformador de potencia	4
1.0.4 Transformador de tierra	5
1.0.5 Transformadores de instrumentación	5
1.0.6 Barras colectoras	6
1.0.7 Red de tierra	7
1.0.8 Transformador de servicio propio	8
1.0.9 Banco de baterías	8
1.1 Diagrama unifilar de una subestación típica	8
1.1.1 Puntos o circuitos de entrega	10
1.1.2 Circuitos de distribución	10
1.1.3 Bus principal	10
1.1.4 Bus de transferencia	10
Conclusiones del capitulo I	11
Referencias bibliográficas	12
II SITUACION ACTUAL	
2.0 Sistema actual de medición	13
2.0.1 Medición por medio de instrumentos analógicos	13
2.0.2 Medición por medio de transductores	14
2.0.3 Medición por medio del medidor electrónico Quantum	14
2.0.4 Diagrama esquemático de medición general	16
2.1 Sistema de control supervisorio y adquisición de datos (SCADA)	16
2.2 Unidad terminal remota (RTU)	17
2.2.1 Entradas digitales	17
2.2.2 Salidas de control	19
2.2.3 Entradas analógicas	19
2.2.4 Canal serie de entrada/salida	19
2.2.5 Canal de comunicación serie	20
2.2.6 Estructura de los mensajes entre la estación maestra y la RTU	20
2.3 Medidor electrónico Quantum	21
2.3.1 Modulo de transformadores	22
2.3.2 modulo fuente de potencia	22

2.3.2 modulo fuente de potencia	22
2.3.3 Modulo convertidor analógico a digital (ADC)	22
2.3.4 Modulo procesador de registro	23
2.3.5 Modulo de presentación	23
2.3.6 Modulo memoria masiva y reloj de tiempo real	24
2.3.7 Modulo entrada/salida	24
2.3.8 Modulo modem	24
2.3.9 Modulo QDIF	25
Conclusiones del capitulo II	26
Referencias bibliográficas	27
III. Propuestas de solución para la integración del medidor electrónico quantum al sistema SCADA.	28
3.0 Primera propuesta de solución para la integración del medidor electrónico Quantum al sistema SCADA	28
3.0.1 Equipo a utilizar para la integración del medidor electrónico quantum	29
3.0.2 Software necesario para la programación del medidor y la RTU	30
3.0.3 Configuración por hardware de la QDIF del medidor electrónico	30
3.0.4 Instalación del módulo QDIF	30
3.0.5 Programación por software de la QDIF	31
3.0.6 Parámetros de configuración de la interfase serie programable PSI	35
3.0.7 Asignación de los puntos de datos en la RTU	38
3.0.8 Descripción de los pines de la interfase PSI	39
3.1 Segunda propuesta de solución para la integración del medidor electrónico quantum al sistema SCADA.	39
3.1.1 Equipo a utilizar	40
3.1.2 Parámetros del módulo modem	41
3.1.3 Conexión del medidor a la línea telefónica	42
3.1.4 Líneas telefónicas compartidas	43
3.1.5 Detección de auricular levantado	44
3.1.6 Cadena margarita	45
3.1.7 Medidores maestro y esclavos	45
3.1.8 Evento llamada a casa (llamada en falla)	46
Conclusiones del capitulo III	47
Referencias bibliográficas	48
Conclusiones generales y recomendaciones	49
Anexo A	
Especificaciones de los medidores quantum.	51

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1.1 Subestación Típica	9
2.1 Diagrama Esquemático de medición general	15
2.2 Sistema SCADA	17
2.3 Diagrama de Bloques de la RTU	18
3.1 Diagrama de Bloques para la integración del medidor Quantum	29
3.2 Interrogación remota a través de línea telefónica	40
3.3 Conexiones del modulo modem	43
3.4 Instalación de línea compartida	44

CAPITULO

I

GENERALIDADES

Introducción.

En este capítulo se describen los elementos principales que componen una subestación en una forma breve. Cada uno de estos elementos guardan una estrecha relación entre ellos para la operación en conjunto de la subestación.

Con el desarrollo de este capítulo se pretende dar una visualización o un enfoque de una subestación típica de la Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador (CAESS).

1.0 Elementos principales de una subestacion

En una subestación, cada una de los elementos que la componen son de gran importancia, pero vale destacar que algunos de ellos se vuelven principales por la función que desarrollan de los cuales podemos mencionar:

- Interruptor de potencia
- Transformador de tierra
- Transformador de potencia
- Transformadores de instrumentación
- Barras colectoras o buses
- Red de tierra
- Cuchilla de corte sólido

1.0.1 Interruptor de potencia

El interruptor es un dispositivo destinado para cierre y apertura de la continuidad de un circuito eléctrico bajo carga, en condiciones normales, así como, esta es su función principal bajo condiciones de cortocircuito.

También realiza una función muy importante en el área de medición ya que en las boquillas terminales del interruptor se encuentran instalados los transformadores de corriente los cuales sirven para medir la carga de cada uno de los circuitos de distribución.

El interruptor es, junto con el transformador el dispositivo más importante de una subestación. Su comportamiento determina el nivel de confiabilidad que se puede tener en un sistema eléctrico de potencia.

El interruptor se puede considerar formado por tres partes principales:

1. PARTE ACTIVA. Constituida por las cámaras de extinción que soportan los contactos fijos y el mecanismo de operación que soporta los contactos móviles.
2. PARTE PASIVA. Formada por una estructura que soporta uno o tres dispositivos de aceite, si el interruptor es de aceite, en lo que se aloja a la parte activa.

En sí, la parte pasiva desarrolla las funciones siguientes:

- a) Protege eléctrica y mecánicamente el interruptor.
- b) Ofrece puntos para el levantamiento y transporte del interruptor, así como espacios para la instalación de los accesorios.
- c) Soporta los recipientes de aceite si los hay y el gabinete de control.

3 ACCESORIOS. Incluye las siguientes partes:

- a) Boquillas terminales que a veces incluyen transformadores de corriente.
- b) Válvulas de llenado, descarga y muestreo del fluido aislante.
- c) Conectores de tierra.
- d) Placa de datos.
- e) Gabinete que contiene los dispositivos de control, protección, medición accesorios como: compresor, resorte, bobinas de cierre o de disparo, etc.

El accionamiento de los dispositivos de control pueden ser de tipo neumático, electrohidráulico y de resorte, según el nivel de tensión utilizado en la subestación.

Los dispositivos de protección para el caso las bobinas de disparo y cierre operan por accionamiento manual en el panel del interruptor o son accionadas por el panel de protección, localizado en la caseta y es en este panel que se encuentran la mayoría de elementos de protección.

Los dispositivos contenidos en el gabinete del interruptor sirven para la medición e indicación de estados. Se realiza la medición de algunos parámetros como: temperatura, presión, nivel de aceite y el conteo de operaciones realizadas por el interruptor. Para la indicación de estados se usan los contactos auxiliares que son accionados por el mecanismo los cuales nos indican si el interruptor se encuentra cerrado o abierto y son alambrados a las entradas digitales de la unidad terminal remota (RTU).

1.0.2 Tipos de interruptores de potencia

De acuerdo con los elementos que intervienen en la apertura del arco de las cámaras de extinción, los interruptores se pueden dividir en los siguientes grupos, ordenados conforme a su aparición histórica: gran volumen de aceite, pequeño volumen de aceite, neumáticos (aire comprimido), hexafluoruro de azufre (SF₆) y de vacío.

1. Interruptor en gran volumen de aceite. Fueron de los primeros interruptores que se emplearon en alta tensión y que utilizaron el aceite para la extinción del arco. En este tipo de extinción el arco producido calienta el aceite dando lugar a una formación de gas muy intensa, que aprovechando el diseño de la cámara empuja un chorro de aceite a través del arco, provocando su alargamiento y enfriamiento hasta llegar a la extinción del mismo, al pasar la onda de corriente por cero.
2. Interruptor en pequeño volumen de aceite. Por el pequeño consumo de aceite, son muy utilizados en Europa, en tensiones de hasta 230 KV y de 2500 MVA de capacidad interruptiva. Este interruptor utiliza aproximadamente un 5% del volumen de aceite del caso anterior. Las cámaras de extinción tienen la propiedad de que el efecto de extinción aumenta a medida que la corriente que va a interrumpir crece.
El tiempo de extinción del arco es del orden de seis ciclos.
3. Interruptor neumático. Su uso se origina ante la necesidad de eliminar el peligro de inflamación y explosión del aceite utilizado en los interruptores de los dos casos anteriores. En este tipo de interruptores el apagado del arco se efectúa por la acción violenta de un chorro de aire que barre el aire ionizado por el efecto del arco. El poder de ruptura aumenta casi proporcionalmente a la presión del aire inyectado. La extinción del arco se efectúa en un tiempo muy corto, del orden de tres ciclos, lo cual produce sobretensiones mayores que en los casos anteriores.
4. Interruptores en SF₆. Son aparatos que se desarrollaron al final de la década de los años sesenta y cuyas cámaras de extinción operan dentro de un gas llamado hexafluoruro de azufre que tienen una capacidad dieléctrica superior a otros fluidos.
En los interruptores trifásicos, la apertura de los contactos es simultáneo.
5. Interruptores en vacío. Esta tecnología aparece por el año de 1960. Son aparatos que en teoría, abren en un ciclo debido a la pequeña inercia de sus contactos y a su pequeña distancia. Los contactos están dentro de botellas especiales en las que se ha hecho el vacío casi absoluto. Al abrir los contactos dentro de la cámara de vacío, no se produce ionización y por tanto, no es necesario el soplado del arco ya que este se extingue prácticamente al paso por cero después del primer ciclo.

1.0.3 Transformador de potencia

Un transformador es una máquina electromagnética, cuya función principal es cambiar la magnitud de las tensiones eléctricas.

Se puede considerar formado por tres partes principales:

Parte activa

Parte pasiva

Accesorios

1. Parte activa. Está formada por un conjunto de elementos separados del tanque principal y que agrupa los siguientes elementos:
 - a) Núcleo. Este constituye el circuito magnético, que está fabricado en lámina de acero al silicio, con un espesor de 0.28 mm.
 - b) Bobinas. Estas constituyen el circuito eléctrico. Se fabrican utilizando alambres o soleras de cobre o aluminio. Los conductores se forran de material aislante, que pueden tener diferentes características, de acuerdo con la tensión de servicio de la bobina, la temperatura y el medio en el que va a estar sumergida. Las bobinas, según la capacidad y tensión del transformador pueden ser de tipo rectangular para pequeñas potencias, de tipo cilíndrico para potencias medianas y de tipo galletas para las potencias altas.
 - c) Cambiador de derivaciones. Constituye el mecanismo que permite regular la tensión de la energía que fluye de un transformador. Puede ser de operación automática o manual, puede instalarse en el lado de alta o baja tensión dependiendo de la capacidad y tensión del aparato aunque conviene instalarlo en el lado de alta tensión, debido a que su costo disminuye en virtud de que la intensidad de corriente es menor.
 - d) Bastidor. Está formado por un conjunto de elementos estructurales que rodean el núcleo y la bobina, y cuya función es soportar los esfuerzos mecánicos y electromagnéticos que se desarrollan durante la operación del transformador.
2. Parte Pasiva. Consiste en el tanque donde se aloja la parte activa; se utiliza en los transformadores cuya parte activa va sumergida en líquido. El tanque debe ser hermético, soportar el vacío absoluto sin presentar deformación permanente, proteger eléctrica y mecánicamente el transformador, ofrecer puntos de apoyo para el transporte y la carga del mismo, soportar los enfriadores, bombas de aceite, ventiladores, y los accesorios especiales.
3. Accesorios. Los accesorios de un transformador son un conjunto de partes y dispositivos que auxilian en la operación y facilita las labores de mantenimiento. Entre estos están : Boquillas para alta tensión, boquillas para baja tensión, relevador mecánico de sobre presión, orejas con ojo para levantar la tapa, registro, cople con tapón para llenar al vacío, orejas de gancho para izaje del conjunto, etc.

1.0.4 Transformador de tierra

En muchos sistemas de 600 Voltios o menos y en sistemas de 23000 voltios no cuentan con sistemas de neutros.

Cuando existe un sistema conectado en delta estos pueden ser aterrizados usando un transformador de tierra, el cual puede tener el siguiente tipo de conexión: Zig-Zag, estrella-delta o tipo T. El tipo de transformador de tierra comúnmente usado es el transformador trifásico zig-zag sin alambrado secundario.

Las impedancias del transformador para la corriente trifásica son altas en condiciones normales de operación, solo un pequeño flujo de corriente de magnetización fluye en las bobinas del transformador. La impedancia para la corriente a tierra es baja permitiendo altos flujos de corriente a tierra.

El transformador divide la corriente de tierra en tres componente iguales, estas corrientes están en fase y fluye en las tres bobinas del transformador de tierra.

La corriente en una sección del alambrado de cada brazo del núcleo está en una dirección opuesta a la otra sección del alambrado del mismo brazo. Esto tiende a forzar la corriente de falla a tierra a tener igual división en las tres líneas y consecuentemente se tiene una baja impedancia del transformador para la corriente a tierra.

1.0.5 Transformadores de instrumentación.

Se refiere a los transformadores de corriente y por los transformadores de potencial.

a) Transformadores de corriente.

Son aparatos en que la corriente secundaria, dentro de las condiciones normales de operación, es prácticamente proporcional a la corriente primaria, aunque ligeramente desfasada. Desarrollan dos tipos de función:

Transformar la corriente y aislar los instrumentos de protección y medición conectados a los circuitos de alta tensión.

El primario del transformador se conecta en serie con el circuito por controlar y el secundario se conecta en serie con las bobinas de corriente de los aparatos de medición y de protección que requieren ser energizados.

Los transformadores de corriente pueden ser de medición, protección o mixtos.

Parámetros de los transformadores de corriente:

1. Corriente primaria . Para esta magnitud se seleccionan el valor normalizado inmediato superior de la corriente calculada para la instalación. Para

- subestaciones de potencia, los valores normalizados son : 300, 600, 800, 1200, 2000 y 4000 Amp.
2. Carga secundaria. Es el valor de la impedancia en ohmios, reflejada en el secundario de los transformadores de corriente y que está constituida por la suma de las impedancias del conjunto de todos los medidores, relevadores y cables conectados en serie con el secundario que corresponden a la llamada potencia de precisión a la corriente nominal secundaria.
 3. Límite de cortocircuito. Es la corriente de cortocircuito máxima que soporta un transformador durante un tiempo que varía entre 1 y 5 segundos.
 4. Tensión secundaria nominal. Es la tensión que se levanta en las terminales secundarias del transformador al alimentar este una carga de 20 veces la carga nominal.
 5. Potencia nominal. Es la potencia aparente secundaria que a veces se expresa en Volt-Amp y a veces en ohmios, bajo una corriente nominal determinada y que se indica en la placa característica del aparato.

b) Transformador de potencial.

Son aparatos en que la tensión secundaria dentro de las condiciones normales de operación, es prácticamente proporcional a la tensión primaria, aunque ligeramente desfasada.

Desarrollan dos funciones: Transformar la tensión y aislar los instrumentos de protección y medición conectados a los circuitos de alta tensión.

El primario se conecta en paralelo con el circuito por controlar y el secundario se conecta en paralelo con las bobinas de tensión de los diferentes aparatos de medición y de protección que se requieren energizar.

Parámetros de los transformadores de potencial:

1. Tensión primaria. Se debe seleccionar el valor normalizado inmediato superior al valor calculado de tensión nominal de la instalación.
2. Tensión secundaria. Los valores normalizados, según ANSI son de 120 V para aparatos de hasta 25 KV y de 115 V para aquellos de valores superiores a 34.5 KV.
3. Potencia nominal. Es la potencia secundaria expresada en Volt- amp, que se desarrollan bajo la tensión nominal y que se indican en la placa de características del aparato.

1.0.6 Barras colectoras.

Se llaman barras colectoras al conjunto de conductores eléctricos que se utilizan como conexión común de los diferentes circuitos de que consta una subestación.

Los circuitos que se conectan o derivan de las barras pueden ser generadores, líneas de transmisión, bancos de transformadores, bancos de tierra, etc.

En una subestación se puede tener uno o varios juegos de barras que agrupen diferentes circuitos en uno o varios niveles de voltaje, dependiendo del propio diseño de la subestación.

Las barras colectoras están formadas principalmente de los siguientes elementos: Conductores eléctricos, aisladores, conectores y herrajes.

Los diferentes tipos de barras son: Cables, tubos y soleras.

Cable: Es un conductor formado por un haz de alambres trenzados en forma helicoidal. Es el tipo de barra más conveniente usado.

Tubos: Son barras colectoras tubulares usadas principalmente para llevar grandes cantidades de corriente, especialmente en subestaciones de bajo perfil como las instaladas en zonas urbanas.

Soleras: Comúnmente usadas para llevar grandes cantidades de corriente (especialmente en interiores) es la solera de cobre o de aluminio.

1.0.7 Red de tierra.

La necesidad de contar con una red de tierra en las subestaciones es la de cumplir con las siguientes funciones:

- a) Proporcionar un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes de tierra, ya sea que se deban a una falla de cortocircuito o a la operación de un pararrayo.
- b) Evitar que durante la circulación de estas corrientes de tierra, puedan producirse diferencias de potencial entre distintos puntos de la subestación, significando un peligro para el personal.
- c) Facilitar, mediante sistemas de relevadores, la eliminación de fallas a tierra en los sistemas eléctricos.
- d) Dar mayor confiabilidad y continuidad al servicio eléctrico.

Elementos de una red de tierra:

1. Conductores. Los conductores utilizados en los sistemas de tierra son de cable de cobre de calibre arriba de 4/0 awg dependiendo del sistema que se utilice. Se utiliza el cobre por su mejor conductividad tanto eléctrica como térmica, y sobre todo por ser resistente a la corrosión debido a que es catódico respecto a otros materiales que pudieran estar encerrados cerca de él.
2. Electrodo. Son las varillas que se clavan en terrenos mas o menos blandos y que sirven para encontrar zonas más húmedas, y por lo tanto con menor resistividad eléctrica. Los electrodos pueden fabricarse con tubos o varillas de hierro galvanizado.

3. Electrodo tipo mástil. Es el conjunto de electrodos que se instalan sobre la parte más elevada de la estructura de una subestación y que sirven para completar la red de cables de guarda que se extienden sobre los capotes de la estructura de la subestación para protegerla de las posibles descargas directas de los rayos.
4. Conectores y accesorios. Son los elementos que nos sirven para unir a la red de tierra los electrodos profundos, las estructuras, los neutros de los bancos de transformadores.

Los conectores usados en los sistemas de tierra son principalmente de tres tipos :

- Conectores atornillados
- Conectores a presión
- Conectores soldados.

Todos los tipos de conectores deben poder soportar la corriente de la red de tierra en forma continua.

1.0.8 Transformador de servicio propio

Este es un transformador de distribución generalmente de 15 KVA usado en las subestaciones para suplir la demanda de potencia a bajo voltaje 115 y 220 V para la iluminación, equipo de medición y protección y toma corriente para servicio propio.

1.0.9 Banco de baterías

Se denomina batería a un conjunto de celdas conectadas en serie. La tensión nominal de la batería viene dada por la suma de las tensiones de cada una de las celdas.

Las baterías, según el tipo de electrolítico pueden ser ácidas o alcalinas.

En una subestación el banco de baterías se usa para suplir la tensión DC requerida por los dispositivos de protección y medición.

1.1 Diagrama unifilar de una subestación típica

El diagrama unifilar mostrado en la figura 1.1 corresponde al de una subestación típica como lo es la subestación de Agua Caliente. En dicho diagrama unifilar se muestran cada uno de los circuitos de distribución y los circuitos alimentadores conocidos como puntos de entrega CEL/CAESS.

DIAGRAMA UNIFILAR DE UNA SUBESTACION TIPICA

SUB. AGUA CALIENTE

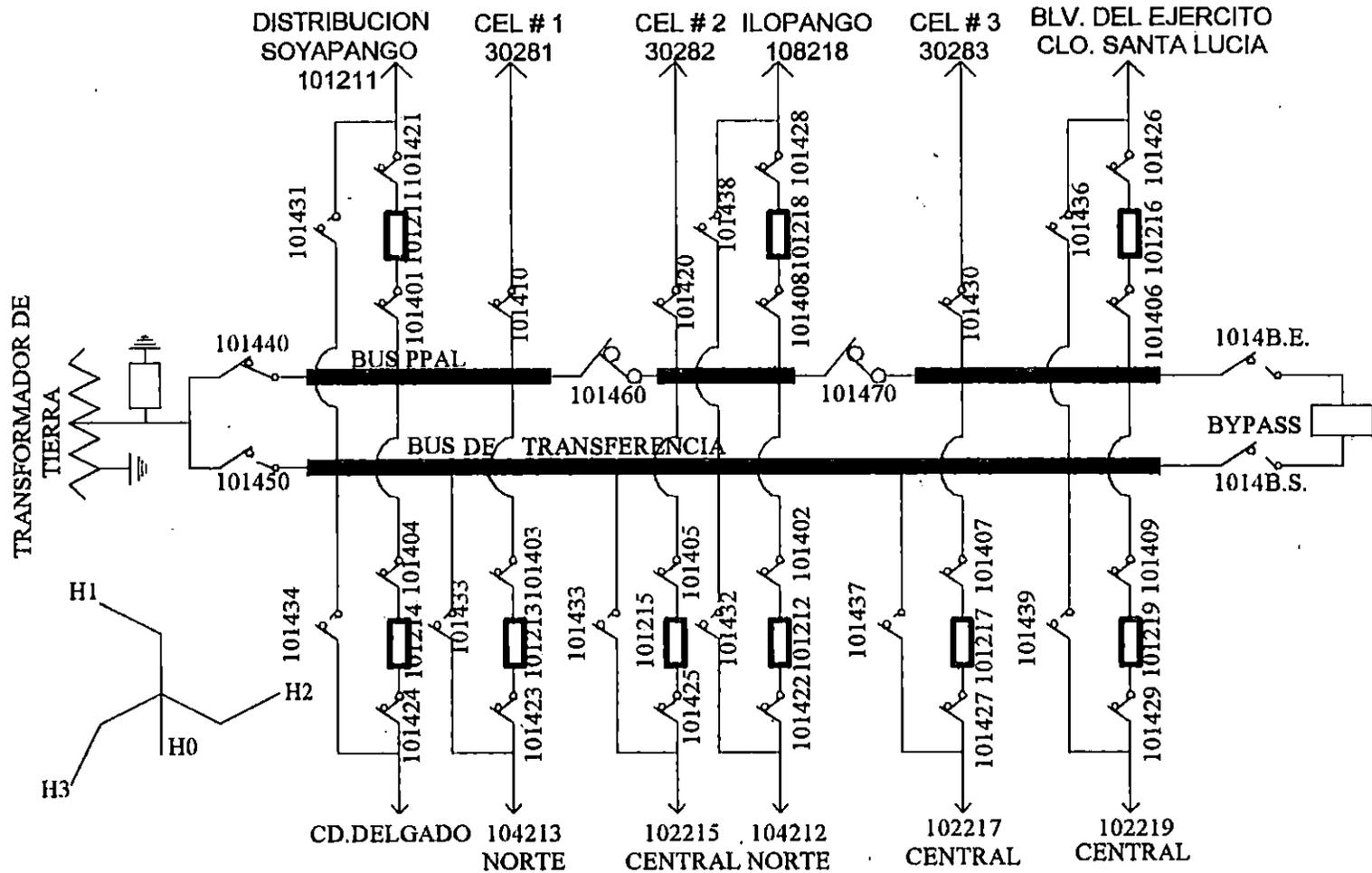


FIGURA 1.1 SUBESTACION TIPICA

Además se muestran los juegos de cuchillas e interruptores para las maniobras y protecciones de cada uno de los circuitos respectivamente.

1.1.1 Puntos o circuitos de entrega

Son los circuitos que alimentan los buses de la subestación. A través de estos puntos CEL suministra la energía demandada por la carga de la subestación CAESS. Estos circuitos son interconectados a los buses de la subestación por medio de cuchillas de corte sólido. En estos puntos de entrega tanto CEL como CAESS realizan las mediciones de energía demandada, con el propósito de una buena cuantificación de la energía.

1.1.2 Circuitos de distribución

Son los circuitos destinados a distribuir la energía en los diferentes puntos de la zona metropolitana de San Salvador, a través de los cuales son suministrados los diferentes abonados conectados a la red de la energía eléctrica.

Cada uno de estos circuitos de distribución posee un interruptor de potencia para la protección y la realización de maniobras de cierre y apertura.

En cada uno de estos circuitos se realiza una medición general del circuito.

1.1.3 Bus principal

A través de este bus se interconectan los circuitos de entrega como también los circuitos de distribución.

1.1.4 Bus de transferencia

Este bus es utilizado para realizar maniobras y así poder llevar la carga de cualquiera de los circuitos de distribución, cuando por causa de una falla o mantenimiento del interruptor queda fuera de servicio uno de los interruptores.

La transferencia de carga se realiza por medio de un interruptor instalado estratégicamente llamado interruptor de "bypass".

En condiciones normales este bus permanece desenergizado.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO I

- Cada uno de los elementos que componen la subestación realizan una función muy importante para la operación en conjunto de dicha subestación, teniendo cada uno de ellos una estrecha relación en el área de mediciones eléctricas; ya que en algunos de estos elementos son instalados elementos para realizar la medición de los parámetros eléctricos
- Con la descripción de los elementos de una subestación y su relación con el sistema SCADA se hace más fácil entender las funciones y las relaciones de cada elemento con el sistema de control, supervisorio y adquisición de datos.

• **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

IEEE

Recommended Practice for Grounding of Industrial and
Commercial Power System

Martín, José Raúl

Diseño de Subestaciones Eléctricas

Mc Graw-Hill México SA de CV 1987

Primera edición en español.

CAPITULO

II

SITUACION ACTUAL

Introducción.

En el presente capítulo se hace énfasis a las diferentes formas en que se llevan a cabo las mediciones como son: Amperajes, voltajes, potencia activa, potencia real, potencia reactiva, factor de potencia y energía.

Se identifican los puntos donde se realizan las mediciones eléctricas y se describen los instrumentos con los cuales se lleva a cabo.

2.0 Sistema actual de medición.

CAESS cuenta con sistemas de mediciones en cada una de las subestaciones. Las mediciones son realizadas por medio de instrumentos analógicos y dispositivos transductores para cada uno de los circuitos de distribución, y medidores electrónicos para los circuitos de entrega CEL/CAESS.

También cuenta con un sistema de control y adquisición de datos (SCADA), por medio del cual se lleva a cabo el control, monitoreo y medición de los circuitos de distribución de todas las subestaciones.

2.0.1 Medición por medio de instrumentos analógicos.

En cada uno de los circuitos se realizan mediciones de amperajes, voltaje y potencia; por medio de instrumentos analógicos los cuales se encuentran instalados en los paneles de protección. Para que estos instrumentos realicen las mediciones se hace uso de transformadores de instrumentos (transformadores de corriente y voltaje) los de corrientes se encuentran en los interruptores de potencia; donde son alambrados y por medio de cables de control las magnitudes reflejadas en los secundarios de dichos transformadores

son llevados hasta los paneles. Para cada circuito se tiene un juego de transformadores de corriente.

Los transformadores de potencial son comunes para todos los paneles, teniéndose solo un juego de transformadores para todos los circuitos; debido a que el voltaje es el mismo.

Los datos son tomados por los operarios que leen las magnitudes indicadas en los medidores.

2.0.2 Medición por medio de transductores.

En la parte trasera de los paneles encontramos dos transductores uno de corriente y otro de potencia. El de corriente tiene la función de convertir la magnitud de 5 Amperios a 1 miliamperio.

El de potencia hace dos conversiones de escala una para la potencia real y la otra para potencia reactiva. Para realizar estas conversiones necesita a la entrada las señales de corriente y de potencial de los transformadores de instrumentación.

Las señales de corriente y potencia a la salida de los transductores son alambradas hasta la RTU (entradas analógicas) la cual se encarga de enviarlas vía radio UHF hasta la estación maestra.

2.0.3 Medición por medio del medidor electrónico Quantum.

En los puntos de entrega se cuenta con un medidor electrónico Quantum. Este medidor es muy versátil y puede realizar las siguientes mediciones: Amperajes, voltaje, potencia activa, potencia reactiva, energía, factor de potencia etc.

La extracción de la información se hace de la siguiente manera:

1. Por medio del presentador. Un operario se encarga de tomar los valores mostrados en el presentador cristal líquido.
2. Por medio del puerto óptico. A través del puerto óptico se acopla una PC portátil, con un software adecuado para la descarga de los registros acumulados por el medidor.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE MEDICION GENERAL SUBESTACION A. CALIENTE

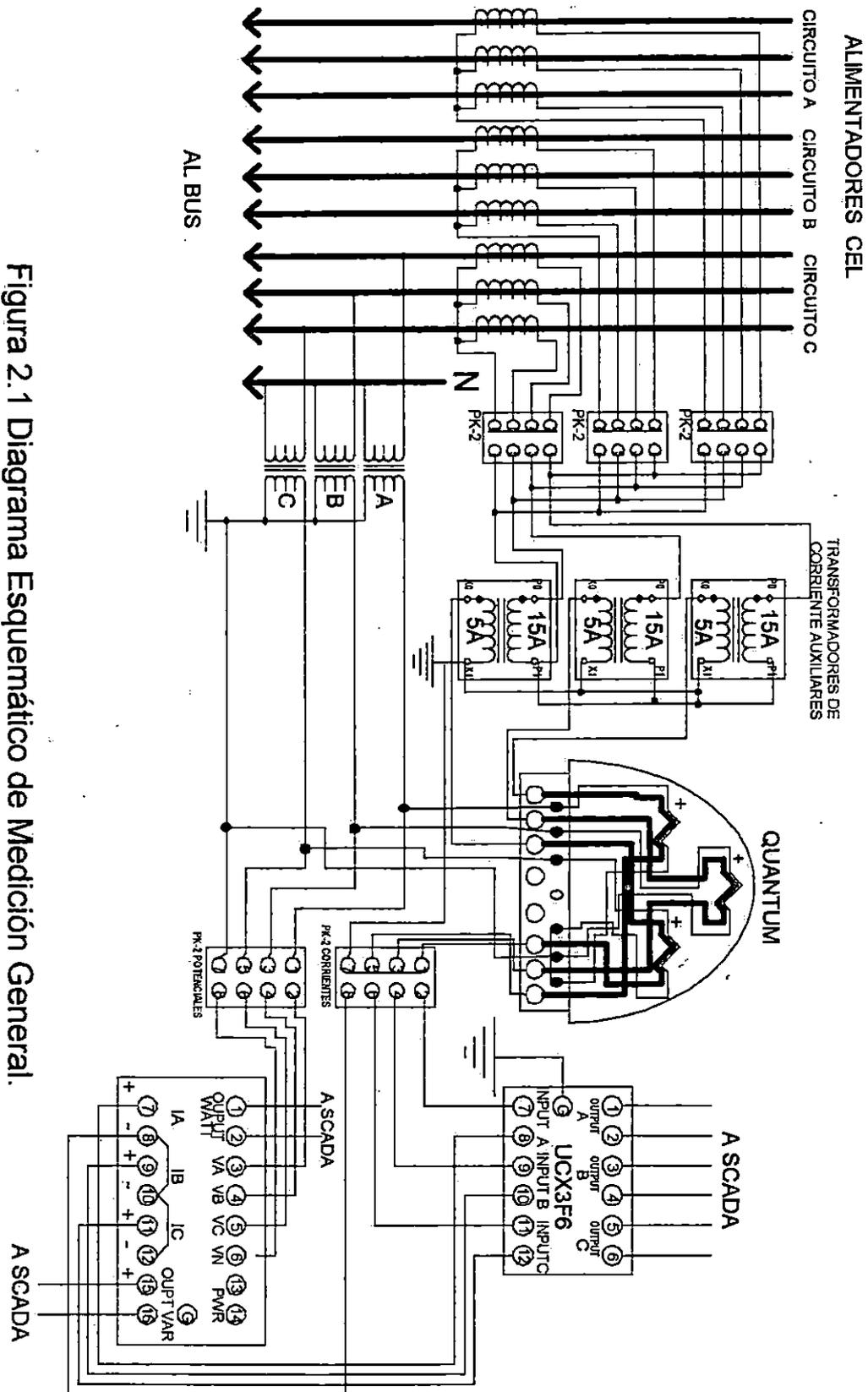


Figura 2.1 Diagrama Esquemático de Medición General.

2.0.4 Diagrama esquemático de medición general

En la figura. 2.1 se muestra un diagrama esquemático de la medición general o puntos de entrega CEL de la subestación agua caliente. En este diagrama se observan tres alimentadores CEL los cuales son integrados por medio de transformadores auxiliares para realizar una sola medición con el medidor electrónico quantum. También se hace uso de transductores de corriente y de potencia para poder realizar la medición por medio del sistema SCADA.

2.1 Sistema de control supervisorio y adquisición de datos (SCADA)

El SCADA es un sistema computarizado a través del cual se realizan funciones tales como: supervisión, control y medición. La supervisión consiste en la revisión de los estados de cada uno de los interruptores de potencia y alarmas proporcionadas por algunos elementos de la subestación.

El control se da con la manipulación de algunos contactos que manejan a los relés de cierre y apertura del interruptor de potencia.

La medición de parámetros eléctricos como: amperaje, voltaje, potencia, energía, etc. Por medio del sistema SCADA, se realiza con la interrogación de dispositivos transductores y medidores colocados en la subestación.

Para que el sistema SCADA se integre es indispensable la interacción de las siguientes partes:

- Estación maestra
- Sistema de comunicaciones
- Estaciones remotas (RTU's)

1. La estación maestra es el centro de acopio de datos provenientes de las unidades remotas, cuya finalidad u objetivo es brindar una herramienta al personal de operación de la red de distribución. Se tienen en ella software especial para la revisión de los diversos parámetros eléctricos de cada circuito; así como también se logra la operación remota de interruptores, recerradores, bancos de capacitores, etc.
 2. El sistema de comunicaciones es el medio por el cual la estación maestra se puede comunicar con las diversas unidades remotas, ubicadas en toda la red de distribución de energía. Para su implementación se tiene radios dedicados a la transmisión de datos, éstos pueden utilizar medios de repetición para un mayor alcance territorial.
 3. Las estaciones remotas (RTU), son una interface entre el punto a controlar y la estación maestra, cada RTU posee un radio para la transferencia de datos.
- A continuación se muestra un diagrama de bloques de un sistema SCADA.

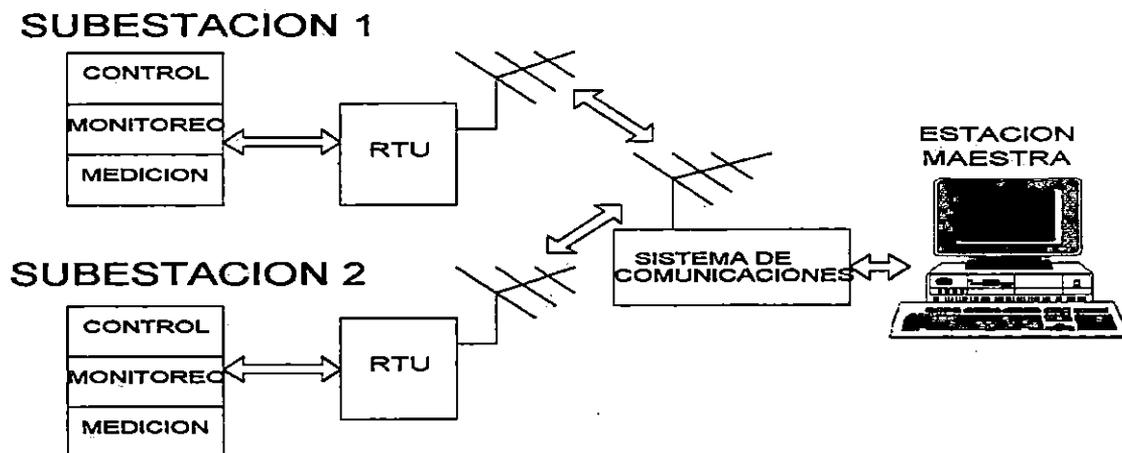


Figura 2.2 Sistema SCADA

2.2 Unidad terminal remota (RTU).

Es una interface por medio de la cual se supervisa, controla y se adquieren las magnitudes de los diferentes parámetros de medición eléctrica.

Esta presenta diferentes puntos de entradas o entradas/salidas a través de los cuales se comunica con el resto de los dispositivos de la subestación como son: Relés, dispositivos de medición, etc. Para llevar a cabo sus diferentes funciones las cuales son: supervisar, controlar y la adquisición de datos.

Es una interface entre el punto a controlar y la estación maestra, cada RTU posee un radio transmisor para la transferencia de datos. Entre los puntos a través de los cuales se comunica la RTU tenemos:

1. Puntos de control momentáneos: sirven para la operación remota de dispositivos eléctricos.
2. Entradas digitales: sirven para censar cambios de estados en los diversos contactos que brindan alarmas en una subestación determinada.
3. Entradas analógicas: estas son las encargadas de transportar las magnitudes eléctricas a la estación maestra, para el caso, amperajes, voltaje, potencia, etc.

2.2.1 Entradas digitales.

La RTU tiene un máximo de 8 entradas digitales, los cuales se pueden expandir a 16. Pueden ser definidas como acumuladores de pulso o como puntos de indicación de estados.

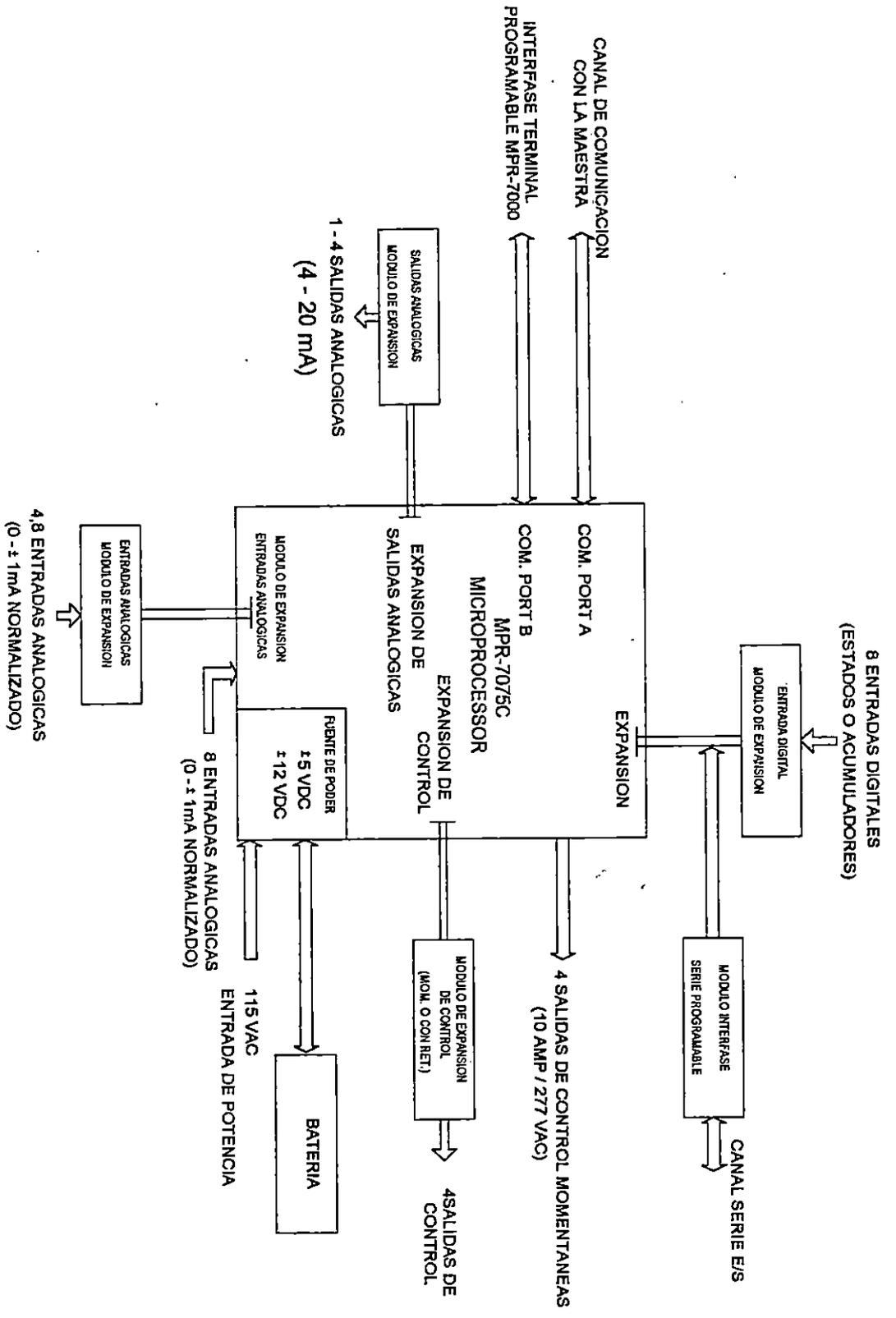


FIGURA 2.3 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA RTU

Cada acumulador de pulso requiere dos entradas digitales consecutivas el primer acumulador usa las dos ultimas entradas digitales (15 y 16 ó 7 y 8).

Las entradas digitales son monitoreadas cada 5 mseg y los estados son almacenados en una memoria FIFO.

Todas las entradas digitales poseen aislamiento óptico.

Las entradas de acumuladores de pulso están diseñadas para contar los pulsos de salida de un dispositivo integrado como por ejemplo un medidor de KWH.

2.2.2 Salidas de control.

Las salidas de control son las encargadas de manejar a los relés de cierre y aperturas de los interruptores de potencia. Consta de 4 salidas de control las cuales se pueden expandir a 8.

Las salidas de control funcionan en una secuencia selección –antes – operación, la cual involucra dos diferentes transmisiones entre la estación maestra y la terminal remota. La primera transmisión es una selección del punto, la segunda transmisión es una ejecución.

La estación maestra verifica la selección y transmite un mensaje de ejecución a la terminal remota. El punto seleccionado es automáticamente cancelado si el mensaje de ejecución no es recibido en 5 segundos.

2.2.3 Entradas analógicas.

La RTU puede ser equipada con un máximo de 16 entradas analógicas. Las 16 entradas analógicas son multiplexadas en un convertidor analógico a digital (ADC).

Estas entradas analógicas son bipolares, las cuales manejan una entrada de corriente de 0 a ± 1 mA.

Las salidas de los transductores de corriente y potencia son llevadas a estas entradas analógicas, para poder monitorear las mediciones a través de la estación maestra

2.2.4 Canal serie entrada/salida.

La RTU puede equiparse con un canal serie para interfase con dispositivos terminales inteligentes. Este canal está completamente bajo el control de un microprocesador independiente, con formatos de datos de

comunicación programable para el protocolo específico del dispositivo electrónico inteligente.

Algunos ejemplos de aplicaciones corrientes en la librería del protocolo ACS son:

1. Unidades de control de transformadores de potencia LTC-4C.
2. Reguladores SIEMENS MJ-3^a
3. Medidores inteligentes Sangamo Quantum Q200/Q300.

2.2.5 Canal de comunicación serie.

Es la interfase de comunicación serie desde y hacia la estación maestra. Todas las funciones de comunicación dentro de la RTU son ejecutadas por un controlador de comunicaciones serie (SCC), el SCC es directamente conectado a una tarjeta modem FSK, los parámetros del modem son programados por el usuario para aceptar una variedad de sistemas de comunicación.

Los mensajes son transmitidos entre la estación maestra y la RTU a una relación de 9600 Bit por segundo (Modem externo). Un transmisor de señal de estado sólido es provisto, así un radio transmisor de audio externo puede ser conectado a la RTU. Los canales de radio requieren una estrecha banda de audio CCITT V.23 modo 1 (1300- 1700HZ) generalmente la ideal. Modo 2 (1300-2100HZ) o (1200-2200HZ) son generalmente ocupados en toda la banda.

La interface digital RS-232 para modem externo o radios son útiles cuando la relación de baudios está debajo de 1200 bps del deseado. Esta interfase satisface la norma ANSI C37.90(a).

2.2.6 Estructura de los mensajes entre la estación maestra y la RTU.

Los mensajes transmitidos entre las unidades terminales remotas (RTU's) y la maestra inician con un "start of packet" (sop). Dos diferentes sop son usados para indicar la dirección de mensaje.

Mensaje de la maestra a la RTU.

\$ Mensaje de la RTU a la Maestra.

Los mensajes transmitidos por la maestra tienen la siguiente estructura:

#[address][FC][Pn][data field][crc]cr

- Address: Dirección de la RTU, el bit 15 indica la dirección del mensaje "1" para mensaje de la maestra a la RTU, y "0" para los mensajes de la RTU a la maestra.
- FC : Función código.
- Pn : Byte parámetro.

- Data field: Campo de datos de longitud variable. El significado y formato dependen del tipo y dirección del mensaje.
- Crc :El crc es calculado en todos los bytes del mensaje.
- Cr : Final de mensaje.

Secuencia de mensajes. Cuatro, dos y una secuencia de mensajes son usados para la comunicación entre la RTU y la estación maestra .

Todas las secuencias de mensajes comienzan con una transmisión de la estación maestra.

- La secuencia de cuatro mensajes, requiere la transmisión de cuatro mensajes diferentes entre la estación maestra y una RTU en orden para ejecutar una función. Este tipo de secuencia es usado para dispositivos de control y para transmitir datos para la RTU.

El primer mensaje es de selección de la estación maestra a la RTU.

El segundo es de verificación de la RTU a la maestra, confirmando la selección, si la verificación iguala al mensaje de selección la maestra emite un segundo mensaje de ejecución. Si la ejecución es valida, la RTU ejecuta la operación especificada y retorna un mensaje de confirmación a la estación maestra.

- Una secuencia de dos mensajes entre la estación maestra y la RTU es usada para recuperar datos de la RTU. La transmisión inicial de la estación maestra es de peticiones de datos de la RTU. La RTU responde enviando los datos requeridos.
- Secuencia de un mensaje. Este envuelve solamente una transmisión de la estación maestra a la RTU, este es usado para selección de tiempo y acumuladores congelados. La secuencia de un solo mensaje usa una dirección " All station " que habilita la maestra para comunicarse con todas las RTU's usando un solo mensaje.

2.3 Medidor electrónico Quantum

El medidor quantum es un medidor multifuncional electrónico de estado sólido. Proporciona mayor flexibilidad, la mayoría de las características de operación son programables a través de un software adecuado.

El medidor puede ser programado para desplegar hasta 32 parámetros seleccionados en el presentador de cristal liquido (LCD). El medidor puede programarse usando un software schlunberger y una PC IBM compatible. El medidor puede programarse remotamente o usando una conexión directa.

El medidor posee un diseño completamente modular. Un modulo es un circuito impreso con una función específica. Cada modulo tiene una posición específica en el medidor. El medidor quantum contiene normalmente los siguientes módulos: Modulo de transformadores, modulo fuente de potencia, modulo convertidor de analógico a digital (ADC), modulo procesador de registro,

modulo de presentación y modulo de entrada/salida (normalizado para la series Q200 y Q300).

Al medidor se le pueden agregar módulos opcionales para intervalos de almacenamiento, interrogación remota y salidas de pulsos KYZ. Los módulos adicionales son: Modulo memoria masiva y reloj de tiempo real, modulo de entrada/salida KYZ (Opcional para la serie Q101), modulo modem y modulo QDIF.

2.3.1 Modulo de transformadores

Este modulo contiene transformadores de precisión de voltaje y corriente. Estos transformadores de voltaje y corriente disminuye los niveles a los que pueden ser usados por el medidor en el circuito de medición.

Este modulo también contiene un transformador de potencia con el cual alimenta él modulo fuente de potencia y sincroniza el reloj de tiempo real (RTC) a la frecuencia de línea.

2.3.2 Modulo fuente de potencia

Este modulo recibe los 36 voltios de corriente alterna de salida del transformador de potencia y produce tres voltajes regulados para la operación del medidor electrónico.

+5 Voltios DC a 0.2 amperios

+15 Voltios DC a 0.25 amperios

-15 Voltios DC a 0.05 amperios

Este modulo produce una señal de precaución de falla de potencia (WARN) para él modulo procesador de registro. Si él modulo procesador de registro recibe esta señal este guarda el programa y el registro de información de datos en memoria no volátil. El modulo fuente de potencia también produce una señal de reinicio (RES) para todos los módulos del medidor.

2.3.3 Modulo convertidor analógico a digital (ADC)

Un circuito integrado de arreglo de compuertas localizado en el modulo ADC hace el trabajo de 25 circuitos integrados normales. Este circuito integrado controla el proceso de conversión de analógica a digital y la interface con los dos microprocesadores en el medidor.

Este modulo controla todas las funciones de medición en el medidor. Este incluye muestreo de voltaje y formas de onda de corriente, cálculos de watt y var instantáneos y sincronización de transferencia de datos al microprocesador de registro.

El microprocesador de registro usa los valores instantáneos calculados por el microprocesador ADC para seguir calculando valores instantáneos y todos los valores de demanda y energía.

El convertido A/D tiene una aproximación sucesiva de 12 bit y tiene un rango de entrada de -5.039 voltios a $+5.039$ voltios.

La relación de muestreo corresponde a 29.95839 grados y mantiene la misma para cualquier frecuencia de línea entre el rango de 40 a 72 hz.

2.3.4 Modulo procesador de registro

El modulo ADC y el procesador de registro, controlan las funciones más críticas del medidor quantum. El modulo ADC controla las operaciones de entrada, muestreo y conversión analógica a digital, mientras que el modulo procesador de registro controla el resto del medidor, este incluye la memoria direccionable, el presentador y los cuatro módulos opcionales.

El modulo procesador de registro recibe datos de fase watt, vars, voltios cuadrados, amperios cuadrados, y los datos de registro instantáneos, datos de demanda y energía. Hasta 32 valores pueden ser calculados y desplegados. El microprocesador de registro, un 68HC11 CMOS, controla la tarjeta de registro. Este procesador, mientras calcula los datos del registro para el presentador, también puede enviar la información a un puerto RS232, modulo QDIF, modem interno, salidas KYZ y a 16 canales de memoria interna.

Todos los datos de registros están guardados en memoria no volátil durante falta de energía.

2.3.5 Modulo de presentación

El modulo de presentación es la interface visible entre el registro de datos internos y el lector del medidor. Datos de registros, identificación, códigos, anunciadores, indicación de pruebas de campo, indicadores de voltaje de fase activa, e indicadores de magnitudes relativas de watt y var son visibles en un presentador de cristal líquido en dos líneas por 16 caracteres.

2.3.6 Modulo memoria masiva y reloj de tiempo real

Este modulo es opcional, actúa como un registrador en tarjeta de abordo. El modulo de la memoria masiva es necesario para el registro de datos por intervalos, presentadores de tiempo de uso (disponible en medidores de la serie Q101), el congelamiento de registros o cualquier otra opción que necesita el reloj. Los nuevos módulos de memoria masiva tienen 64 Kbytes de RAM CMOS para un máximo de 16 canales de registro de datos de intervalos. Los módulos viejos de memoria masiva tienen 40 Kbytes de RAM CMOS para 8 canales de almacenamiento de datos de intervalos. El modulo de memoria masiva contiene un reloj de tiempo real y una batería de 3 voltios.

El reloj de tiempo real, el cual provee el marcador de tiempo para los datos de intervalos, tiempo de uso, congelamiento de registros y las opciones de modem, puede ser programado para sincronizarse con la frecuencia de línea o con un oscilador de cristal interno.

2.3.7 Modulo entrada/salida

El modulo de entrada/salida KYZ proporcionan 4 salidas de pulsos KYZ (3 hilos) de la forma C para registros de datos externos.

Una salida adicional de dos hilos se provee para sincronización de intervalos de demanda o congelamiento de registros externos.

Con la sincronización de intervalos de demanda, los intervalos de demanda de dos o más medidores quantum pueden ser sincronizados. Un medidor se programa como maestro y el otro como esclavo. Cuando el maestro comienza el intervalo de demanda, este envía un pulso al esclavo, indicándole a este que también comience el intervalo de demanda. Si se programa para el congelamiento de registros externos, un pulso puede ser recibido por el medidor para iniciar el congelamiento del registro. El modulo KYZ de entrada/salida es un modulo normalizado con todos los medidores de la serie Q200 y Q300. Es opcional para los medidores de la serie Q101.

2.3.8 Modulo modem

El modulo modem es opcional y permite una interrogación remota del medidor a través de líneas telefónicas. Contiene un modem de circuito integrado fairchild UA2112A de 300/1200 bps.

Las características normalizadas en los módulos modem incluyen:

Detección de auricular levantado. Si es programado para detección de auricular levantado el medidor libera la línea telefónica cuando se levanta el auricular de una extensión telefónica. Se incluye un adaptador RJ31X para esta aplicación.

Cadena de margarita. Dos o más medidores pueden compartir una sola línea telefónica.

Ventanas de llamada. El medidor puede ser programado para responder el teléfono solamente para ciertos periodos de tiempo durante el día.

Otras características. El modulo modem provee marcado por pulso para el discado, llamadas a casa en ciertos estados, circuiteria de detección de timbre y una relación de baudios de 300 o 1200 bps. El medidor puede ser programado para tardarse un cierto número de segundos antes de responder.

2.3.9 Modulo QDIF

El modulo QDIF tiene dos puertos serie. Este tiene la habilidad para proporcionar acceso simultáneo al medidor quantum a través de cada puerto. Cada puerto tiene la habilidad para comunicarse usando protocolos de comunicación Schlumberger SCS, QDIP o emulador VT100. Este modulo se comunica internamente con el procesador de registro a 9600 baudios. La QDIF cargará datos dinámicos que incluyen estados de fase activa, tiempo real y registro de dato, del modulo procesador del registro al final de la página una por segundo. La QDIF cargará la página base del registro completo durante 30 segundos.

La interface digital QDIF a sido desarrollada para proveer un enlace de datos para los sistemas SCADA/EMS a través de las RTU's, y para sistemas de datos de tiempo real donde frecuentemente se requiere acceso oportuno a los datos de la medición. Por esta razón la QDIF conserva una copia local de la página del medidor en su propia memoria, de acceso fácil y rápido a los datos del medidor a la estación maestra o las RTU's, usando los protocolos QDIP o SCS.

La configuración del protocolo no es necesaria es suficientemente inteligente para determinar el protocolo en uso.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO II

- Con el sistema actual de medición que se tiene en las subestaciones es posible su implementación para automatizar las mediciones.
- El sistema de control supervisorio y adquisición de datos SCADA, es uno de los sistemas más avanzados con los que cuenta CAESS permitiendo la integración de dispositivos inteligentes para poder tener un mejor control de los sistemas de distribución de energía eléctrica.
- Es factible la interrogación remota del medidor electrónico quantum a través de las RTU's. Por medio del modulo QDIF del medidor es posible la integración de este a través del sistema SCADA y obtener las mediciones en tiempo real.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Advanced Control Systems
Manual de la RTU MPR-7075C

Quantum
Multifunction Meter
Hardware instruction manual
16.10 effective November 1993

CAPITULO

III

PROPUESTAS DE SOLUCION PARA LA INTEGRACION DEL MEDIDOR ELECTRONICO QUANTUM AL SISTEMA SCADA.

Introducción.

En el presente capítulo se desarrollan dos propuestas de solución para la integración del medidor electrónico quantum al sistema SCADA. Cabe mencionar que la más idónea es la primera propuesta debido a que se cuenta con la mayor cantidad de equipo que se utilizará para la implementación y el medio por el cual se transporta la información. Pueden desarrollarse otras alternativas de solución, pero solamente hemos considerado dos ya que las otras vienen siendo similares a las que se han planteado y hasta podrían ser de mayor costo económico.

3.0 Primera propuesta de Solución para la integración del medidor electrónico Quantum al sistema SCADA.

Esta propuesta es desarrollada en base a la utilización de la unidad terminal remota (RTU), a través de la cual se logra establecer comunicación entre el medidor electrónico Quantum y la estación maestra.

Ya que el medidor quantum es un medidor multifuncional electrónico de estado sólido y valiéndonos de su diseño completamente modular se facilita su integración o comunicación con otros dispositivos.

En el planteamiento de esta solución el modulo QDIF del medidor quantum se convierte en la interfase más idónea para dicha solución, ya que la interfase digital QDIF ha sido desarrollada para proveer una transmisión de datos para los sistemas SCADA/EMS a través de la RTU's.

También se sugieren los equipos necesarios para llevar a cabo dicha propuesta. Además se detallan los parámetros de configuración por hardware y comandos de programación del módulo QDIF del medidor electrónico Quantum y parámetros de configuración de la interfase serie programable (PSI) de la RTU.

DIAGRAMA DE BLOQUE PARA LA INTEGRACION DEL MEDIDOR ELECTRONICO QUANTUM AL SISTEMA SCADA.

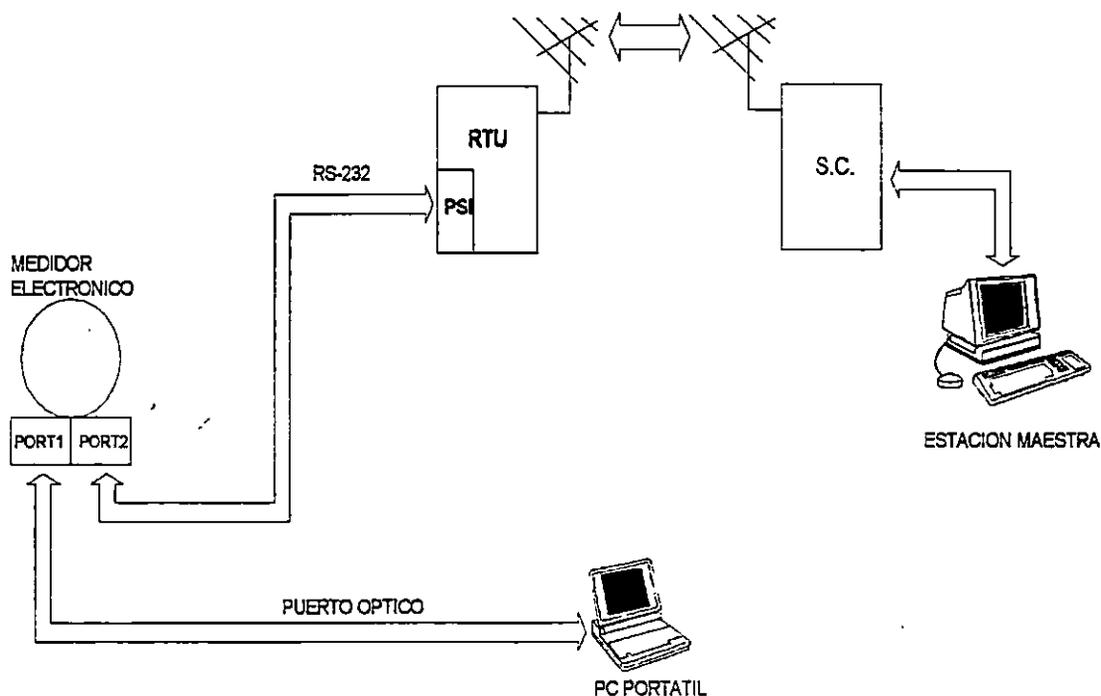


Figura 3.1 Diagrama de bloques para la integración del medidor Quantum

3.0.1 Equipo a utilizar para la integración del medidor electrónico quantum.

A continuación se detallan los equipos necesarios para la integración del medidor electrónico quantum de la serie Q200/300 al sistema SCADA.

- Medidor electrónico quantum series Q200/300
- QDIF Module Retrofit Kit
 - Incluye : Modulo QDIF, cable interno RS-232, cable interno DB-25, cable interno para puerto óptico , cable interno DB-9 y el cable para unir el modulo QDIF con el procesador de registro.
- 2 conectores DB-25
- Cable UTP con blindaje
- Cable para puerto óptico entre PC y medidor
- Conector óptico
- PC portátil IBM o compatible.
- Módulo PSI de la RTU.

3.0.2 Software necesario para la programación del medidor y la RTU

- Hiperterminal de windows 95
- Minimaster versión 5.2
- Programa de comunicación de la RTU.

3.0.3 Configuración por hardware de la QDIF del medidor Quantum

El modulo QDIF 4 hilos tiene dos interruptores, S1 y S2. Estos son usados para seleccionar las opciones del puerto de comunicación.

Son cuatro posibles opciones para configurar el puerto 1 y puerto 2. Estas combinaciones son las siguientes.

Opción 1 : puerto 1= módem	puerto 2= RS-232
Opción 2 : puerto 1= módem	puerto 2= óptico
Opción 3 : puerto 1= RS-232	puerto 2= RS-232
Opción 4 : puerto 1= RS-232	puerto 2= óptico

Para la propuesta de solución que incluye la conexión del medidor electrónico a la RTU la opción cuatro es la mas conveniente y para ello se deben de realizar los siguientes pasos :

1. El puerto 1 se tiene que configurar para una interfase serie RS-232 y el interruptor S1 es usado para seleccionar la salida del puerto 1. La interfase serie RS-232 se selecciona por los microinterruptores S1/A y S1/B en la posición baja. Las opciones de la interfase son claramente marcadas en el modulo. La relación de baudios es programada por el puerto de mantenimiento. Tanto el puerto 1 como el puerto 2 pueden ser programados como el puerto de mantenimiento.
2. El puerto 2 se configurará como un puerto de interfase óptico. El interruptor S2 es usado para seleccionar la salida del puerto 2 y se selecciona por los microinterruptores S2/A y S2/B ambos en la posición baja. Las opciones de la interfase son claramente marcadas en el modulo. El microinterruptor S2/C es usado para poner el módulo en modo default. Pondremos este microinterruptor en la posición alta para deshabilitar el modo default.

3.0.4 Instalación del módulo QDIF.

Es necesario retirar la alimentación al medidor antes de manipularlo. El medidor se puede dañar si las conexiones internas son hechas o si el modulo es retirado o instalado mientras se le aplica energía.

El modulo QDIF se conecta al modulo procesador de registro a través del conector J1.

El conector J2 es usado para la interfase serie RS-232 y es conectado al conector DB-25. Este conector tiene los siguientes pines de salida para el puerto 1.

J2-1	TXD1	DB-25 pin 21
J2-2	RXD1	DB-25 pin 22
J2-3	RTS1	DB-25 pin 23
J2-4	No conexión	
J2-5	KEY	
J2-6	DCD1	DB-25 pin 25
J2-7	GND1	DB-25 pin 13

El conector J5 es la interfase del puerto óptico para el puerto 2. J5 es un conector macho de 5 pines. El pin más a la derecha ha sido retirado. El conector hembra de 5 pines viene del puerto óptico del medidor y se aparea al conector J5 para usar el puerto óptico.

3.0.5 Programación por software de la QDIF.

Esta se hace a través del puerto de mantenimiento (puerto óptico).

El software de mantenimiento de la QDIF puede usarse para hacer ajustes al modulo QDIF, incluyendo las opciones de módem y códigos de seguridad. Usando una terminal compatible VT100 (Hiperterminal de windows 95), las conexiones de software para el modulo QDIF como la relación de baudios. Una PC IBM o compatible puede usarse. Después que se hace la conexión del cable, hay que inicializar el software de mantenimiento presionando la tecla de escape (ESC) tres veces. Posteriormente darle entrada a la palabra de acceso (password)

Enter password : RD

RD deben ser letras mayúsculas. Otros password no son admitidos.

El siguiente prompt es visto :

>

Comandos de la QDIF

Otras tareas son también útiles como el uso del prompt, tipo HELP para el prompt QDIF. Para desplegar y utilizar los comandos. La lista de comandos desplegados es :

ACCESS	EXIT	PORT
ADDRESS	INT	SECURITY
BAUD	STATUS	MEMORY address address
BP address address	MODEM	TIMING
DCD	PASSWORD	VERSION

DIAL

A continuación son discutidos estos comandos

Relación de baudios para los puertos de comunicación 1 y 2.

1. Usar el prompt tipo :
BAUD
2. Presione la tecla enter. La interfase de mantenimiento presenta el prompt
>comm port 1= 1200 (300,600,1200,2400,4800,9600)>
1200 es la relación de baudios presente programada en la QDIF.
3. Presione la tecla enter para confirmar 1200 como la relación de baudios u otra relación de baudios de la lista de relaciones válidas y presione nuevamente la tecla enter. Para el caso se dejará 1200 ya que la relación de baudios de la RTU es de 1200 bps.
>comm port 2= 9600 (300,600,1200,2400,4800,9600)>
9600 es la relación de baudios por default del puerto 2.
4. Presione la tecla enter para permitir la relación de baudios inalterada de 9600, u otra relación de baudios de la lista de relaciones válidas, y presione la tecla enter. Se dejará la relación más alta de 9600 ya que este puerto se usará para comunicarse con la computadora portátil y podría comunicarse a relaciones mayores si se tuvieran .sin ningún problema

Código de seguridad (medidor)

La QDIF y el módulo procesador de registro tienen el mismo código de seguridad. La única vía para leer los datos de la página base de un medidor Quantum está asociada con la QDIF. El propósito de el código de seguridad, por esta razón es proteger el acceso al medidor Quantum. Este comando cambia el código de seguridad de la QDIF únicamente, tiene 8 bytes de longitud y presentados en notación ASCII.

1. Usar el prompt tipo :
SECURITY
2. La interfase de mantenimiento presenta el prompt :
security code = xxxxxxxx (ASCII) >
3. Presione la tecla enter para confirmar el código de seguridad u otro tipo válido en el código de seguridad ASCII y presione enter.

Parámetros de sincronización RS-232.

El propósito de los parámetros de sincronización es para permitir la flexibilidad de uso con relación a las características de sincronismo del puerto 1 y 2.

1. Usar el prompt tipo :
TIMING
2. Presione la tecla enter. El próximo prompt es :
comm port 1 RTS to enable TX time =25 (0-100 mseg) >

3. Presione la tecla enter para confirmar este parámetro a 25 mseg u otro tiempo de 0 a 100 mseg, presionando luego la tecla enter. El próximo prompt es :
comm port 1 RTS after last TX time = 15 (0-100mseg) >
 4. Presione la tecla enter para confirmar este parámetro a 15 mseg u otro tiempo de 0 a 100 mseg, presionando a continuación enter. El próximo prompt es :
comm port 1 DCD to enable RX time = 0 (0-100 mseg) >
 5. Presione la tecla enter para confirmar este parámetro a 0 mseg. u otro tiempo de 0 a 100 mseg, presionando a continuación enter. El próximo prompt es :
comm port 2 RTS to enable TX time = 0 (0-100 mseg) >.
 6. Presione la tecla enter para confirmar este parámetro de 0 mseg u otro tiempo de 0 a 100 mseg, presionando enter. El próximo prompt es :
comm port 2 RTS after last TX time = 0 (0-100 mseg)>.
 7. Presione la tecla enter para confirmar este parámetro de 0 mseg u otro tiempo de 0 a 100 mseg, presionando luego la tecla enter. El próximo prompt es :
> comm port 2 DCD to enable RX time = 0 (0-100 mseg) >
 8. Presione la tecla enter para confirmar este parámetro de 0 mseg u otro tiempo de 0 a 100 mseg, presionando a continuación enter.
- Nota : Si DCD está habilitado en un puerto, el DCD para habilitar el tiempo de RX debe seleccionarse un valor no cero para el puerto.

Dirección QDIF (QDIP)

1. Usar el prompt tipo :
ADDRESS
2. Presione la tecla enter. El próximo prompt es
>address = X000A >
3. Presione la tecla enter para confirmar esta dirección o un nuevo número hexadecimal válido y presione la tecla enter. La dirección por default es X01. La nueva dirección es guardada en la EPROM y podría pasar al nuevo estado de dirección con el próximo reinicio de la QDIF. Los valores de dirección válidos son de 1 a 255.

Habilitación y deshabilitación DCD.

El propósito de habilitar y deshabilitar DCD es para deshabilitar o habilitar el uso DCD en el puerto 1 y 2.

1. Usar el prompt tipo :
DCD
2. Presione la tecla enter, el próximo prompt es :
>comm port 1 DCD enable E (E para habilitar, D para deshabilitar) >
donde DCD está habilitado de ante mano.
3. Elegir las opciones :

Para dejar habilitado DCD, presione enter para confirmar o digite E seguida por enter. Es necesario deshabilitar DCD, ya que no será usada en la comunicación entre la RTU y el medidor. Para deshabilitar DCD digite D y presione la tecla enter. Este selecciona la habilitación por default, la

deshabilitación DCD se activa en la próxima reinicialización de la QDIF. EL uso es ahora con prompted :
comm port 2 DCD enable D (E para habilitar D para deshabilitar) >
donde DCD está deshabilitado de ante mano.

4. Elegir las opciones :

Para dejar habilitado DCD presione la tecla enter para confirmarlo o digite E seguida por Enter.

Para deshabilitar DCD digite D y presione la tecla enter.

Este selecciona la habilitación por default, la deshabilitación DCD se activa en la próxima reinicialización de la QDIF

Intervalo de cargado de la página base.

El uso puede alterar el intervalo de cargado de la página base QDIF. Por default es 30 seg.

1. Usar el prompt tipo :

INT

2. Presione la tecla enter el próximo prompt es :

>BP upload interval =30 (30 a 60 seg) >

3. Presione la tecla enter para dejar el intervalo de interrogación de 30 seg.

Para cambiarlo, digite un múltiplo de 5 de 30 a 60 y presione enter.

Palabra de acceso al modo de mantenimiento.

El propósito de este comando es cambiar la palabra de acceso de la interfase de mantenimiento. La palabra de acceso por default es RD.

1. Usar el prompt tipo :

PASSWORD

2. Presione la tecla enter el próximo prompt es :

Enter new password >

3. Digite el nuevo password y presione la tecla enter. Otra vez el sistema presenta el prompt

Enter new password >

4. De nuevo, digite la misma palabra de acceso y presione la tecla enter.

Selección del puerto de mantenimiento.

Use estas instrucciones para seleccionar el puerto de mantenimiento. Solamente un puerto puede ser de mantenimiento por default es el puerto 2.

1. Use el prompt tipo :

PORT

2. Presione la tecla enter el próximo prompt es :

> maintenance port comm port = 2 >

3. Presione la tecla enter para permitir el acceso de mantenimiento con el puerto 2.

Nivel de acceso a los puertos de comunicación 1 y 2.

Admitir la programación de la QDIF y los protocolos SCS de cada puerto como uno de las siguientes opciones :

- Lectura solamente
- Lectura y congelamiento
- Lectura, escritura y congelamiento

A continuación se definen cada una de estas opciones.

- Lectura solamente : el puerto no permitirá programación o descargar cualquier dato de la QDIF o del modulo procesador de registro. También el puerto no permitirá un comando de congelamiento para ser descargado. Si solamente un puerto es configurado con esta opción y el otro es configurado con cualquiera de las otras dos opciones, los datos congelados están guardados en una copia única, ambos puertos tienen acceso a esta copia.
- Lectura y congelamiento : el puerto no permitirá programación o descargar cualquier dato de la QDIF o del modulo procesador de registro. Pero el puerto admitirá un comando congelado para ser descargado. Si ambos puertos son configurados en esta opción, cada puerto manda a guardar copias separadas de los datos congelados. Cada puerto tiene acceso sola mente a su propia copia del registro congelado.
- Lectura, escritura y congelamiento : estos puertos permitirán acceso normal a la tarjeta QDIF. Si ambos puertos son seleccionados en esta opción, cada puerto guarda sus propias copias separadas de los datos congelados. Cada puerto admite solamente tener acceso a su propia copia de sus datos congelados.

Elegiremos esta opción para ambos puertos.

1. Para especificar el nivel de acceso use el prompt tipo :
ACCESS
2. Presione la tecla enter. El próximo prompt es :
>COMM PORT 1 READ, FREEZE AND WRITE
>(1 READ ONLY, 2 READ AND FREEZE, 3 READ WRITE AND FREEZE) >
3. Digite 1, 2, o 3 y presione la tecla enter. Este selecciona el nivel de acceso del puerto 1. El próximo prompt es :
>COMM PORT 2 READ, FREEZE AND WRITE
>(1 READ ONLY, 2 READ AND FREEZE, 3 READ WRITE AND FREEZE) >
4. Digite 1, 2 o 3 y presione la tecla enter. Este selecciona el nivel de acceso al puerto 2 para la próxima reinicialización de la QDIF.

3.0.6 Parámetros de configuración de la interfase serie programable (PSI)

Dado que cada medidor puede contener puntos que varían en número y tipo, igualmente requieren ser configurados.

La interfase serie programable (PSI) puede autoconfigurarse por sí misma para el número de puntos que son directamente conectados. Sin embargo muchos dispositivos son conectados vía interfase QDIF lo cual se hace necesario realizar la configuración de estos dispositivos que no son conectados directamente a la PSI.

La PSI puede ser configurada haciendo uso del menú principal de la unidad terminal remota RTU, seleccionando la opción F-PSI : QUANTUM.

A continuación se verá el menú de los medidores de las series Q200/Q300 :

PSI MENU

1. TITLE
2. VIEW/CHANGE PSI PARAMETERS
3. VIEW/CHANGE DEVICE PARAMETERS
4. INITIALIZE PSI DEVICE TABLE.

Seleccione la opción 3 : VIEW/CHANGE DEVICE PARAMETERS

Se presenta la siguiente pantalla :

DEVICE PARAMETERS

1. VIEW DEVICE PARAMETERS
2. SELECT DEVICE (FOR OPERATIONS BELOW)
3. REMOVE DEVICE
4. CHANGE/SET DEVICE PARAMETERS
5. STATUS POINT
6. ADD DEVICE

Inicialmente no se puede habilitar la opción 3, 4 y 5 del menú, utilizar la opción 2 de la selección de dispositivos.

Con la opción 2 no se puede trabajar o entrar a los dispositivos que ya están configurados.

El método recomendado para configurar el sistema es el siguiente :

1. Seleccionar la opción 6 (ADD DEVICE) desde el menú de la RTU y agregar cada medidor, para nuestro caso solo es un medidor a la configuración de la PSI.

Después seleccionar la siguiente opción del menú :

SELECT DEVICE TYPE

1. Q200 SERIES.
2. Seleccione la opción 1 para agregar el medidor y continúe agregando los dispositivos utilizando la configuración de la PSI de acuerdo con la configuración actual del sistema.
3. Una vez que todos los dispositivos han sido agregados a la configuración de la PSI, retornar al menú principal digitando "M".

4. Seleccionar la opción 5 (STATUS POINTS) para ver el nombre y el orden de cada uno de los 8 bits de estado, los cuales retornan a la estación maestra.
Se verá el siguiente menú :
Q200 SERIES STATUS POINTS
METER RECONFIGURED *IS* SENT TO HOST.
Se puede proceder al siguiente punto presionando la tecla (-).
Para ver el punto previo usar la tecla (+).
Se retorna con (M).

A continuación se presentan puntos de estados para un medidor como un ejemplo :

1. Meter Reconfigured
2. Malfuntion
3. Phase A current present
4. Phase B current present
5. Phase C current present
6. Phase A Potencial present
7. Phase B Potencial present
8. Phase C Potencial present

El punto de estado 1 (meter reconfigured) es enviado cuando uno de los medidores instalados a la PSI no ha sido configurado o la PSI detecta una configuración desequilibrada entre la configuración del medidor y la configuración del medidor actual.

Para reconfigurar el medidor usar la opción 4 (change/set device parameter).

El punto de estado 2 (malfuntion) es enviado cuando la PSI detecta una o más de las siguientes condiciones de error en el medidor :

NVRAMRAM
NVRAMROM
SYSTEM RAM
MICROPROCESSOR RAM
MASS MEMORY PARAMETERS
BATERY CONDITION
LOSS OF SYNC.

La PSI contiene puntos de estado para cada dispositivo unido a la PSI con los cuales se indica cuando los dispositivos se están comunicando o no están comunicando. Estos bits de estados son retornados en una serie de bytes.

5. Seleccionar la opción 4 (change/set parameters) por medio de esta opción la PSI lee la configuración del medidor seleccionado, pudiendo recolectar acumuladores y datos analógicos de el medidor. El medidor debe conectarse a la PSI para que ésta lea la configuración.

Si el medidor no esta conectado la PSI no nos permite entrar en el submenu.

6. Una vez la PSI lee la configuración se verá el siguiente menú :

SET DEVICE PARAMETERS
1. REREAD METER CONFIGURATION

- 2. SCALE ANALOGS
- 3. SCALE ACCUMULATORS

Si el medidor ha sido reconfigurado por alguna razón la opción 1 (REREAD METER CONFIGURATION) leerá la nueva configuración del medidor.

3.0.7 Asignación de los puntos de datos en la RTU.

Cuando la estación maestra interroga a la RTU por los puntos de datos, la RTU primeramente proporciona los puntos de datos discretos que están conectados directamente a ella. Luego esta proporciona los puntos para los dispositivos físicos que son conectados directamente a la PSI. Finalmente la RTU proporciona los puntos de los dispositivos unidos a la PSI. El orden de transmisión de los puntos de datos de la RTU se muestran a continuación.

<u>Orden de transmisión</u>	<u>Envío de puntos de datos de RTU a la maestra</u>
1	puntos de la RTU (puntos discretos directamente conectados)
2	puntos PSI (dispositivos conectados directamente del canal de estados)
3	Puntos del dispositivo 1 (dispositivo unido)
4	Puntos del dispositivo 2 (dispositivo unido)
.	.
.	.
N	Puntos del dispositivo N (dispositivo unido)

Lo anterior muestra el orden de transmisión de los puntos de datos de la RTU a la estación maestra. Este orden se aplica a todo tipo de punto. Por ejemplo primeramente son transmitidos los puntos de estado físicamente alambrados a la RTU, seguidos por los puntos de estado generados por la PSI (es decir, estados del canal de comunicaciones de cada dispositivo instalado), seguido por los puntos de estado de cada dispositivo unido.

Un número de puntos limitados de cada tipo existen en cada RTU. Sin embargo la PSI es parte de la RTU, esta también obedece a estos límites. Una RTU contiene hasta 256 puntos de estado, 256 puntos analógicos (255 máximos de la PSI) y 256 puntos acumuladores.

Si la RTU no contiene puntos propios (por ejemplo, un módulo PSI o PCI instalado en la RTU en el alojamiento del modulo enterada/salida), los puntos

son completamente localizados en la PSI. Si la RTU contiene puntos discretos alambrados físicamente, el número de puntos discretos están separados del número máximo de puntos para la PSI.

Sin embargo cada dispositivo unido tiene un gran número de puntos, esto es importante para limitar el número de puntos máximos que pueden ser transmitidos por la RTU. Por esta razón, se requiere la misma configuración. La RTU automáticamente reconoce el número de módulos de entrada/salida unidos a ella por los puntos de alambrado discretos. La RTU envía estos puntos a la estación maestra. Estos son enviados como cualquier punto PSI y la RTU ignora todos los puntos que excedan el máximo número permisible.

3.0.8 Descripción de los pines de la PSI

A continuación se describen cada uno de los pines de la interfase serie RS-232 de la RTU :

J1-1	Chasis
J1-2	TXD
J1-3	RXD
J1-4	RTS
J1-5	CTS
J1-7	GND
J1-25	+ 12 v

Notas :

- Para que estas señales sean compatibles con el medidor Quantum es necesario cortocircuitar J1-4 (RTS) y J1-5 (CTS).
- Los pines J1-1 (chasis) y J1-25 (+ 12 v) no tienen que conectarse con el medidor.
- Tomar en cuenta que cada una de las señales de los pines de la PSI deben corresponder o coincidir con las señales del DB-25 de el medidor respectivamente.

3.1 Segunda propuesta de solución para la integración del medidor electrónico Quantum al sistema SCADA.

Esta propuesta es desarrollada en base a la utilización del módulo modem del medidor electrónico quantum para establecer comunicación con la estación maestra a través de líneas telefónicas. La línea telefónica puede ser exclusiva o compartida con una extensión telefónica.

Además se tiene la opción de poder conectar hasta un máximo de 6 medidores en cadena margarita a una misma línea telefónica.

Esta propuesta de solución va enfocada para ser utilizada en las mediciones industriales, es decir en aquellos lugares que se carece de unidades terminales remotas (RTU's) y están accesibles las líneas telefónicas, facilitando de esta manera la adquisición de datos.

También se sugieren los equipos necesarios para llevar a cabo dicha propuesta.

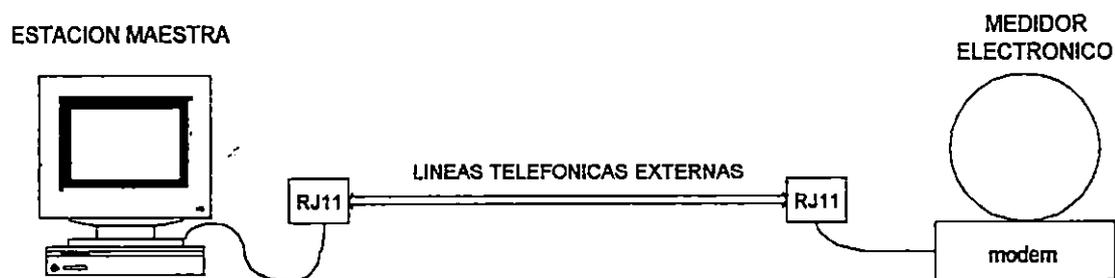


Figura 3.2 Interrogación Remota a través de líneas telefónicas.

3.1.1 Equipo a utilizar

El siguiente equipo especificado es para la utilización de un solo medidor.

Estación maestra (Computadora IBM PC, Monitor a color, Modem Hayes Smartmodem 1200 "externo" o Smartmodem 1200B "interno", impresor Epson u Okidata, Memoria RAM de 16 Mbytes, Disco Duro de 2.1 Gbytes, sistema Operativo DOS)

Medidor electrónico quantum serie Q200/300

Modulo de memoria masiva

Modem retrofit kit - socket base (RJ11)

Incluye : Modulo modem, modulo inductor, cable telefónico, cable para unir el modem/ inductor con el procesador de registro y el cable interno DB-9.

Caja telefónica RJ11

Software a utilizar

Minimaster versión 5.2

3.1.2 Parámetros del modulo modem

Relación de BPS

La relación de bits por segundo (bps) puede colocarse a 300 o 1200 bps usando el puente JP1 del modulo procesador de registro. La relación de bps sugerida es 1200.

Si el modem funciona en un ambiente de ruido y la comunicación es inconsistente se puede ensayar una relación de 300 bps.

Llamadas a la estación maestra

El modem puede programarse para llamar a la estación maestra seleccionando el horario de llamada o un evento particular. El medidor puede presentar hasta 24 caracteres por número telefónico.

Esta opción puede seleccionarse en el sistema de software para programar el medidor.

Tiempo de la próxima llamada

El medidor puede programarse con un tiempo específico para llamar a la estación maestra. Este tiempo es programado en un formato de 24 horas. El mes y el día durante el cual el medidor realizará la próxima llamada son también programable.

Ventanas de llamada

El medidor puede opcionalmente ser programado por las llamadas de ventanas. Una llamada de ventana es un periodo programado durante el cual el medidor puede responder la llamada o llamar a la estación maestra. Es definido por tiempos programados de inicio y parada en un formato de 24 horas. El modem responderá y marcará durante las llamadas a ventanas únicamente e ignorará las comunicaciones en cualquier tiempo fuera de las ventanas de llamadas.

Responder siempre

El medidor puede programarse con un tiempo de responder siempre. Con esta característica el medidor responderá a la llamada cierto número de segundos programados después del timbrado. El rango es de 00 a 254 segundos.

Retardo en contestación

Si el medidor no es equipado con el modulo de memoria masiva, el modem puede ser programado para retardar 0, 5, 15 o 25 seg. Después del timbre de línea antes de levantar la línea.

Retardo al encendido

Si esta opción es seleccionada, después de una salida de potencia el modem no responderá una llamada durante cinco minutos. Sin embargo el timbrado ocurre por más de 45 segundos durante los cinco minutos de retardo, el medidor responderá. Esta característica es opcional.

Rellamadas

El medidor puede ser programado para rellamar a la estación maestra un número de veces seleccionados cuando ésta falla en responder. El número de rellamadas tiene un rango de 0 a 10.

Auto respuesta

El medidor puede programarse para responder solamente a las llamadas de la estación maestra. En este caso el medidor no hará ninguna llamada.

Tiempo fuera de auto respuesta

Si llega una llamada la cual no es realizada por la estación maestra, el medidor no levantará la línea. Y no responderá de nuevo por 255 segundos.

3.1.3 Conexión del medidor a la línea telefónica.

Conexiones del modulo modem

El modulo modem contiene tres conectores J1, J2 y J3.

El modem se conecta a una línea telefónica externa a través del conector J1. El J1 contiene un conector macho de 5 pines. El segundo pin es removido solamente cuatro pines son conectados. Un conector hembra de 5 pines es unido al conector J1 el cual llega hasta el conector telefónico DB-9, este conector sirve de interfase a las líneas telefónicas externas.

El conector J2 es usado si mas de un medidor usan una línea telefónica. Varios medidores pueden compartir una línea telefónica con la cadena de margarita. El conector J2 es un conector macho de seis pines en el cual el segundo pin es removido.

Un conector hembra es unido al conector J2, a través del cual es enlazado el conector DB-25.

Por medio del conector DB-25 los medidores pueden conectarse en cadena de margarita.

Justamente a la derecha de J2 esta localizado una unión de dos pines. Esta unión sirve para habilitar o deshabilitar el circuito detector de timbre de la línea telefónica. Cuando dos o mas medidores están en cadena de margarita, cada uno de los medidores es conectado a la línea telefónica. Solamente el primer medidor, el medidor maestro debe tener habilitado el circuito detector de

timbre. Para los medidores esclavos se debe desconectar la unión para desactivar el circuito detector de timbre.

El tercer conector J3 enlaza el modulo modem con el modulo procesador de registro. El conector J3 consta de 4 pines.

Cuando el modulo modem es usado una unión de cable enlaza a J3 del modulo modem para conectar con J2 del modulo procesador de registro.

En la figura 3.3 se muestran los conectores del módulo modem

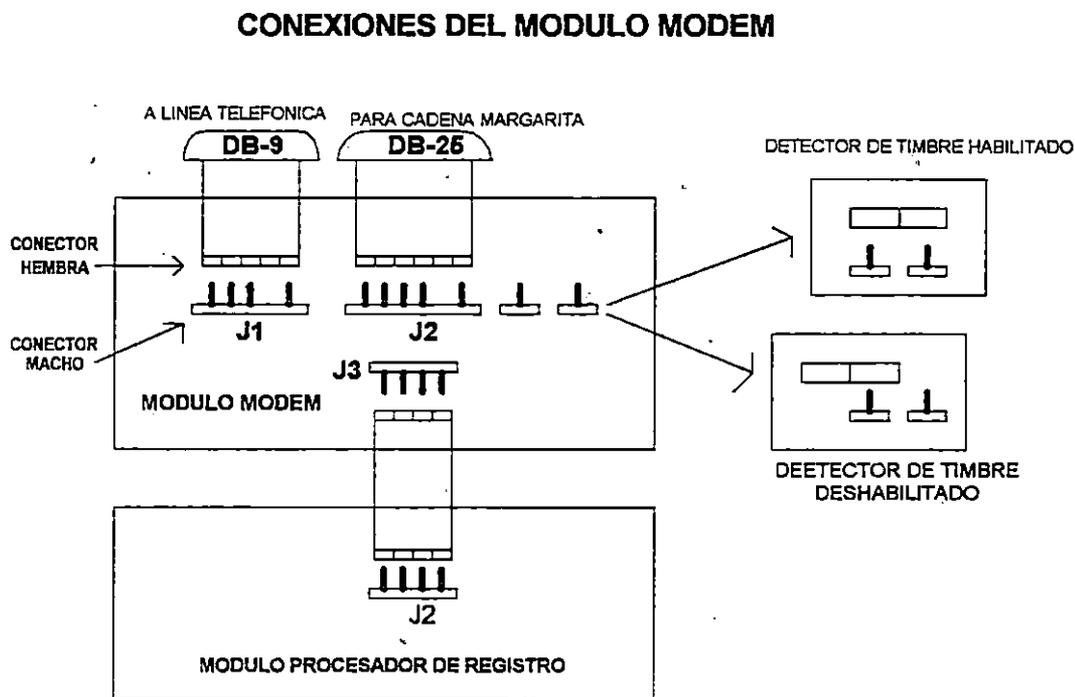


Figura 3.3 Conexiones del modulo modem

3.1.4 Líneas telefónicas compartidas

El medidor esta conectado a la línea telefónica a través del conector DB-9. El medidor puede ser suplido por un conector DB-9 y una clavija telefónica RJ11 o un conector DB-9 y una clavija telefónica RJ31X. Si un medidor es usado en una instalación con líneas telefónicas exclusiva se recomienda usar un RJ11.

Un RJ31X es recomendado para instalaciones donde la línea telefónica esta compartida entre el medidor y una extensión telefónica. En la siguiente figura 3.4 se muestra una línea telefónica compartida.

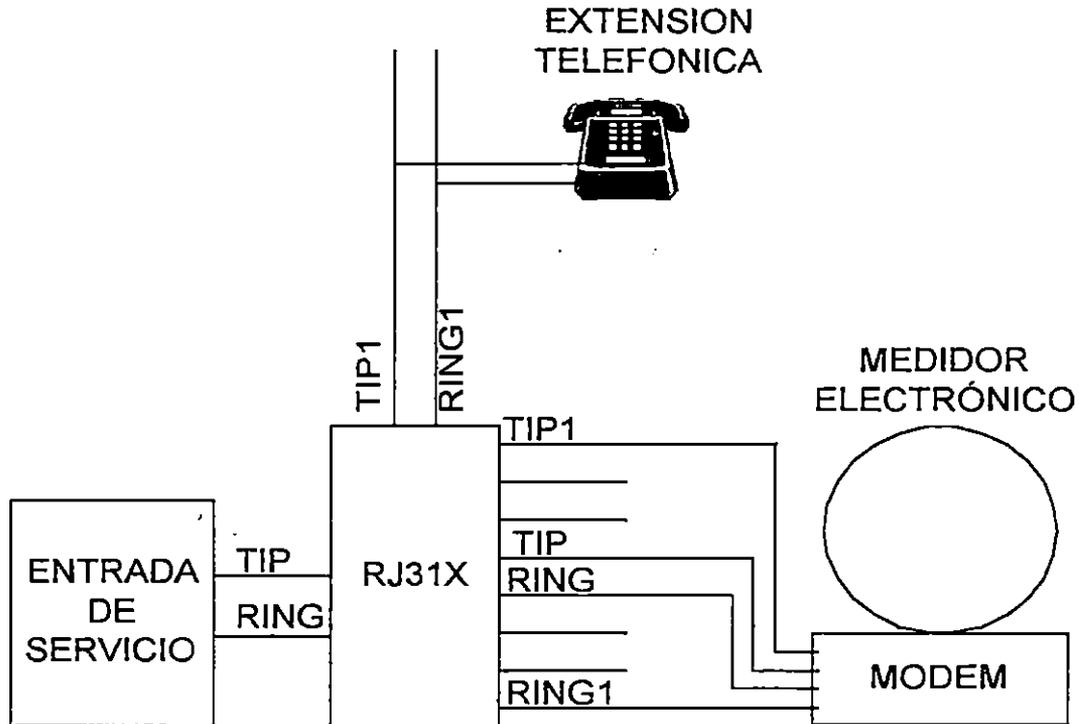


Figura 3.4 Instalación de línea compartida

3.1.5 Detección de auricular levantado

El módulo modem interno contiene un circuito detector de auricular levantado. Este circuito contiene las líneas tip1 y ring1. Estas líneas son llevadas a la caja RJ31X y también a la extensión telefónica. Cuando el medidor llama a la estación maestra, esta usa las líneas tip y Ring. Si en la extensión telefónica se levanta el auricular en la línea (tip1 y ring1) podrá ser sensada por el circuito detector de auricular levantado en el medidor. El medidor liberará la línea (tip y Ring) y conecta las líneas de la extensión telefónica (tip1 y ring1) a las líneas tip y Ring las cuales conectan al sistema telefónico.

A continuación algunas consideraciones importantes concernientes a las características de la detección de auricular levantado.

- Cuando está habilitado el circuito detector de auricular levantado, la unidad de contestación automática no responderá si la condición de audífono levantado está presente.
- La unidad no atiende el marcado de llamada a la estación maestra mientras la condición de auricular levantado existe. Si la condición desaparece, el medidor podría reiniciar la llamada.

- La extensión telefónica tiene mayor prioridad de conmutación por lo que detiene la conexión del medidor y da tono de marcación a la extensión telefónica.

En teoría las llamadas hechas pueden ser respondidas por uno de los dos el medidor o la extensión telefónica. Si el medidor está configurado como un dispositivo de contestación automática, este podrá responder todas las llamadas hechas durante las selecciones de ventanas de llamadas o todas las llamadas que no son ventanas de llamadas.

Para evitar esta situación, el medidor puede ser configurado como un medidor de llamadas a la estación maestra. El medidor no responderá las llamadas hechas a menos que estas tengan que ser programadas para después de un cierto número de segundos.

3.1.6 Cadena margarita

Con las características de la cadena de margarita, varios medidores quantum pueden compartir una misma línea telefónica

Todos los medidores en la cadena de margarita operan en el mismo modo seleccionado en el medidor maestro.

La distancia entre dos medidores de la cadena de margarita tiene que ser menos de 250 pies. Esta distancia debe ser reducida si el ambiente en que se encuentra el medidor es de mucho ruido. Los fabricantes recomiendan lo siguiente :

- Usar cable de pares apantallado para conectar los medidores
- Usar cable calibre número 26 o mayor

3.1.7 Medidores maestro y esclavos

El primer medidor es designado como maestro y en el resto de los medidores como esclavos. Una contestación automática del medidor maestro responde las llamadas hechas acorde a las características seleccionadas en este.

Cuando la estación maestra completa la comunicación con el medidor maestro se realiza el siguiente procedimiento :

1. La estación maestra termina cualquier comunicación con el medidor maestro, o las peticiones de línea para pasar al próximo medidor.
2. El medidor maestro indica al primer esclavo a enganchar, en efecto pasando el control de la línea telefónica al primer esclavo.
3. El esclavo se engancha ; el maestro se desengancha y la estación maestra establece comunicación con el esclavo. El primer esclavo ahora actúa como

un medidor maestro. Cuando la estación maestra finaliza la comunicación con el medidor, la estación maestra puede terminar la comunicación o directamente el primer esclavo pasa la línea telefónica al segundo esclavo. La línea es pasada exactamente como se describe por el maestro. El proceso puede ser repetido por un máximo de cinco medidores esclavos.

3.1.8 Evento llamada a casa (llamada en falla)

El medidor puede ser programado para llamar a casa a la estación maestra si una falla ocurre. Las siguientes fallas pueden ser seleccionadas para el evento de llamada a casa.

- Falla en el proceso de medición
- Falla en el procesador de registro
- Baja potencia AC (potencia auxiliar)
- Bajo voltaje fase A
- Bajo voltaje fase B
- Bajo voltaje fase C
- Baja corriente fase A
- Baja corriente fase B
- Baja corriente fase C

Si ocurre una falla, el medidor llama a la estación maestra. Si la estación maestra no responde la llamada el medidor vuelve a llamar basado en el número seleccionado de rellamadas y minutos entre llamadas. Estos valores son seleccionados en el software y programados en el medidor.

Por ejemplo, el medidor tiene que ser programado como sigue :

Número de rellamadas = 3

Minutos entre rellamadas = 60

Si una falla ocurre, el medidor llamará a la estación maestra si la estación maestra no responde la llamada el medidor vuelve a llamar tres veces más para un total de cuatro llamadas. Si la estación maestra no respondiere, el medidor espera 60 minutos para comenzar otro set de llamadas, hasta completar las tres rellamadas.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO III

- El medidor electrónico quantum posee un diseño completamente modular facilitando así su integración al sistema SCADA a través de la unidad terminal remota RTU.
- El modulo QDIF es la interfase más idónea para desarrollar la integración del medidor quantum ubicado en los puntos de entrega CEL/CAESS, ya que esta interfase ha sido desarrollada para proveer una transmisión de datos para los sistemas SCADA/EMS por medio de RTU's.
- Con la inclusión del modulo modem del medidor electrónico quantum viene a ser una solución alterna para proveer una transmisión de datos a través de líneas telefónicas, de tal manera que podría ser enfocada para las mediciones industriales.
- En este capítulo se desarrollaron dos propuestas de solución que pueden ser usadas para integrar el medidor electrónico quantum al sistema SCADA, pero la más indicada es la primera y es por que ya se cuenta con las RTU's en las subestaciones. La segunda propuesta no es la mas indicada debido a que esta hace uso de líneas telefónicas y muchas veces las subestaciones se encuentran en lugares remotos donde no es accesible el sistema telefónico, por esta razón esta alternativa esta orientada a las industrias donde se tienen instalados medidores quantum.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Advanced Control Systems
Manual de la RTU MPR-7075C

Quantum
Multifunction Meter
Hardware instruction manual
16.10 effective November 1993

Tompkins, Willis J. y
Webster, Jhon G.
Interfacing Sensors to the IBM PC
Prentice Hall, 1988.

CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Los protocolos de comunicación de la RTU y el medidor electrónico quantum son compatibles.
- La integración del medidor electrónico Quantum al sistema SCADA es factible, y ya que se cuenta con las RTU's en las subestaciones, resulta la mas idónea para integrar este medidor al sistema SCADA
- La propuesta de solución a través de líneas telefónicas vía modem esta diseñada para la industria o para subestaciones en las que se tenga acceso a líneas telefónicas.

RECOMENDACIONES

- La propuesta de solución que incluye la RTU (primera propuesta) es la más indicada debido a que las RTU's ya se tienen en cada una de las subestaciones, solamente es de agregar las interfaces tanto en el medidor como en la RTU para que la comunicación se pueda llevar a cabo.
- Para la interrogación de los medidores a través de líneas telefónicas se sugiere una computadora personal como estación maestra distinta a la estación maestra que se tiene en el sistema SCADA.

METER SPECIFICATIONS

Meter Forms

Q101-series Meters:

Q101 (A-base):	5A, 6A, 8A and 9A
Q111 (socket-base):	5S, 6S, 8S, 9S, 10S and 26S
Q121 (switchboard):	2-element, 2 1/2-element, 3-element wiring

Q200-series Meters:

Q200 (A-base):	5A, 6A, 8A, and 9A
Q210 (socket-base):	5S, 6S, 8S, 9S, 10S and 26S
Q220 (switchboard):	2-element, 2 1/2-element, 3 element wiring
Q230 (rack mount):	2-element and 3-element wiring

Q300-series Meters:

Q300 (A-base):	6A and 9A
Q310 (socket-base):	6S, 9S and 10S
Q320 (switchboard):	2 1/2-element, 3-element wiring
Q330 (rack mount):	3-element wiring

Note: All IEC Switchboard/Rack mount meters are internally wired as 3-element meters.

Firmware Versions

	Q101	Q200	Q300
Standard:	12.5	12.6	N/A
Enhanced:	15.12	15.32	15.32

Input Ratings

Voltage:	ANSI 69, 120, 240, 277 volts			
	IEC: 57.7, 63.5, 100, 110, 230			
Current:	Nominal:	1A	5A	10A
	Maximum:	2A	10A	20A
	ANSI:		CL10	CL20
	IEC:	1(2)A	5(10)A	
Frequency:	50 or 60 Hz			
Test Amperes:	50 % of class amperes			

Dielectric Tests

Conforms to insulation requirements of ANSI C12.1 Code for Electricity Metering.

Bidirectional Power Flow

Observes IEEE paper 83 WM 002-1 for bidirectional power flow definitions.

Programmable Parameters

Demand Reset Lockout Time	Programmable, 0 to 255 minutes.
Cold Load Pickup Time	Programmable, 0 to 255 minutes.
Display On/Off Times	Programmable, half-seconds.

Register Multiplier (for watts, vars, VA, volts, and amps)

This multiplier is used for instantaneous values. The range for this multiplier is 1.00 - 65535.00 (rev. 13 and below) and 1.00-16777215.00 in increments of 1.0 (rev. 14 and up). Refer to Table 1.1 for appropriate increments for revisions 13 and below.

Register Multiplier (for volt²-hours, amp²-hours)

Programmable multipliers are used for volt²-hours and amp²-hours registers. The range for volt²-hours is 1.00-399,999.96 in 0.04 increments. The range for amp²-hour is 1.00-166,666.65 in 0.05 increments. These ranges and increments apply regardless of class rating.

Register Multiplier (Energy and demand)

This multiplier is used for energy and demand values. The range for this multiplier is 1.00 - 1,500,000.00. Refer to Table 1.1 for appropriate increments.

Interval Lengths

Block Demand: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30, or 60 minutes.

Rolling Demand: X minute block demand with Y subintervals such that X/Y equals an integer.

General Display

Decimal point location, display field width, and prefix header (M, K, or U) are programmable for each register.

K_T Pulse Constant

The LED flashes at a programmed rate in secondary watt-hours per pulse, range in watt-hours per pulse as shown below. LED pulses are for delivered and received watts. The LED pulse is compensated if transformer loss compensation is used.

Voltage, Class Rating	KT Range
69V, CL10, CL2	0.025 to 1638.375 Wh/p in 0.025 increments.
69V, CL20	0.025 to 1638.375 Wh/p in 0.025 increments.
120V, CL10, CL2	0.025 to 1638.375 Wh/p in 0.025 increments.
120V, CL20	0.050 to 3276.750 Wh/p in 0.050 increments.
240V, CL10, CL2	0.050 to 3276.750 Wh/p in 0.050 increments.
240V, CL20, CL2	0.100 to 6553.500 Wh/p in 0.100 increments.
277V, CL10	0.050 to 3276.750 Wh/p in 0.050 increments.
277V, CL20	0.050 to 3276.750 Wh/p in 0.050 increments.

Unit ID

Programmable eight-character alphanumeric I.D. code.

Security Passwords

Two programmable eight-character alphanumeric passwords.

Register ID Codes

Programmable two-digit code for each register displayed, range:

01 to 99 (00 indicates no I.D. code)

01 to 79 (with Revision 15 firmware)

Normal and Alternate Display Modes

The Normal Display Mode and the Alternate Display Mode can display both register and non-register information. The following non-register information can be displayed in these modes:

- Display Segment Test
- Number of Power Downs
- Time/Date
- Unit I.D. and Type
- Demand Interval Length / Number of Subintervals
- Cold Load Pickup Time Delay
- Demand Reset Lockout Time
- Register Multiplier
- KT Pulse Constant (Wh/pulse)
- Field Test Demand Time
- Field Test KT Pulse Constant
- Time of Last Demand Reset / Number of Resets
- Software Revision Level
- Time of Last Interrogation
- Number of Minutes on Battery
- General Set-up Information
- Time Remaining In Demand Interval
- Number of Field Tests/Time of Last Field Test

Independent Display Parameters

- End of Interval Indicator (EOI)
- Low Battery Indicator (LOBAT)
- KYZ Status Indicators (IIII)
- Logo (ST-Qxxx)
- Phone Home Dialing Indication (rd)
- Online Indicator (ö)

Field Test Parameters

Demand Interval Length

1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30, or 60 minutes.

Number of Subintervals

Same constraints as normal mode operation.

K_T Pulse Constant

Same as in normal mode, programmable in wathours per pulse using same criteria as in normal mode.

Mass Memory Module Specifications

Capacity

64 kbytes CMOS Random Access Memory (RAM) maximum.
Memory is programmable in increments of 8 kbytes.

Battery

Lithium cell (12 year shelf life) provides carryover of 360 days. Battery is initiated after an outage of 250 milliseconds.

Time on Battery

Maximum time allowed on battery before low battery indicator will be illuminated is 360 days cumulative, 31 days continuous. Battery detection circuitry will also indicate a low battery condition when 1.0 volt is measured on battery.

Timekeeping

The real time clock is either synchronized to line frequency or its own crystal, which provides a controlled secondary time base upon outage with $\pm 0.02\%$ accuracy over a temperature range of -40°C to $+85^{\circ}\text{C}$. Over the IEC operating range of -10°C to $+45^{\circ}\text{C}$ the accuracy is $\pm 0.0022\%$.

Pulse Constants

The pulse constants for each channel are programmable in secondary unithours per pulse or volt² hours per pulse. Criteria for pulse constants are shown in Table 1.3.

Channels

1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, or 16 channels can be selected. Note: 12 channel limit on Q101 meter.

Resolution

12-bit resolution.

Power Outage

Memory can flag an interval with a power outage greater than or equal to a specified number of seconds, range 1 to 255 seconds.

Interval Length

Block demand: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30, or 60 minutes.
Rolling demand: x minute block demand with Y subintervals such that X/Y equals an integer.

Mass Memory Pulse Constants

FORM	VOLTAGE	CLASS	RANGE, UNITHR/PULSE	RANGE, VOLT2HR/PULSE
	69	10	0.025 - 1638.375	0.06 - 3932.10
	69	20	0.025 - 1638.375	0.06 - 3932.10
9A	120	10	0.025 - 1638.375	0.06 - 3932.10
9S	120	20	0.050 - 3276.750	0.06 - 3932.10
10S	240	10	0.050 - 3276.750	0.24 - 15728.40
	240	20	0.100 - 6553.500	0.24 - 15728.40
	277	10	0.050 - 3276.750	0.48 - 31456.80
	277	20	0.050 - 3276.750	0.48 - 31456.80
	120	10	0.025 - 1638.375	0.06 - 3932.10
	120	20	0.050 - 3276.750	0.06 - 3932.10
5A	240	10	0.050 - 3276.750	0.24 - 15728.40
5S	240	20	0.100 - 6553.500	0.24 - 15728.40
	480	10	0.100 - 6553.500	0.96 - 62913.60
	480	20	0.200 - 13107.000	0.96 - 62913.60
	69	10	0.025 - 1638.375	0.06 - 3932.10
	69	20	0.025 - 1638.375	0.06 - 3932.10
	120	10	0.025 - 1638.375	0.06 - 3932.10
6A	120	20	0.050 - 3276.750	0.06 - 3932.10
6S	240	10	0.050 - 3276.750	0.24 - 15728.40
	240	20	0.100 - 6553.500	0.24 - 15728.40
	277	10	0.050 - 3276.750	0.48 - 31456.80
	277	20	0.050 - 3276.750	0.48 - 31456.80
	240	10	0.050 - 3276.750	0.48 - 31456.80
8A	240	20	0.100 - 6553.500	0.48 - 31456.80
8S	480	10	0.100 - 6553.500	1.92 - 125827.2
	480	20	0.200 - 13107.000	1.92 - 125827.2

NOTE 1: For ampere-squared, the range is 0.025 to 1638.375 amps²hr per pulse in increments of 0.025, regardless of class rating.

NOTE 2: The increments for each of these ranges are equal to the basic resolution that corresponds to that particular meter. (For example, a Form 8, 240 volt, CL 10 meter has the following ranges:

0.050 to 3276.750 unithour per pulse in increments of 0.050
0.048 to 31456.80 volts²hr per pulse in increments of 0.048

Dimensions

Dimension drawings for all QUANTUM meter types are shown below. Dimensions are in centimeters and (inches).

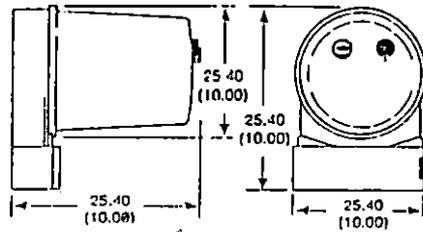


Figure 1.6 Q101/Q200/Q300 Meter Dimensions (Bottom-connect)

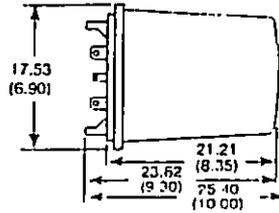
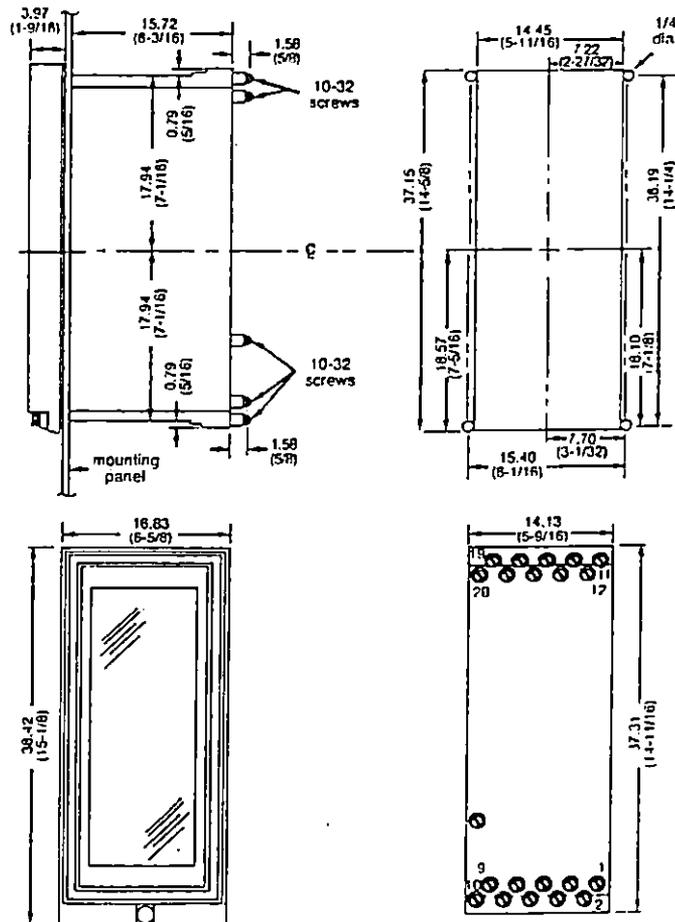


Figure 1.7 Q111/Q210/Q310 Meter Dimensions (Socket Base)



Optical Port

The optical port is mounted on the meter cover. The optical port is a communication interface from the meter to either a handheld reader programmer (Figure 2.26) or a PC (Figure 2.27). Interface to a PC is accomplished through a DC TAP cable, which plugs into the optical port on one end and the PC's serial port on the other end. Communication through the optical port is at 9600 bps.

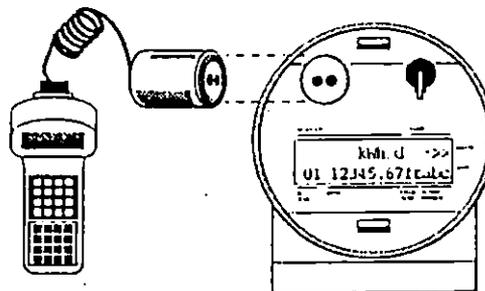


Figure 2.26 RP-to-Optical Port Connection

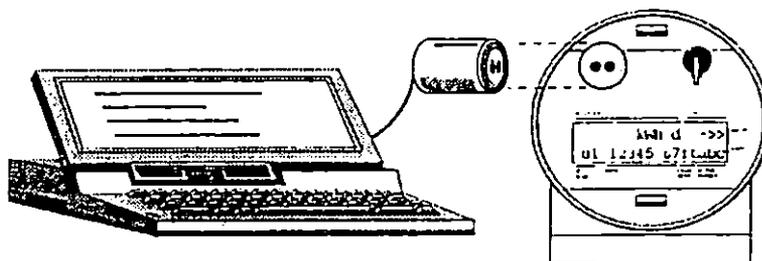


Figure 2.27 Laptop PC-to-Optical Port Connection

Inside the meter, the optical port is connected to the Register Module by a short cable. Verify that this cable is connected to connector J1 on the Register Module (Figure 2.21.)

DB-25 Connector

- On the A-base meter, this connector is located on the right-hand side of the base (Figure 2.28). On the socket-base meter, a short cable extends through the base (Figure 2.29). On the switchboard/drawout case and rack mount meter, the 25-pin connector is on the back of the meter case (Figure 2.30 and Figure 2.31). A cable shipped with each meter has a matching 25-pin connector on one end and stripped color-coded wires on the other end. Use this cable to connect desired options.

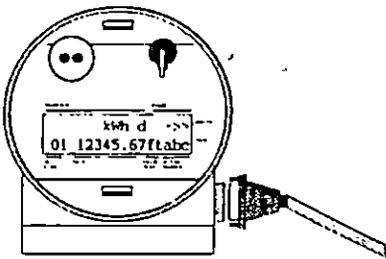


Figure 2.28 DB-25 Connector on A-base Meter

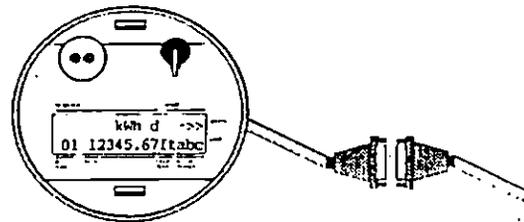


Figure 2.29 DB-25 Connector on Socket-base Meter

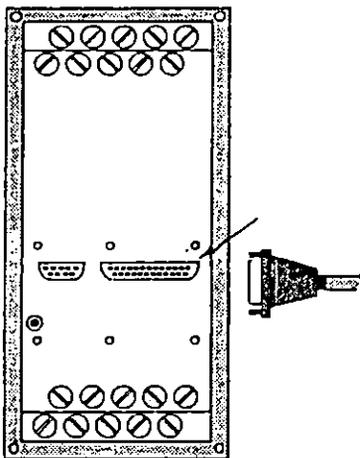


Figure 2.30 DB-25 Connector on Drawout/Switchboard Meter (View from Rear of Meter)

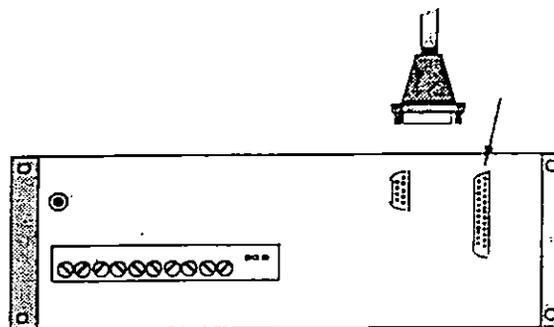
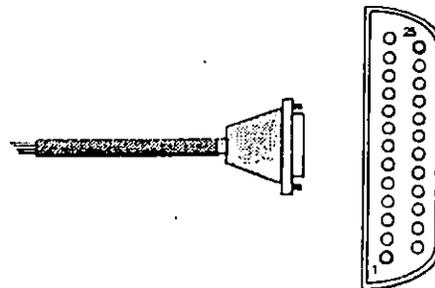


Figure 2.31 DB-25 Connector On Rack Mount Meter (View from Rear of Meter)

Tables 2.1 and 2.2 show the DB-25 color codes and connector pin-outs. Use Table 2.1 for cables shipped with A-base and socket base meters. Use Table 2.2 for cables shipped with switchboard/drawout case and rack mount meters.

Table 2.1
DB-25 Color Codes: A-base and Socket-base Meter
(Part No. 430370-001)

Pin	Function	Color Code	Pin
1	Y1	Yellow	1
2	K1	Red	2
3	Z1	Black	3
4	Y2	Green	4
5	K2	Orange	5
6	Z2	Brown	6
7	Y3	Light Blue	7
8	K3	Violet	8
9	Z3	Gray	9
10	Y4	Tan	10
11	K4	Pink	11
12	Z4	Dark Blue	12
13	QDIF GND 1	White/Black/Orange	13
14	Sync - (Demand sync or freeze)	White	14
15	Sync + (Demand sync or freeze)	White/Black	15
16	Transmit/ QDIF TXD 2	White/Brown	16
17	Receive/ QDIF RXD 2	White/Orange	17
18	Ground/ QDIF GND 2	White/Gray	18
19	QDIF RTS 2	White/Blue	19
20	QDIF DCD 2	White/Violet	20
21	Modem: Daisy chain slave input QDIF: TXD 1	White/Black/Red	21
22	Modem: Daisy chain ground QDIF: RXD 1	Green/Yellow	22
23	Modem: Daisy chain master out QDIF: RTS 1	White/Black/Green	23
24	Modem: Daisy chain master out	White/Black/Gray	24
25	QDIF DCD 1	White/Black/Blue	25



- The meter can interface directly to the phone line through this connector. If a direct interface is used, two or four pins of this connector are used depending on the type of phone line used. (See Table 2.5.)

Table 2.5
Phone Cables

RJ31 Cable: A-base and Socket-base Part No. 430400-001		
Pin	Function	Color Code
1	Ring 1	Violet
4	Ring	Red
5	Tip	Green
8	Tip 1	Black
RJ31 Cable: Switchboard and Rack Mount Part No. 440927-001		
Pin	Function	Color Code
1	Ring 1	Green
4	Ring	Red
5	Tip	White
8	Tip 1	Black
RJ11 Cable: A-base and Socket-base Part No. 430400-002		
Pin	Function	Color Code
4	Ring	Red
5	Tip	Green
RJ11 Cable: Switchboard and Rack Mount Part No. 440927-002		
Pin	Function	Color Code
4	Ring	Red
5	Tip	White



Note: If a Modem Module or a QDIF Module is ordered, socket-base QUANTUM meters are provided with the DB-9 connector. Socket-base meters that were not originally supplied with a DB-9 connector can be retro-fitted with a Modem Retrofit Kit or a QDIF Module Retrofit Kit.

Schlumberger Industries supplies an interface cable that interfaces between the DB-9 connector and the point of phone service installation. This cable can be terminated in an RJ11 or an RJ31X phone plug. If a dedicated phone line is available, Schlumberger Industries recommends the RJ11 plug. This plug utilizes only two pins, TIP and RING.

If an extension phone is used on the same phone line as the meter, then Schlumberger recommends an RJ31X plug. This plug uses TIP, RING, and two other pins, TIP1 and RING1. This plug allows the meter to use its off-hook detect feature. Sample diagrams for both dedicated and shared line installations can be found in Section 7, Communications. A thorough explanation of all the modem features can also be found in this section.

RECORDING DURATION

The Mass Memory/Real Time Clock Module is equipped with 64 kbytes of RAM. (Older versions contain only 40 kbytes). The majority of this RAM is used for storage of mass memory interval data. After each interval, the pulse counts tallied in that particular interval are stored in RAM. This process continues until all of the RAM is filled with pulse count data. When the memory is full, data then wraps around and writes over the oldest data located in the first locations of memory. Table 4.1 shows the maximum recording duration (in days) for various interval lengths and numbers of channels.

Table 4.1
Recording Duration

		Number of Channels										
		1	2	3	4	5	6	8	10	12	15	16
Interval Length (min)	1	23.9	12.6	8.6	6.5	5.2	4.4	3.3	2.6	2.2	1.8	1.7
	5	119.6	63.1	42.8	32.4	26.1	21.8	16.4	13.2	11.0	8.8	8.3
	10	239.3	126.1	85.6	64.8	52.1	43.6	32.9	26.4	22.0	17.6	16.5
	15	358.9	189.2	128.4	97.2	78.2	65.4	49.3	39.5	33.0	26.5	24.8
	30	717.8	378.3	256.9	194.4	156.4	130.8	98.6	79.1	66.0	52.9	49.6
	60	1435.6	756.7	513.7	388.9	312.8	261.7	197.2	158.2	132.1	105.9	99.3

For example, a QUANTUM meter programmed with 64 kbytes of mass memory is set up to record four channels in fifteen minute intervals. Using Table 4.1, we see that if the number of channels equals 4 and interval length equals 15, it will take approximately 97 days to fill the mass memory. If the meter is initialized on March 5, it will record data for approximately 97 days from March 5 to June 9. Wrap around occurs on June 10, when new data will write over March 5 data and so on. Be careful to retrieve the interval data at least a few days before wrap around. Figure 4.3 shows this more clearly.

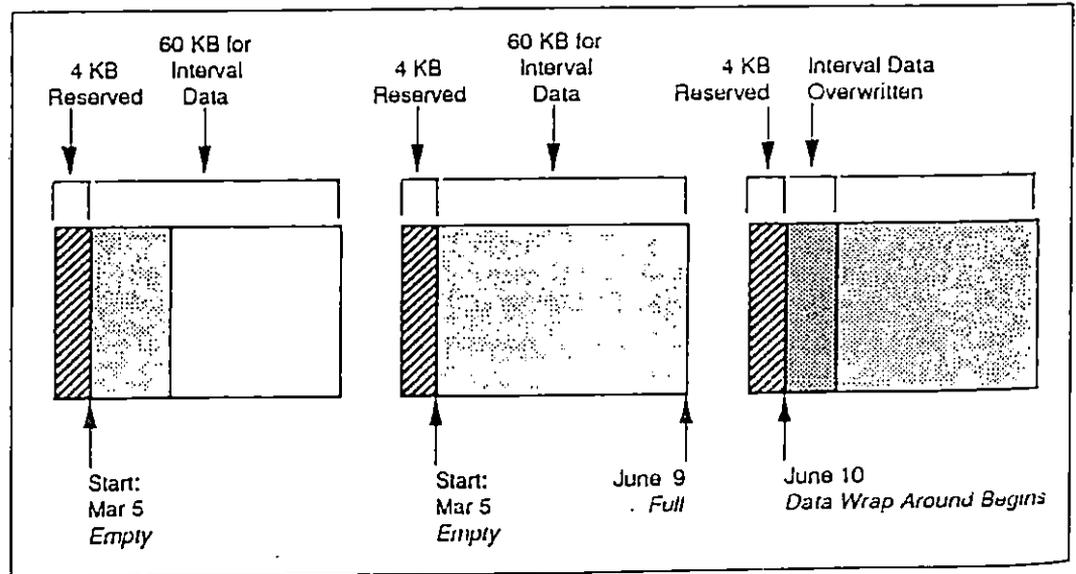


Figure 4.3 Data Wrap Around