

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO
CONTROLADOR DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA PÚBLICA
Y FOTOVOLTAICA PARA LAS REPETIDORAS DEL SISTEMA
DE COMUNICACIONES DEL CC. FF. AA.”**

**MARCO DAVID GUTIÉRREZ ALVAREZ
TNTE. JULIO DELFÍN VILLALTA ESPINOZA**

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2006

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado **“Diseño y Construcción de un Prototipo Controlador de Transferencia de Energía Pública y Fotovoltaica para las Repetidoras del Sistema de Comunicaciones del CC. FF. AA.”** ha sido desarrollado en su totalidad por el Sr. Marco David Gutiérrez Alvarez con C.I. 060290080-5 bajo nuestra dirección.

Ing. Hugo Ortiz
DIRECTOR

Ing. Wilson Yépez
CODIRECTOR

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado **“Diseño y Construcción de un Prototipo Controlador de Transferencia de Energía Pública y Fotovoltaica para las Repetidoras del Sistema de Comunicaciones del CC. FF. AA.”** ha sido desarrollado en su totalidad por el Tnte. Julio Delfín Villalta Espinoza con C.I. 060277838-3 bajo nuestra dirección.

Ing. Hugo Ortiz
DIRECTOR

Ing. Wilson Yépez
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la oportunidad de lograr este objetivo primario en mi vida.

A mi familia, quienes con cariño siempre estuvieron alentándome y apoyándome de manera especial a mi querida hermanita por su compañía y dulzura en tiempos difíciles.

A mis maestros por haberme dado la oportunidad de aprender de sus conocimientos y valores personales.

A todas aquellas personas que de una u otra forma fueron parte de esta etapa de mi vida especialmente a mis queridos y recordados compañeros.

Marco Gutiérrez

La realización de este proyecto no habría sido posible con la paciencia, comprensión y apoyo incondicional de mis padres y hermana; mi familia y todas las personas que estuvieron a mi lado, a quienes agradezco inmensamente.

Además, agradezco la colaboración de nuestro Director el Ing. Hugo Ortiz y nuestro Codirector el Ing. Wilson Yépez por haber sido pilares fundamentales y por compartir sin ningún reparo sus conocimientos cuando fueron requeridos.

Por último, agradezco a mi compañero de tesis con quien pasamos momentos de dificultad y aprendizaje en la obtención de este objetivo, además por haber sido un soporte fundamental en el proceso de la elaboración de este proyecto.

Julio Villalta E.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres, por haber sido mi soporte y ejemplo en todo este tiempo, por su amor, comprensión y apoyo incondicional, a mi hermanita por ser la persona que siempre está a mi lado, y a mi hermano por su confianza y motivación permanente.

Marco Gutiérrez

Este trabajo está dedicado a mis padres quienes han sido dos columnas fundamentales; por su apoyo incondicional, su amor, su comprensión, durante todos los momentos de mi carrera; y a mi hermana que a la distancia siempre estuvo pendiente de mis estudios y de mi bienestar. Esto es solamente fruto de todo lo que ellos me han dado.

Julio Villalta E.

PRÓLOGO

Los sistemas de comunicación con los que cuenta actualmente la institución militar demandan importantes cantidades de energía, la cual en su mayoría es obtenida del sistema interconectado nacional. Con el sistema actual de alimentación de los equipos de comunicaciones en las bases y principalmente en las repetidoras de la red MODE, las Fuerzas Armadas Ecuatorianas soportan pérdidas económicas debido a la no optimización del sistema de paneles fotovoltaicos instalados en la mayoría de estaciones.

Considerando que la red MODE tiene un papel fundamental en la comunicación entre las distintas bases de la institución militar, y que esto redundaría en la seguridad nacional, se debe garantizar el continuo funcionamiento de la misma de una manera óptima y segura. Por ello se presenta en este proyecto un sistema controlador de transferencia de energía, el cual controla los niveles de voltaje de los equipos de comunicaciones, escoge el mejor tipo de energía disponible haciendo énfasis en su precio y calidad, y monitorea el estado actual de cada equipo mediante un sistema SCADA.

El Sistema de Control de Transferencia de Energía mantiene una comunicación bidireccional con las centrales de control y monitoreo, mostrando en tiempo real el estado de las variables que están bajo su control, y permitiendo que el operador pueda manejar el sistema remotamente mediante el uso de la interfase Hombre-Maquina (HMI) diseñada. De esta manera el operador está siempre al corriente de los eventos y alarmas que ocurren en las estaciones monitoreadas pudiendo tomar decisiones operacionales de acuerdo a los sucesos acaecidos en cada estación.

A través del desarrollo de este proyecto, el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas Ecuatorianas dispone de un sistema automatizado para el control, supervisión y monitoreo del tipo de energía que alimenta los equipos de comunicación de la red MODE a nivel nacional.

INDICE GENERAL

CAPITULO 1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Definición del proyecto	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivos generales.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Síntesis de la documentación	4
1.5 Apéndices	6
CAPITULO 2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA RED MODE.....	7
2.1 Tipos de generación de energía eléctrica	7
2.1.1 Clasificación de las fuentes de energía.....	7
2.1.1.1 Fuentes renovables de energía	8
2.1.1.2 Fuentes no renovables de energía	9
2.2 Descripción general del funcionamiento de la red MODE	9
2.3 Componentes de la red	11
2.3.1 Sistemas de comunicación.....	11
2.3.2 Sistema de alimentación	13
2.3.2.1 Fuente: fotovoltaica	13
2.3.2.2 Fuente: red pública	14
2.4 Transferencia de energía	15

CAPITULO 3.- DISEÑO DE HARDWARE	16
3.1 Requerimientos	16
3.2 Esquema general	17
3.3 Diseño	18
3.3.1 Etapa de entradas digitales	18
3.3.2 Etapa de entradas analógicas	19
3.3.3 Etapa de entradas de potencia.....	21
3.3.4 Etapa de control	22
3.3.5 Etapa de salidas.....	23
3.3.6 Etapa de comunicaciones	23
3.4 Especificaciones.....	25
 CAPÍTULO 4.- DESARROLLO DE SOFTWARE	 28
4.1 Requerimientos	28
4.2 Lógica de control.....	28
4.3 Interfase hombre-máquina (HMI)	32
4.3.1 Introducción.....	32
4.3.2 Diseño de la HMI.....	33
 CAPÍTULO 5.- IMPLEMENTACIÓN	 37
5.1 Implementación del sistema controlador de transferencia de energía	37
5.2 Selección de componentes	38
5.3 Sistema de control y monitoreo	42
5.3.1 Comunicación entre los dispositivos de la red.....	42
5.4 Especificaciones de la red.....	43
5.5 Interfase gráfica HMI	44
5.5.1 Generación de alarmas	45
5.6 Implementación	46

CAPÍTULO 6 .- PRUEBAS Y RESULTADOS	49
6.1 Comportamiento del controlador en circunstancias críticas	49
6.1.1 Tiempo de respuesta al cambio de energía	50
6.1.2 Límites para el cambio de energía	51
6.1.3 Respuesta de los sistemas alimentados	51
6.2 Control de las diferentes fuentes de energía.....	51
6.3 Transmisión de datos referentes a los niveles críticos de las fuentes de energía	52
 CAPÍTULO 7 .- ESTUDIO TÉCNICO - ECONÓMICO	 53
7.1 Factibilidad técnica.....	53
7.1.1 Evaluación técnica	54
7.2 Factibilidad económica.....	56
7.2.1 Presupuesto	56
7.2.2 Evaluación económica	57
7.3 Beneficios.....	60
7.3.1 Análisis de beneficios.....	60
 CAPÍTULO 8 .- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 61
8.1 Conclusiones.....	61
8.2 Recomendaciones.....	63

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Las Fuerzas Armadas cuentan con una gran infraestructura en telecomunicaciones, siendo esta una de las cinco redes más grandes del país, en la cual, se desarrollan múltiples actividades canalizadas satisfacer las necesidades propias de la institución, enfocándose en el avance vertiginoso de la tecnología.

Uno de los propósitos de las Fuerzas Armadas ha sido en el pasado y es actualmente manejar de forma óptima y transparente el factor económico, cuidando de esta manera el patrimonio del estado y precautelando el nombre, el prestigio y la reputación de dicha identidad.

La situación actual de los equipos de comunicación de la red MODE del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, es eficiente en cuanto a la transmisión de información, pero en lo que respecta a costos por operación y mantenimiento no es óptima, debido a que no se aprovecha plenamente la infraestructura instalada para la alimentación de dichos equipos.

La red MODE desempeña un papel fundamental por su función y utilidad, pues transmite señales e información con confiabilidad y garantiza la confidencialidad de los datos que en muchos de los casos es información muy importante para la

seguridad nacional, esto se lo realiza por medio de estaciones ubicadas en lugares estratégicos en todo el territorio ecuatoriano, las mismas que funcionan las 24 horas del día, por lo cual requieren el suministro constante de energía eléctrica, obtenido de la red pública, de grupos electrógenos o de fuentes fotovoltaicas las cuales aseguran el correcto funcionamiento de los equipos y por ende la comunicación.

Considerando las alternativas de suministro de energía eléctrica con los que cuenta las Fuerzas Armadas para alimentar los equipos de las repetidoras de la red MODE, se ha considerado pertinente realizar un análisis de las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Desde el punto de vista técnico-económico se aprecia claramente que el sistema fotovoltaico es la fuente de energía más conveniente, pues los equipos que conforman este sistema están actualmente instalados en la mayoría de repetidoras y si bien, inicialmente representó una inversión considerable, tomando en cuenta el tiempo que se dispondrá de su servicio dicha inversión queda plenamente justificada.

Respecto a la energía obtenida de la red pública, es importante resaltar que en nuestro país no es totalmente confiable, debido a que esta está sujeta a las condiciones climáticas en la Central Hidroeléctrica Paute, la cual es la mayor fuente de energía para el sistema interconectado nacional, y esto podría repercutir en racionamientos y cortes de energía en tiempo de estiaje, por ejemplo.

Tampoco sería adecuado tomar a los de grupos electrógenos como primera alternativa de solución, ya que se debe continuamente realizar el mantenimiento de los equipos y el transporte del combustible necesario a las estaciones, algunas de las cuales son muy difíciles de acceder.

Actualmente el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas no dispone de un sistema automatizado para el control y supervisión de la fuente optima de energía para los equipos de la red MODE.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

Con este proyecto se administrarán los recursos para la alimentación de energía de los equipos existentes en las estaciones de la Red MODE utilizando un Controlador de Transferencia de Energía.

Este proyecto podrá ser utilizado en cada una de las estaciones repetidoras de la red, para la optimización del uso de los equipos instalados y el mantenimiento preventivo de los mismos.

Es por esto que el propósito principal es brindar una mayor fiabilidad al control de los sistemas de alimentación de los equipos de las repetidoras de la Red MODE, alargando así su vida útil y reduciendo el costo de las planillas de energía eléctrica de la red publica mediante un sistema de control electrónico de la transferencia de energías.

1.3 OBJETIVOS

El Comando de Telecomunicaciones del CC. FF. AA y toda la institución militar actualmente está interesada en la implementación de un sistema de control electrónico para la alimentación de los equipos de sus repetidoras acorde con los nuevos avances tecnológicos y necesidades reales, buscando la optimización de los medios actualmente instalados así como los económicos y atendiendo a los requerimientos de automatización, control, seguridad y confiabilidad.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar el estudio técnico, diseño e implementación de un prototipo controlador para optimizar el sistema de transferencia de energía fotovoltaica y pública, para las repetidoras de la Red MODE del COMANDO CONJUNTO DE LAS FF.AA. y por consiguiente lograr un considerable ahorro de los recursos económicos en cuanto al pago por energía eléctrica.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información referente al funcionamiento y condiciones actuales de alimentación de los equipos de las 74 repetidoras pertenecientes a la Red MODE.
- Elaborar un listado de las estaciones que cuentan con paneles fotovoltaicos y/o grupos electrógenos que tienen acceso a la red pública.
- Optimizar el sistema de transferencia de energía, integrando a la red eléctrica pública y/o los generadores eléctricos como respaldo existentes en ciertas repetidoras.
- Diseñar e implementar un prototipo de Hardware y Software necesarios para garantizar la alimentación eléctrica de los equipos, siendo la fuente principal la energía fotovoltaica y las secundarias la red pública o los grupos electrógenos.
- Precautelar la vida útil de las fuentes fotovoltaicas mediante el control de los niveles de carga y descarga de voltaje, recomendadas por el fabricante considerando su estado actual como punto de partida.
- Elaborar la documentación correspondiente.
- Realizar el análisis económico del Proyecto.

1.4 SÍNTESIS DE LA DOCUMENTACIÓN

A continuación se presenta un resumen del contenido de este proyecto:

CAPITULO I: Introducción

- En este capítulo se realiza una descripción a manera general de la situación de las repetidoras de la red MODE de las FF.AA. y, el por qué de la necesidad de la institución militar para desarrollar un prototipo controlador de transferencia de energía fotovoltaica, pública y generada por grupos electrógenos, así como las características que debe tener el sistema.

CAPITULO II: Descripción general del funcionamiento de la Red MODE

- En este capítulo se realiza una descripción de los componentes de las estaciones tanto en su sistema de comunicación como en el sistema de alimentación utilizado
- Además se establecen las condiciones en las que, los equipos de las repetidoras están trabajando, las varias formas de alimentación de los mismos, y el sistema actual de transferencia de energía

CAPITULO III: Diseño de Hardware

- En este capítulo se estudia los requerimientos de hardware necesarios de acuerdo a las condiciones reales de los sistemas de las varias repetidoras. Se realiza un esquema general que servirá como base para el diseño de la solución planteada, y además se estudia los diferentes dispositivos electrónicos a utilizarse en el diseño, para ofrecer distintas alternativas de acuerdo a los requerimientos del sistema.

CAPITULO IV: Desarrollo de Software

- En este capítulo se desarrolla el software que cubra todas las necesidades orientadas a optimizar de la mejor manera los equipos instalados previamente y el hardware diseñado.

CAPITULO V: Implementación

- En este capítulo se desarrolla la implementación del prototipo de acuerdo al diseño de hardware y software realizados en los capítulos anteriores.

CAPITULO VI: Pruebas y resultados

- En este capítulo se define la eficiencia del prototipo como controlador de transferencia de energía, su vida útil, su capacidad de ampliación de ser necesario, y la posibilidad de mantenimiento si lo ameritara.

CAPITULO VII: Análisis económico

- En este capítulo se define el presupuesto referencial tanto de dispositivos electrónicos y equipos para la implementación del presente proyecto de ingeniería.
- Además se realizará el análisis de costo – beneficio del proyecto en cada una de las repetidoras

CAPITULO VIII: Conclusiones y recomendaciones

- En este capítulo se redactan las conclusiones del proyecto, y las recomendaciones para el mejoramiento e instalación en el resto de repetidoras, así como sugerencias para una posible ampliación de ser necesario.

1.5 APÉNDICES

- Se incluye las hojas técnicas sobre los diferentes dispositivos utilizados para el diseño del controlador de transferencia de energía; se presenta información complementaria en “anexos” expresando detalles de cada actividad realizada en el proyecto.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA RED MODE

El presente capítulo empieza haciendo una breve referencia a las más importantes formas de generación de energía eléctrica, para luego enfocarse en aquellas que están siendo utilizadas en la alimentación de los equipos de la Red MODE. Además describe en forma general el funcionamiento y componentes de los equipos de las estaciones y el actual sistema de transferencia de energía.

2.1. TIPOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La generación eléctrica se realiza, básicamente, mediante un generador; si bien estos no difieren entre sí en cuanto a su principio de funcionamiento, varían en función a la forma en que se accionan.

2.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE ENERGÍA

Las fuentes de energía se pueden clasificar en:

- RENOVABLES
- NO RENOVABLES

2.1.1.1 FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES

Las energías renovables son aquellas que, llegan en forma continua a la Tierra y que a escalas de tiempo real parecen inagotables. En la tabla 2.1 se observan las principales fuentes de energía renovable y sus características más importantes.

Tabla 2.1 Energías renovables

TIPO DE ENERGÍA	CARACTERÍSTICAS
Energía Eólica	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utiliza el viento como energía primaria ➤ Potencia desde 1KW hasta varios MW. ➤ Aprovecha el 59% de la energía eólica para convertirla en energía eléctrica.
Energía de Biomasa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Transformación de materia orgánica en energía calórica o eléctrica ➤ Métodos: Combustión directa, digestión anaerobia, fermentación alcohólica, pirolisis, gasificación.
Energía Mareomotriz	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprovecha la fuerza del mar para generar energía eléctrica ➤ Limpia e inagotable. ➤ Puede aportar unos 635.000 GW/h anuales ➤ Elevado costo anual por KW de capacidad.
Energía Hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utiliza como fuente primaria la fuerza del agua ➤ Es la más utilizada actualmente en nuestro país.
Energía Solar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprovecha la energía lumínica proveniente del sol para crear energía eléctrica ➤ La corriente producida por el campo de módulos y almacenada en la batería es corriente continua a una tensión que generalmente es de 12V, 24V ó 48V ➤ Totalmente autónomo e independiente ➤ Los paneles solares tienen una larga vida útil y son resistentes a las condiciones climatológicas adversas, como lluvia, viento, o granizo.

2.1.1.2 FUENTES DE ENERGÍA NO RENOVABLE

Aquellas fuentes de energía que una vez terminadas, no será posible rehabilitarlas ni volver a usarlas.

Tabla 2.2 Energías no renovables

TIPO DE ENERGÍA	CARACTERÍSTICAS
Energía Térmica	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se basa en el intercambio de energía calórica en energía mecánica y luego en energía eléctrica ➤ Sus orígenes eran máquinas de vapor a pistón, similares en su funcionamiento a una locomotora y que movían al generador
Energía Geotérmica	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Es la energía almacenada bajo la superficie de la tierra en forma de calor.
Energía Nuclear	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Es aquella que se libera como resultado de cualquier reacción nuclear. ➤ Esta energía puede obtenerse bien por fisión (división de los elementos pesados) o bien por fusión (unión de elementos muy ligeros).
Grupos electrógenos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Son máquinas que mueven un generador a través de un motor de combustión interna. ➤ Su principal utilidad es generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico, generalmente son zonas apartadas con pocas infraestructuras y muy poco habitadas.

2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA RED MODE

La red MODE del CC. FF. AA. fue diseñada y creada para permitir un seguro y continuo flujo de información entre las bases militares a nivel nacional, es por ello que se busca garantizar el correcto funcionamiento de los equipos de comunicación y de alimentación de todos los componentes de la red.

La red se compone de estaciones principales, y de repetidoras; para el presente estudio se han considerado únicamente aquellas que cuentan con sistemas fotovoltaicos instalados debido a que se busca optimizar el uso de este sistema en la alimentación de los equipos de comunicación de cada repetidora.

Las estaciones principales que conforman el anillo de comunicación nacional son:

- Quito
- Guayaquil
- Machala
- Coca

Cada una de estas estaciones se divide en anillos secundarios o subsistemas, los cuales a su vez cuentan con varias estaciones repetidoras dentro de su configuración. En la tabla 2.3 se enlistan las repetidoras que cuentan con sistemas fotovoltaicos instalados.

Tabla 2.3 Repetidoras de la Red MODE con paneles solares instalados

ORD	E STACIONES	Vdc	ORD	E STACIONES	Vdc
1	SAN LORENZO	- 48	38	TIPUTINI	-48
2	CERRO ZAPALLO	- 48	39	NUEVO ROCAFUERTE	+12
3	GF-25 "ESMERALDAS"	+ 12	40	COOPER	-48
4	CERRO TROYA	- 48	41	LUMBAQUI	-48
5	CERRO CAYAMBE	- 48	42	ZANCUDO	-48
6	CERRO TABLON	- 48	43	NAPO GALERAS	-48
7	DESTAC. NAVAL BALAO	+ 12	44	SHUSHUFINDI	+12
8	ESTACION DE MIRAVALLE	- 48	45	PAUSHIYACU	-48
9	DEF. AEREA MACHALINGO	- 48	46	SANSAHUARI	-48
10	REPET. LA INDEPENDENCIA	- 48	47	PALMA ROJA	-48
11	CERRO LA JUANITA	- 48	48	NUEVO PANUPALI	-48
12	CERRO PILISURCO	- 48	49	SANTA CLARA	-48
13	LOMA AYALA	- 48	50	ABITAHUA (DIGITAL)	-48
14	LOMA POLVORA	- 48	51	ABITAHUA ANALOGICA	-48
15	QUEVEDO - GFE- 26	- 48	52	PAVACACHI	-48
16	CERRO AZUCENA	- 48	53	LOROCACHI	-48
17	CERRO DE ANIMAS	- 48	54	TAISHA	-48
18	REPETIDORA POSORJA	- 48	55	MONTALVO	-48
19	CERRO DE SALINAS	- 48	56	CAL DE LOJA	+12
20	CERRO COROZO	-48	57	CERRO TOLEDO	-48
21	CERRO CABUYAS	-48	58	CERRO SAN RAMON	-48
22	CARSHAO	-48	59	ZUMBA	-48

ORD	E STACIONES	Vdc	ORD	E STACIONES	Vdc
23	PATUCA	-48	60	CATAMAYO	-48
24	SANTIAGO	+12	61	CERRO MORUPE	-48
25	SANTA BARBARA	-48	62	CERRO ACACANA	-48
26	PATOCOCHA	-48	63	CERRO TRES CRUCES	-48
27	CERRO BOSCO	-48	64	BALAO CHICO	-48
28	CERRO TINAJILLAS	-48	65	ARENILLAS	+12
29	DIREL - MULLOPUNGO	+12	66	LOMA PALMAR	-48
30	CERRO CHILLA	-48	67	REP. SAN JOAQUIN	-48/+12
31	CERRO CRUZ	-48	68	PTO. AYORA	-48/+12
32	REPETIDOR ANKUASH	-48	69	CAP. SEYMOUR	-48/+12
33	CERRO BOMBOIZA	-48	70	PTO. IBARRA	-48/+12
34	GUALAQUIZA	+12	71	PTO. VILLAMIL	-48/+12
35	SANTA CECILIA	+12	72	CERRO CROKER	-48/+12
36	LAGO AGRIO	-48	73	GRUPO AEREO BALTRA	-48/+12
37	PUTUMAYO	-48			

2.3. COMPONENTES DE LA RED

2.3.1 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

Cada estación repetidora ha sido implementada de acuerdo a las necesidades de la red, por ello no en todas las estaciones existen los mismos sistemas de comunicación. En la tabla 2.4 se indican los sistemas utilizados en la red MODE y sus características generales.

Tabla 2.4 Sistemas de comunicación utilizados en la red MODE

SISTEMA	CARACTERÍSTICAS
CONMUTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cuenta con un conmutador digital automático que puede trabajar en varias configuraciones: MONO ACT, MULTI ACT y RED ➤ 4 Centrales telefónicas principales ubicadas en: Quito, Guayaquil, Machala y Coca ➤ 3 Nodos secundarios ubicados en: Comandancia de la Fuerza Terrestre, Taura y Salinas (gestión independiente) ➤ 25 ACT's periféricos ➤ Total Abonados:3800

MULTIACCESO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema de Comunicación digital por radio. ➤ De tipo punto a multipunto. ➤ Emplea la técnica de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA-PCM). ➤ La capacidad del Sistema es de 4Mbps. ➤ Utiliza la banda de frecuencia de 2,4 GHz ➤ Diez (10) sistemas: Quito 1, 2, 3; Guayaquil 1, 2, 3, 4; Machala 1, 2; Coca 1 ➤ Enlaces a 4 Mbps Máxima 2048 ➤ Abonados por terminal: 16 y 80
P.D.H.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema de Radio Microonda Punto a Punto ➤ Jerarquía Digital Plesiócrona ➤ Transporta 16 E1(s) entre Anillos y 4 E1(s) entre los enlaces ➤ Une el resto de sistemas que conforman la red digital MODE.
SATELITAL	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema de comunicación satelital. ➤ 1.5 Mbps de ancho de banda. ➤ Trabaja en banda C. ➤ 1 Estación principal y 6 estaciones repetidoras. ➤ Sistema de backup para la red MODE digital.
TRONCALIZADO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema de Radiocomunicación fijo y móvil terrestre ➤ Conformado por pares de frecuencias. ➤ Las estaciones establecen comunicación mediante el acceso en forma automática a cualquiera los canales y frecuencias asignadas al sistema que esté disponible. ➤ Sistema conformado por estaciones fijas, móviles, repetidoras y centros de conmutación ➤ Seguridad y confiabilidad en cobertura. ➤ Operación rápida y eficiente. ➤ Comunicaciones avanzadas con encriptación y codificación de mensajes.

2.3.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Las 73 repetidoras de la red MODE que son objeto del presente estudio cuentan principalmente con dos tipos de fuentes de alimentación: fotovoltaica y de la red pública.

2.3.2.1 FUENTE: FOTOVOLTAICA

El sistema fotovoltaico ha sido instalado con el objetivo de reducir costos en el pago de la energía eléctrica, la misma que en un inicio fue la principal fuente de alimentación para los equipos de comunicación de la red, pero debido a un deficiente sistema de elección y transferencia de energía nunca se alcanzó el objetivo inicial.

El sistema fotovoltaico instalado en cada estación está constituido por tres elementos principales:

- Campo de módulos fotovoltaicos.
- Baterías
- Sistema de regulación y control

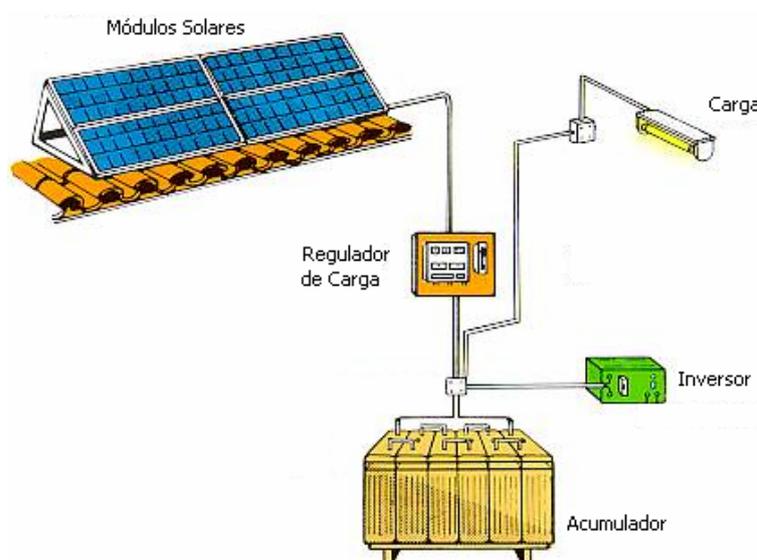


Fig. 2.1 Sistema fotovoltaico

El campo de módulos fotovoltaicos está formado por la asociación en serie y paralelo de los módulos fotovoltaicos necesarios para asegurar, incluso en días de muy baja radiación solar, que la energía generada sea suficiente para satisfacer las necesidades de energía de los equipos de comunicación de la red.

Las baterías empleadas en el sistema son de tipo estacionario tubular, de plomo-ácido, formadas por la asociación en serie de 24 vasos de 2V nominales cada uno para proporcionar 48 voltios.

El sistema de regulación y control se encarga de mantener a la batería en estado de flotación, evitar su sobrecarga e interrumpir automáticamente la conexión entre la batería y el consumo cuando el estado de carga de la batería esté muy bajo. Además el sistema instalado cuenta con alarmas por baja y por alta tensión.

2.3.2.2 FUENTE: RED PÚBLICA

Debido a que los equipos de comunicación de la red MODE se alimentan con un voltaje de -48VDC, se hace necesaria la presencia de una planta de generación del voltaje necesario a partir de los 110VAC de la red pública, dicha fuente la constituye la planta de energía de marca Benning. De acuerdo a la carga instalada en cada repetidora, se cuenta con dos tipos de plantas Benning, de 48V - 15A y de 48V - 30A.

Desde la planta de energía Benning se alimenta al banco de baterías, el mismo que es la fuente final de voltaje para los equipos de comunicación y, dependiendo de la estación repetidora, constituye también la fuente de energía para equipos de uso doméstico del operador.

2.4. TRANSFERENCIA DE ENERGÍA

Actualmente la red MODE cuenta con un sistema de transferencia de energía muy básico formado por un circuito constituido por dos diodos, el cual admite dos entradas de energía: una desde los paneles solares y la otra a partir del rectificador Benning, y obtiene como salida a la fuente de energía que presente el voltaje más positivo, enviándola a la entrada de voltaje del banco de baterías.

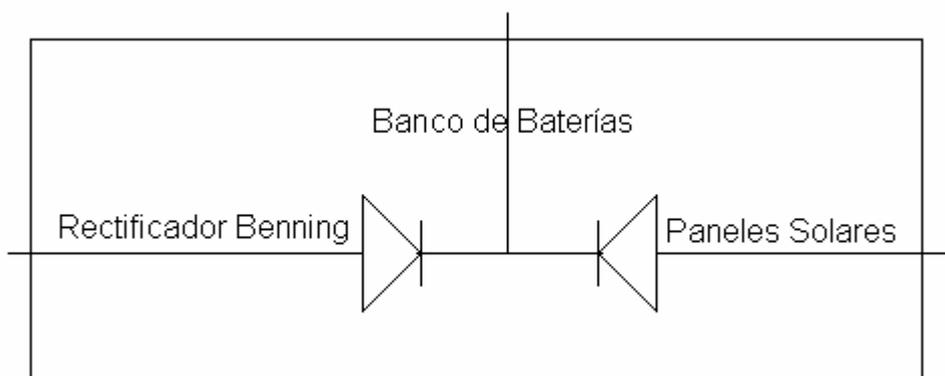


Fig. 2.2 Sistema actual de transferencia de energía

Por lo visto en la figura 2.2 y considerando que la energía de la red pública es siempre constante y no está sujeta a la radiación solar, como es el caso de la energía proveniente de paneles solares, resulta obvio imaginar que la gran mayoría del tiempo las baterías van a ser alimentadas por la fuente Benning, gastando así la energía pública aún cuando los paneles solares podrían entregar el voltaje necesario.

El objetivo principal del presente proyecto es aprovechar y dar prioridad a los recursos de los paneles solares ya instalados y obtener de ellos la energía suficiente para alimentar los equipos de las repetidoras, reduciendo el consumo de energía eléctrica de la red pública.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE HARDWARE

3.1 REQUERIMIENTOS

Considerando que la red MODE del CC. FF. AA. debe estar en continuo funcionamiento, el sistema de transferencia de energía debe cumplir una serie de condiciones concretas para garantizar la alimentación de los equipos de comunicación de la red.

Una de las características principales es la detección de presencia de los diferentes tipos de energía (fotovoltaica, de la red pública y la generada por los grupos electrógenos) que serán las fuentes alternativas de alimentación de los equipos de comunicación. Mediante el uso de sensores, el controlador detectará con que fuente de energía cuenta y de acuerdo a los parámetros indicados en la lógica de programación, optará por una de ellas.

Además, el controlador deberá ser capaz de sensar los niveles de voltaje del banco de baterías con el fin de precautelar su vida útil, evitando una sobrecarga o una descarga del mismo hasta niveles fuera del rango recomendado por el fabricante.

Por la situación actual de los equipos conversores (plantas de energía Benning) que existen en cada repetidora, es necesaria la implementación en el controlador

de una etapa de acondicionamiento de señal, debido a que dichos rectificadores con el paso del tiempo han perdido exactitud y no entregan el voltaje para el que fueron diseñados inicialmente.

Para un posterior estudio estadístico de las características climatológicas y la afectación respectiva a los niveles de energía provenientes de los paneles solares, se determinó que el controlador debe poseer sensores analógicos que tomen datos de las variaciones de voltaje en dichos paneles solares.

En lo que respecta al hardware necesario para la comunicación, se hace indispensable un dispositivo que permita la conversión de todas las señales del controlador, inicialmente seriales, a protocolo Modbus TCP/IP pues, para la transmisión de datos desde las repetidoras hacia las centrales de control y monitoreo se planea utilizar un canal de 64kbps del sistema Multiacceso de la red MODE.

3.2 ESQUEMA GENERAL

En la figura 3.1 se muestra un esquema general del sistema controlador en diagrama de bloques.

Las etapas de entradas digitales, analógicas y de potencia adquieren y envían sus respectivas señales a la etapa de control, en donde dichas señales serán administradas de acuerdo a la lógica de programación y generarán respuestas que a su vez serán enviadas a los actuadores por medio de la etapa de salidas a relé. Además, gracias a la etapa de comunicaciones, la etapa de control puede enviar información de las variables del proceso y recibir parámetros y órdenes desde la estación de supervisión y control.

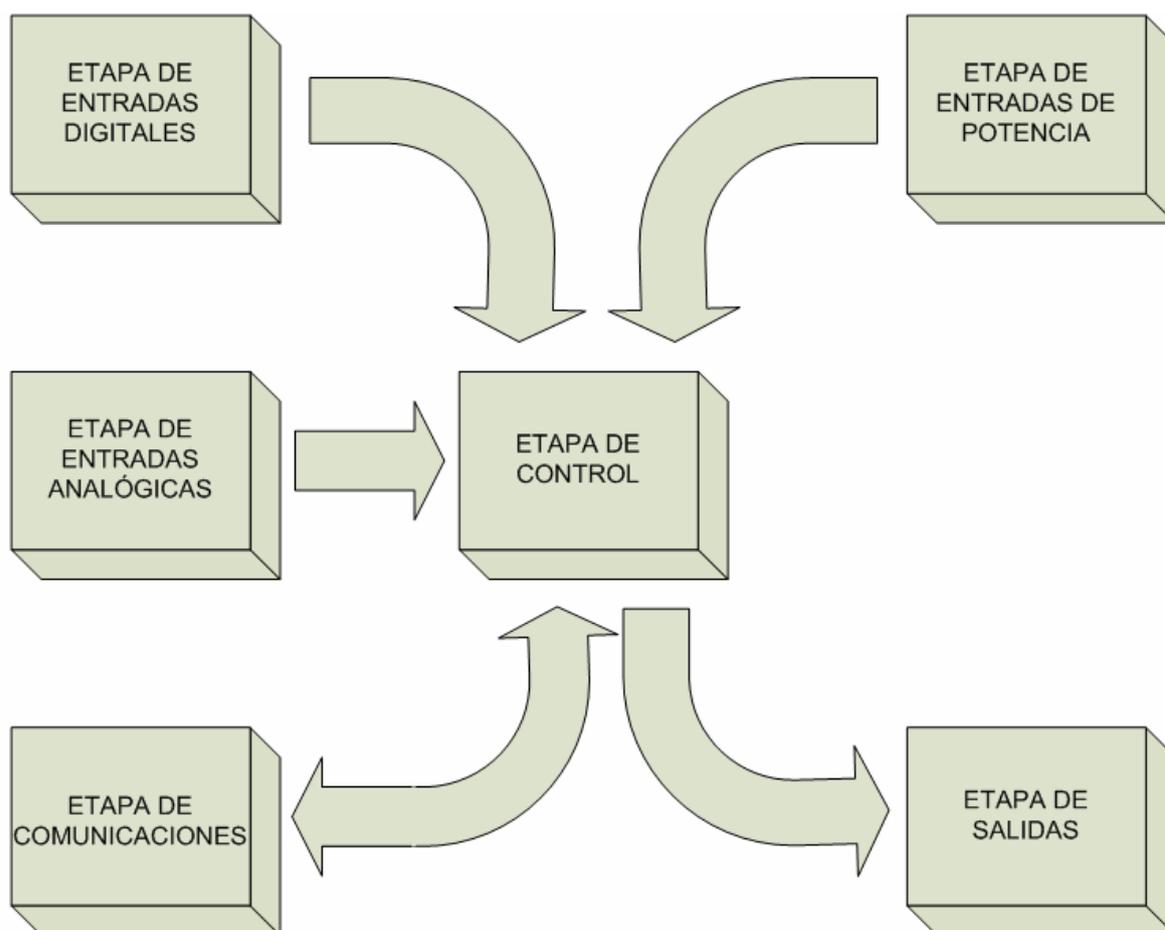


Figura 3.1 Diagrama general de bloques del controlador de transferencia de energía

3.3 DISEÑO

El controlador está compuesto por varios subsistemas o etapas que trabajan en conjunto para cumplir con los requerimientos deseados. A continuación se describe el funcionamiento y las características principales de cada una de las etapas así como también se indican los componentes físicos con los que deben contar.

3.3.1 ETAPA DE ENTRADAS DIGITALES

Esta etapa recibe el voltaje de 24VDC proveniente desde el banco de baterías del sistema fotovoltaico, necesario para la alimentación y el funcionamiento del sistema controlador y está conformada por un interruptor ON – OFF para activar o desactivar el controlador, un pulsador de start y otro de stop para ejecutar o

detener el programa lógico y un sensor de presencia de energía de la red pública, que en este caso es una fuente de voltaje con una entrada de 121VAC y 60Hz y una salida de 24VDC. Se escoge esta opción debido al bajo costo que representa en comparación con otros sensores por ejemplo los RCU (relé de control de tensión).

Igualmente esta etapa cuenta con una luz piloto que indica si el controlador está encendido o apagado. En la figura 3.2 se muestra gráficamente los elementos que conforman esta etapa.

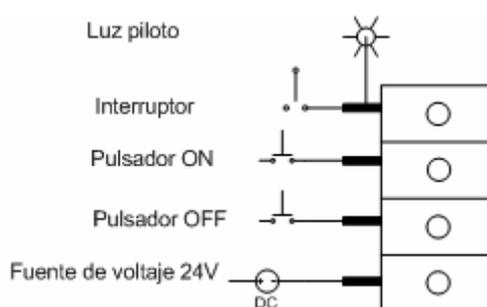


Figura 3.2 Etapa de entradas digitales

3.3.2 ETAPA DE ENTRADAS ANALÓGICAS

En esta etapa se recibirán valores de los niveles de voltaje entre 0VDC y 60VDC que vienen desde los paneles solares y el banco de baterías. Los datos obtenidos servirán para determinar si la energía entregada es suficiente o no para cargar el banco de baterías y alimentar los equipos de comunicación. Además, los valores de estas variables entran a una base de datos construida para el análisis estadístico de luminosidad en las repetidoras.

Esta etapa cuenta con una subetapa de acondicionamiento de señales debido a que la mayoría de dispositivos utilizados para sensar entradas analógicas de voltaje trabajan en el rango de 0 a 10VDC. En la figura 3.3 se muestra la configuración de esta etapa así como los valores de voltajes de entrada y los

valores de las resistencias, obtenidos luego de varios cálculos, necesarios para alcanzar el voltaje requerido.

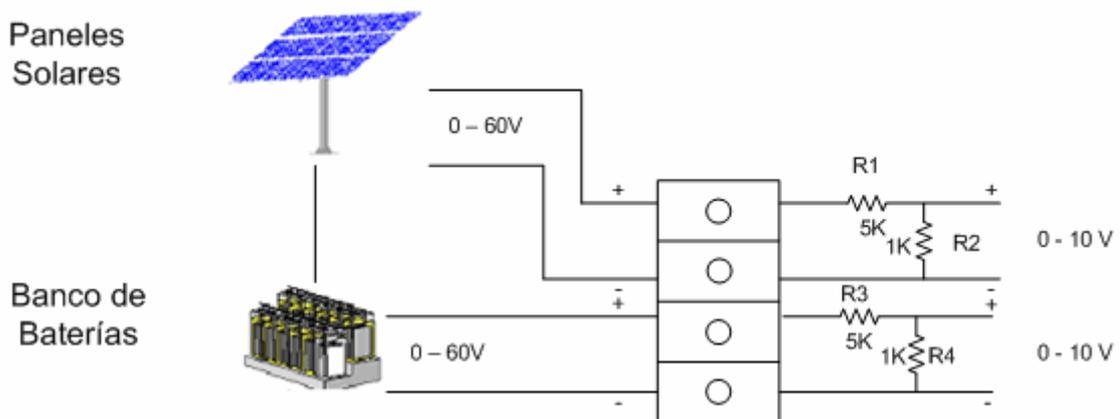


Figura 3.3 Etapa de entradas analógicas

El acondicionamiento de señales se lo realiza mediante la construcción de un divisor de voltaje que responde a la configuración indicada en la figura 3.4. Los valores de las resistencias necesarias se calculan de acuerdo al valor del voltaje presente en la entrada en relación con el voltaje deseado a la salida como se muestra a continuación.

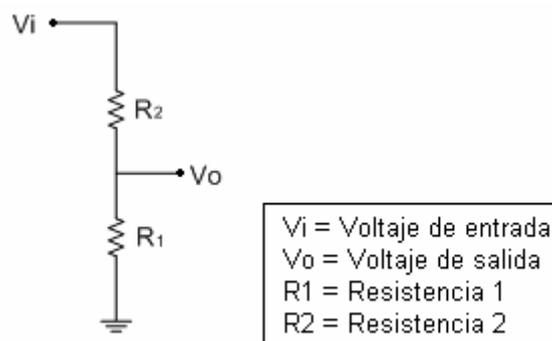


Figura 3.4 Configuración de divisor de voltaje

$$V_o = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) * V_i$$

$$V_o = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) * V_i^k$$

$$V_o = K * V_i$$

$$\frac{V_o}{V_i} = K$$

Para el caso particular de este circuito:

$$V_o = 10$$

$$V_i = 60$$

$$\frac{10}{60} = K$$

$$\frac{1}{6} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)$$

Igualando numeradores:

$$R_1 = 1$$

$$R_2 = 5$$

El valor de las resistencias puede variar de acuerdo a la conveniencia del diseño pero siempre debe mantener la relación existente entre el voltaje de salida y el voltaje de entrada que es 1/6. Para el presente diseño se han tomado los valores de:

$$R_1 = 1K\Omega$$

$$R_2 = 5K\Omega$$

3.3.3 ETAPA DE ENTRADAS DE POTENCIA

Esta etapa es la encargada de recibir la energía desde los equipos alimentadores como son: el banco de baterías y la planta de energía Benning. Aquí también se cuenta con una subetapa de acondicionamiento de señal ya que la planta de energía Benning no entrega en todos los casos el voltaje de 48VDC requerido por los equipos de comunicación.

Para este caso, el divisor de voltaje cuenta con una resistencia variable lineal de precisión de 0 a 5K Ω que debe ser previamente ajustada de acuerdo al valor

del voltaje entregado por el rectificador. Los cálculos para encontrar los valores de las resistencias se han realizado análogamente a lo hecho en el subcapítulo anterior. Así mismo en la figura 3.5 se muestra gráficamente la configuración de esta etapa.

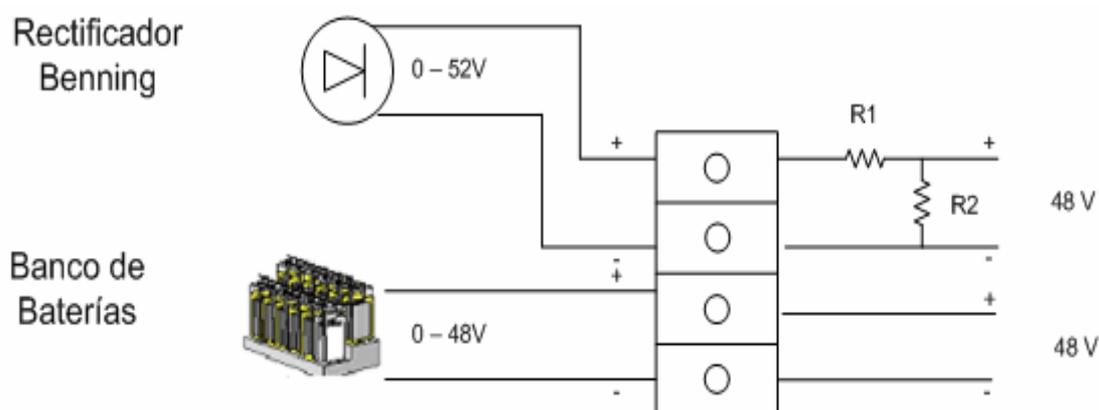


Figura 3.5 Etapa de entradas de potencia

3.3.4 ETAPA DE CONTROL

La etapa de control está formada por un controlador lógico programable (PLC) en el que se almacena el programa que controla el sistema, a la vez que se procesan las señales provenientes de las diferentes etapas de entradas y se generan las salidas de acuerdo a la lógica de programación. El PLC debe tener capacidad de memoria y velocidad de procesamiento aceptables y una gran velocidad de conmutación en el cambio de estado de activo a inactivo y viceversa de sus salidas de relé, para garantizar la rápida selección de fuente de energía sin dejar que el sistema se apague en ningún momento.

Las especificaciones técnicas requeridas del PLC se detallan posteriormente junto con las especificaciones de los demás dispositivos y materiales necesarios para la construcción del proyecto.

3.3.5 ETAPA DE SALIDAS

Consta de tres salidas a relé, una por cada línea positiva de cada fuente de energía utilizada (fotovoltaica, red pública y grupos electrógenos), y una salida común que es la línea negativa de todas las fuentes de energía (Figura 3.6).

En esta etapa se produce la conmutación de una las fuentes de energía para la alimentación de los equipos de acuerdo a la lógica de programación y los resultados del procesamiento de datos en la etapa de control. Cabe anotar que no es posible que dos fuentes de energía sean utilizadas simultáneamente, además existe una luz piloto que indica cual es la salida que está siendo utilizada.

Además, esta etapa cuenta con una salida de transistor utilizada para activar una sirena que será la señal audible de alarma. Esta sirena variará de intensidad y duración de acuerdo al nivel de la alarma que se produzca.

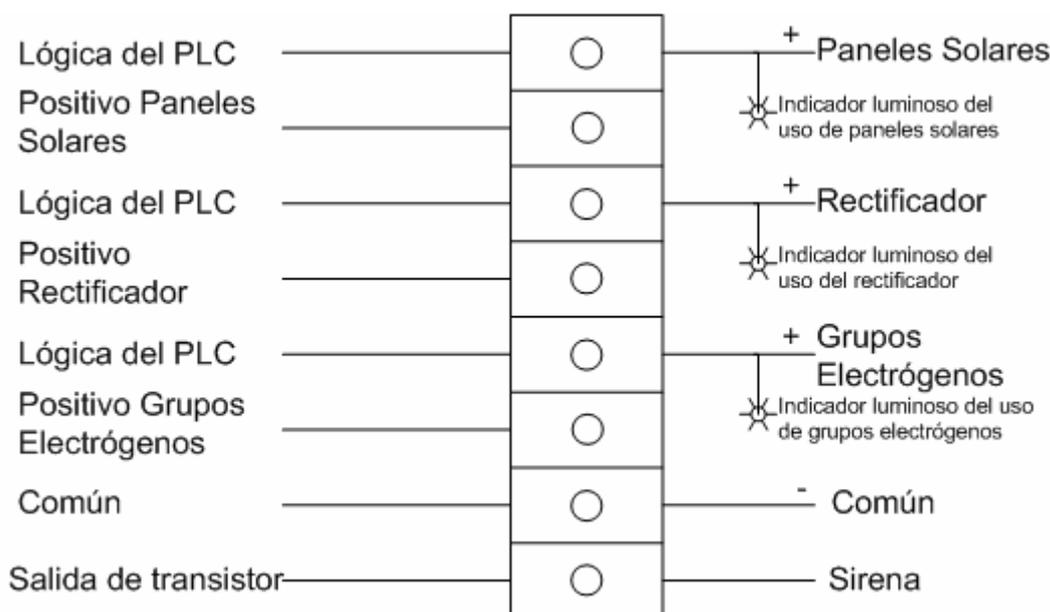


Figura 3.6 Etapa de salidas

3.3.6 ETAPA DE COMUNICACIONES

Consta de un dispositivo que sirve como traductor entre el controlador y el canal de transmisión. El uso de este dispositivo es imprescindible para la

transmisión de datos entre la repetidora y la central de supervisión y control, ya que el sistema diseñado ocupa un protocolo asincrónico (Modbus) y el canal proporcionado por la institución militar en el sistema Multiacceso, ocupa el protocolo sincrónico G703 (Ver ANEXO A).



Figura 3.7 Etapa de comunicaciones

La figura 3.7 muestra la interacción del controlador con el sistema de comunicación Multiacceso a través de la etapa de comunicaciones. Se observa además en este esquema de bloques que la comunicación se hace en doble vía, ya que en cualquier momento el controlador puede recibir y enviar datos a la central y viceversa.

Para una exitosa comunicación entre sistemas es muy importante la sincronía, pues de esta depende que los datos a transmitir lleguen a su destino en forma completa, en el tiempo requerido y de manera que puedan ser interpretados por el receptor. El dispositivo requerido en esta etapa recibe las señales asincrónicas del PLC y las transforma en señales sincrónicas que serán enviadas por el canal de transmisión y pueden ser receptadas e interpretadas por los equipos en la central de supervisión y control, pudiendo hacerlo también de manera inversa, empezando la comunicación desde la central y terminando en el PLC de la repetidora.

Por medio de la etapa de comunicaciones se transmitirán los valores de variables, estado de sensores y alarmas desde el PLC a la central, y se recibirán parámetros como set point de variables, órdenes como ejecutar – detener la aplicación lógica, y demás señales que el operador necesite enviar a la estación remota.

3.4 ESPECIFICACIONES

De acuerdo al análisis de las diferentes etapas de diseño, se podrían considerar varias opciones de elementos necesarios para la posterior implementación del prototipo, todos ellos deben cumplir con las características que se listan en las tablas a continuación.

Tabla 3.1 Especificaciones de elementos de la etapa de entradas digitales

ETAPA DE ENTRADAS DIGITALES		
Cantidad	Elemento	Especificaciones
1	Interruptor	Dos posiciones.
2	Pulsador	Normalmente abierto
1	Fuente de voltaje	Voltaje de entrada: 110VAC. Voltaje de salida: 24VDC. Corriente: menor a 1A.
1	Luz piloto	Diodo led color rojo.

Tabla 3.2 Especificaciones de elementos de la etapa de entradas analógicas

ETAPA DE ENTRADAS ANALOGICAS		
Cantidad	Elemento	Especificaciones
1	Módulo de entradas analógicas	Número de entradas analógicas: 2 Voltaje: 0 – 10VDC Intensidad: 0 – 24mA.
4	Bornera	Dimensionadas para cable AWG 16
4	Resistencia	Varios valores, potencia ¼W.
2	Resistencia	Varios valores, potencia 5W.

Tabla 3.3 Especificaciones de elementos de la etapa de entradas de potencia

ETAPA DE ENTRADAS DE POTENCIA		
Cantidad	Elemento	Especificaciones
4	Bornera	Dimensionadas para cable AWG 16
4	Diodo rectificador	1A.
2	Fusibles	1A.
1	Resistencia	Varios valores, potencia ½ W.
1	Resistencia variable	5KΩ Precisión, multivuelta horizontal
1	Resistencia	Varios valores, potencia 5W.

Tabla 3.4 Especificaciones de elementos de la etapa de control

ETAPA DE CONTROL		
Cantidad	Elemento	Especificaciones
1	PLC	Alimentación: 24 ó 48VDC Entradas digitales: 6 Salidas a relé: 6 Salidas a transistor: 2
1	Cable de comunicación PLC – PC	Cable serial

Tabla 3.5 Especificaciones de elementos de la etapa de salidas.

ETAPA DE SALIDAS		
Cantidad	Elemento	Especificaciones
3	Luz Piloto	Diodo led color rojo
4	Bornera	Dimensionadas para cable AWG 16
3	Diodo rectificador	1A.
1	Sirena	24VDC

Tabla 3.6 Especificaciones de elementos de la etapa de comunicaciones.

ETAPA DE COMUNICACIONES		
Cantidad	Elemento	Especificaciones
1	Módulo de comunicación	Entrada: Modbus Salida: Modbus TCP/IP Puertos: RJ45
1	Cable de comunicación	Serial RS485 a RJ45
1	Cable de red	Cruzado

Para la conexión de los diferentes equipos y actuadores a las entradas y salidas del controlador se ha considerado el uso de borneras, las mismas que deben ser capaces de albergar y sujetar los cables que soporten la intensidad de acuerdo a los equipos de donde viene y a donde va la energía. Para el diseño de este prototipo en particular, se ha encontrado conveniente el uso de cables AWG 16, puesto que dichos cables soportan con creces la corriente que circulará por ellos.

Los elementos y particularmente las especificaciones de cada uno han sido considerados en base a la alimentación de los equipos del sistema MULTIACCESO, cuyas características eléctricas se presentan a continuación.

Tabla 3.7 Características eléctricas principales de equipos del sistema MULTIACCESO

SISTEMA MULTIACCESO	
Corriente nominal	800mA
Potencia	44W
Voltaje de alimentación	48 – 54VDC

CAPITULO IV

DESARROLLO DE SOFTWARE

4.1 REQUERIMIENTOS

El software de la aplicación debe cumplir con ciertas características indispensables, como las indicadas a continuación:

- Ser modular
- Ser estable
- Ser escalable
- Poseer niveles de seguridad.
- Ser susceptible a actualizaciones.
- Ser susceptible a ampliaciones.
- Ser compatible con otras aplicaciones

4.2 LÓGICA DE CONTROL

Considerando las características necesarias para el correcto desempeño del controlador, se establece una lógica de control que administra eficientemente los recursos y proporciona datos certeros de los procesos en ejecución. En la figura 4.1 se muestra el diseño general de la lógica de control en la selección de la fuente de energía a utilizar mediante un diagrama de flujo.

Una vez encendido el controlador, se procede a dar el pulso eléctrico manual o su equivalente digital en el control remoto. Luego detecta la presencia de señales en sus entradas digitales, señales que indicarán primeramente la presencia de voltaje proveniente de la red pública y la existencia de grupos electrógenos instalados en la repetidora.

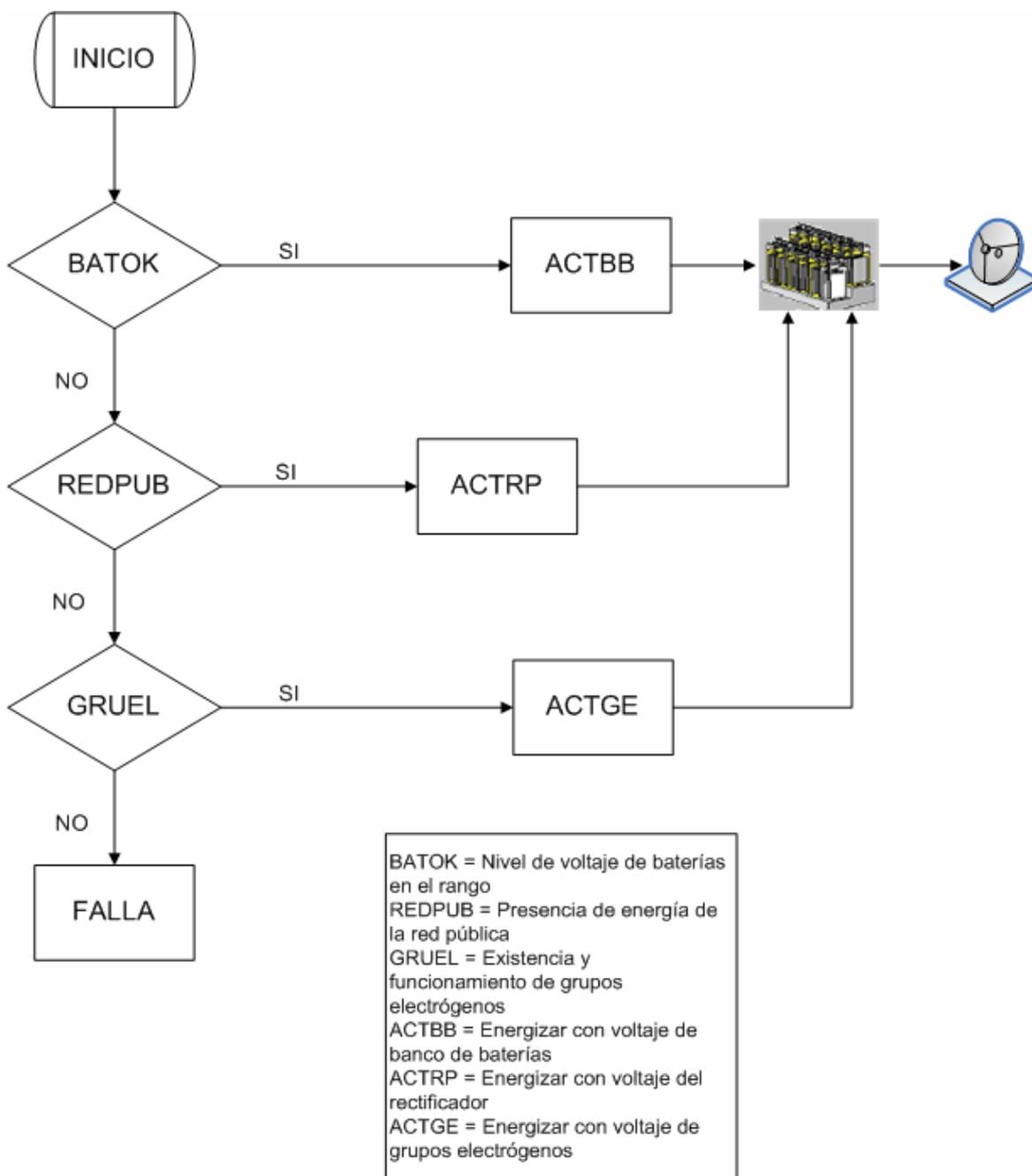


Figura 4.1 Diagrama de flujo de la lógica de programación

A continuación el controlador sensa los niveles de voltaje de los paneles solares y del banco de baterías a través de sus entradas analógicas, y los recibe en registros de palabra de memoria que luego serán comparados para ver si están dentro del rango de voltaje requerido para el correcto desempeño de la aplicación. Esta comparación, se la realiza mediante el uso de banderas, es decir variables que se activan o desactivan de acuerdo a si cumplen o no con ciertas condiciones. Las banderas utilizadas en esta parte, facilitan la programación y el entendimiento general de la lógica del programa, evitando entrar en lazos de repetición y haciendo al programa simple y eficaz (ver Figura 4.2).

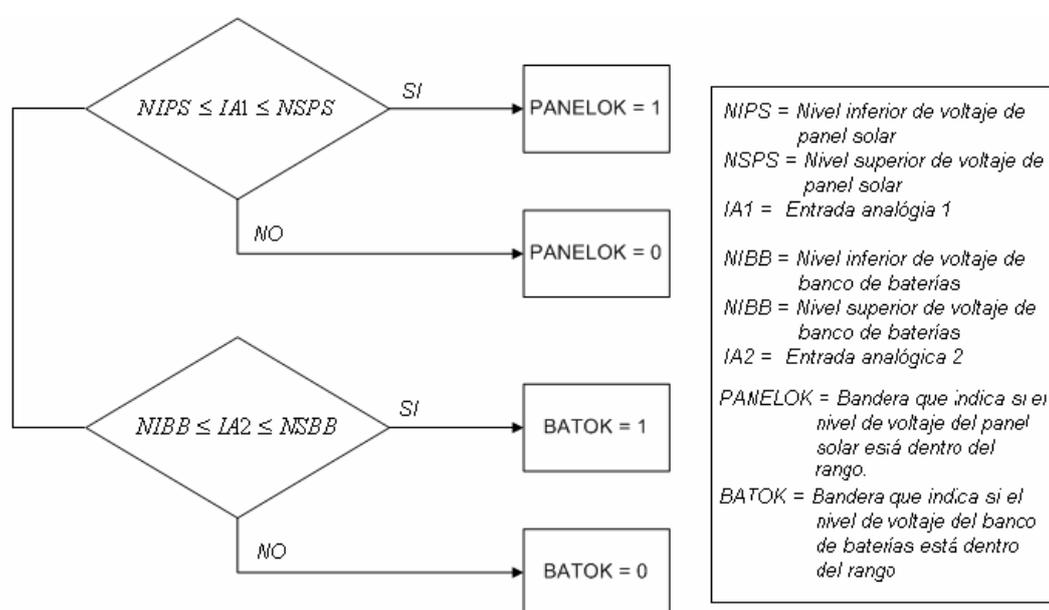


Figura 4.2 Diagrama de flujo del uso de banderas

Los niveles superior e inferior de voltaje del banco de baterías y de paneles solares necesarios para la comparación con el nivel actual, son ingresados por el operador en el HMI de acuerdo a las características particulares de estos equipos en cada repetidora. Las banderas PANELOK y BATOK se encienden o apagan de acuerdo a si el nivel de voltaje en paneles y banco de baterías respectivamente, están dentro del rango especificado por el operador.

Luego, considerando si el voltaje leído del banco de baterías es aceptable y suficiente, se procede a alimentar los equipos con esta fuente de energía, caso contrario se verificará la presencia y el nivel de energía proveniente de la red

pública a través del rectificador para dar paso a que esta fuente cargue el banco de baterías. Si las dos anteriores no entregan un aceptable nivel de voltaje, se optará por cargar el banco de baterías con la energía proveniente de los grupos electrógenos en caso de existir en la repetidora. Tanto el rectificador como los grupos electrógenos cargan al banco de baterías y desde éste se entrega la energía a los equipos de comunicación de las repetidoras.

Una vez activada una de las fuentes alternas de energía para cargar el banco de baterías, ésta se desactiva únicamente cuando el valor del nivel de voltaje del banco de baterías llegue a ser igual al que el operador ingresó como nivel superior en el HMI, caso contrario la fuente de energía alterna seguirá cargando el banco de baterías, de acuerdo al siguiente diagrama (Figura 4.3).

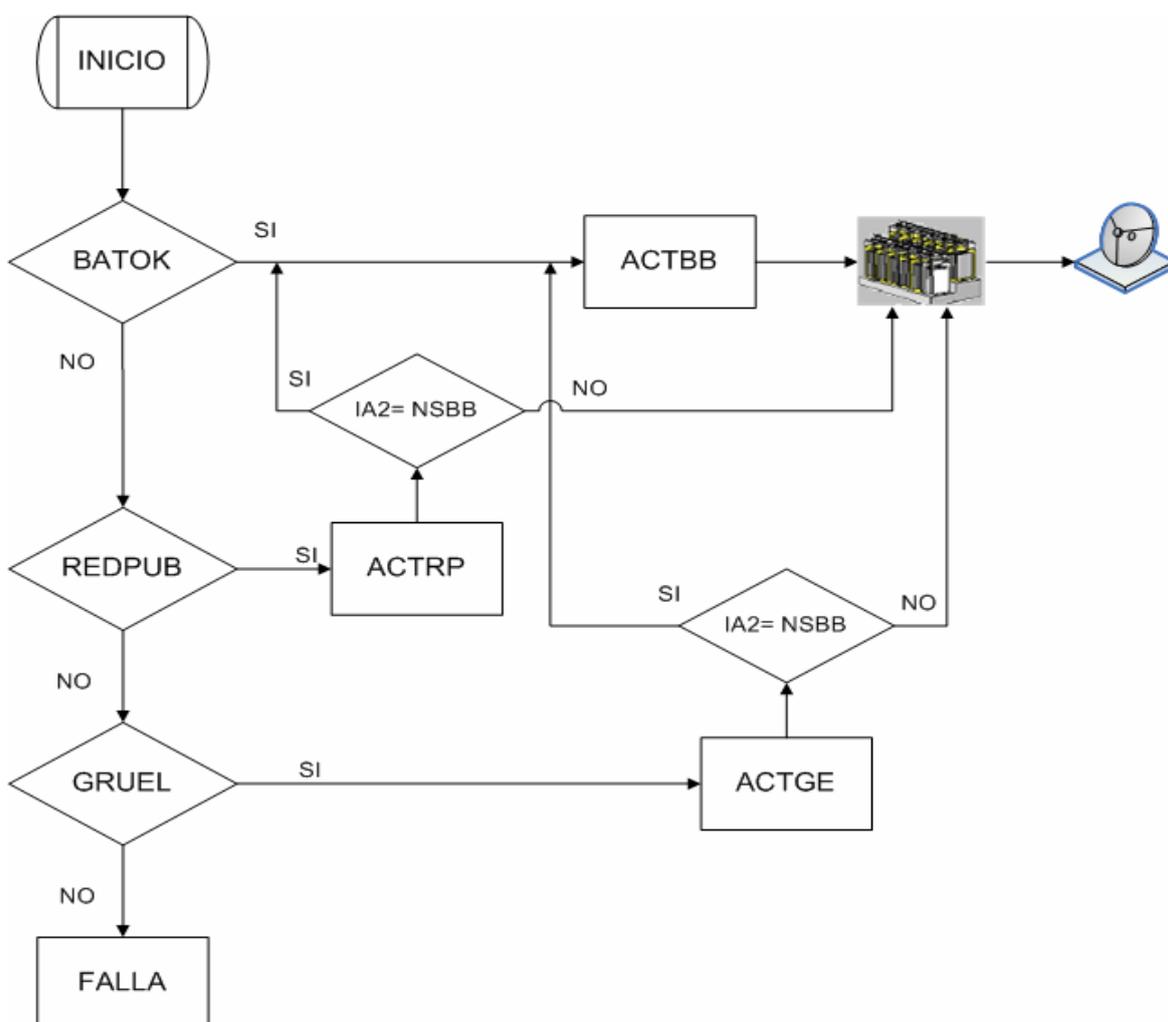


Figura 4.3 Diagrama de flujo de carga de banco de baterías con fuentes alternas

Si de entre las tres fuentes de energía no se puede obtener un voltaje aceptable para alimentar los equipos de transmisión, se encenderá una alarma visual y sonora de falla general.

Existe también la posibilidad de detener la aplicación en curso mediante un pulsador manual o su equivalente digital de control remoto. Las variables que contienen valores, los guardan hasta que el programa vuelva a ser ejecutado.

4.3 INTERFASE HOMBRE-MÁQUINA (HMI)

4.3.1 INTRODUCCIÓN

La idea fundamental en el concepto de interfaz es el de mediación, entre hombre y máquina. La interfaz es lo que "media", lo que facilita la comunicación, la interacción, entre dos sistemas de diferente naturaleza, típicamente el ser humano y una máquina como el computador. Esto implica, además, que se trata de un sistema de traducción, ya que los dos "hablan" lenguajes diferentes: verbocónico en el caso del hombre y binario en el caso del procesador electrónico.

De una manera más técnica se define a una HMI, como conjunto de componentes empleados por los usuarios para comunicarse con las computadoras. El usuario dirige el funcionamiento de la máquina mediante instrucciones, denominadas genéricamente entradas. Las entradas se introducen mediante diversos dispositivos, y se convierten en señales electrónicas que pueden ser procesadas por la computadora. Una vez que la PC ha ejecutado las instrucciones indicadas por el usuario, puede comunicar los resultados mediante señales electrónicas, o salidas en el mismo monitor a determinados dispositivos.

Resumiendo se puede decir que, una HMI es la parte de una aplicación que el usuario ve y con la cual interactúa. Está relacionada con la subyacente estructura, la arquitectura, y el código que hace el trabajo del software, pero no se confunde con ellos. La interfaz incluye las pantallas, ventanas, controles, menús, metáforas,

la ayuda en línea, la documentación y el entrenamiento. Cualquier cosa que el usuario ve y con lo cual interactúa es parte de la interfaz. Una interfaz inteligente es fácil de aprender y usar. Permite a los usuarios hacer su trabajo o desempeñar una tarea en la manera que hace más sentido para ellos, en vez de tener que ajustarse al software.

4.3.2 DISEÑO DE LA HMI

La interfase desarrollada cuenta con tres pantallas definidas, una de control o principal, la pantalla de gráficas de nivel y la de animación y alarmas.

La pantalla de control, está dividida en cuatro bloques. El primero, de activación del programa lógico del controlador, cuenta con dos pulsadores uno para ejecutar el programa y otro para detenerlo, además tiene un indicador luminoso que se enciende cuando el programa se está ejecutando.

El siguiente bloque agrupa varios indicadores luminosos que se activan dependiendo de la presencia y del nivel, de las diferentes fuentes de energía consideradas en el proyecto. Además, se ubica aparte un solo indicador que muestra la autonomía de la batería, dentro del rango especificado por el operador, es decir, este indicador estará encendido siempre que el banco de baterías pueda por si mismo suplir las necesidades de voltaje de la repetidora.

Los márgenes de voltaje superiores e inferiores tanto de los paneles fotovoltaicos como del banco de baterías deben ser ingresados por el usuario, esto, debido a que dichos equipos varían sus características de repetidora a repetidora. Además, se verifica en forma digital su nivel actual de voltaje a través de indicadores virtuales de nivel. Dichos niveles superiores e inferiores son pasados a la aplicación lógica del PLC y sirven, como se indicó anteriormente, para ser comparados con el nivel actual y de acuerdo a ello realizar las acciones pertinentes.

El último bloque está conformado por más indicadores luminosos que se activan de acuerdo a la fuente de energía que está siendo utilizada. En la figura 4.4 se pueden observar los bloques descritos.

Se han incluido también dos botones que sirven de enlace con las otras dos pantallas.

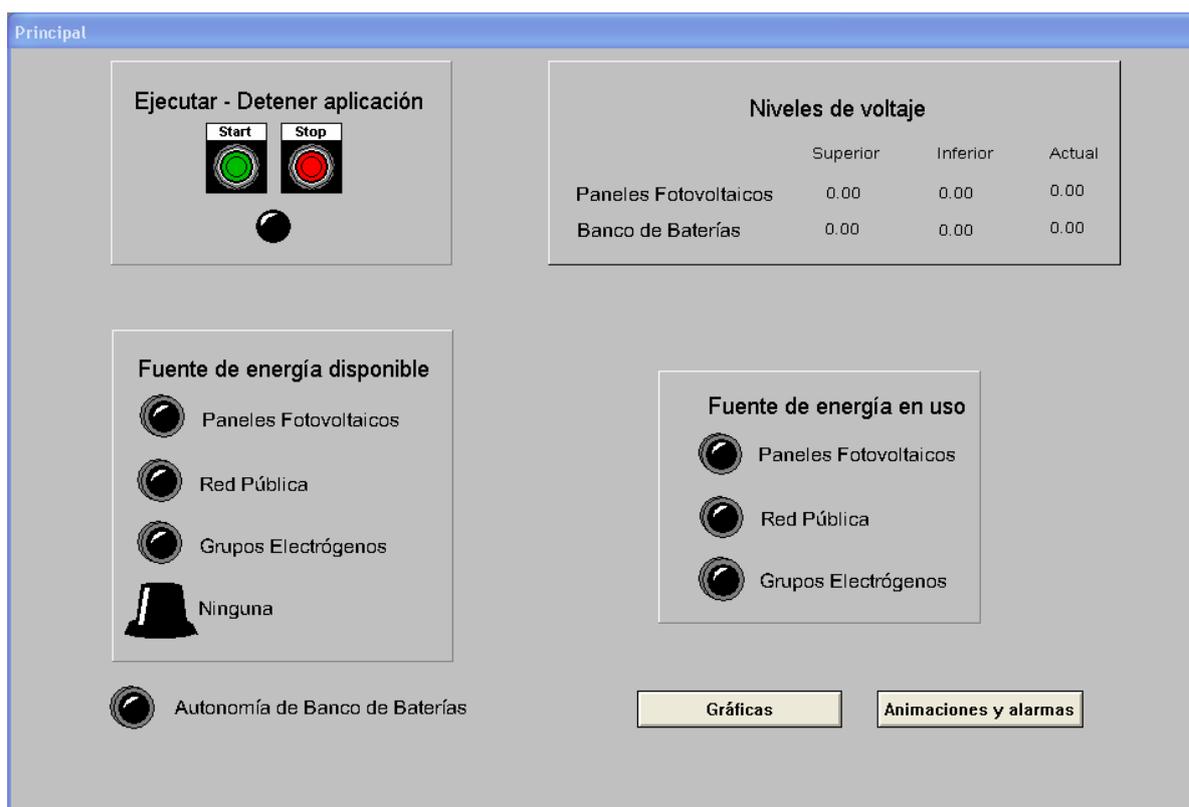


Figura 4.4 Pantalla de controles del HMI

La pantalla de gráficas (Figura 4.5) muestra la tendencia de los niveles de voltaje de los paneles fotovoltaicos y del banco de baterías, además de los límites inferiores y superiores para cada uno de estos equipos, impuestos por el usuario en la pantalla de control.

La última pantalla es la de animación y alarmas (Figura 4.6). Indica de manera gráfica que fuentes de alimentación están disponibles, además de cual esta siendo utilizada en el momento. Esta pantalla cuenta además con alarmas de precaución cuando los niveles de voltaje de los paneles solares y del banco de baterías están a un voltio del límite inferior permitido y una alarma de peligro

cuando dichos niveles de voltaje están por debajo del rango. Las alarmas emiten un sonido que varía en duración, intermitencia y volumen de acuerdo a su importancia.

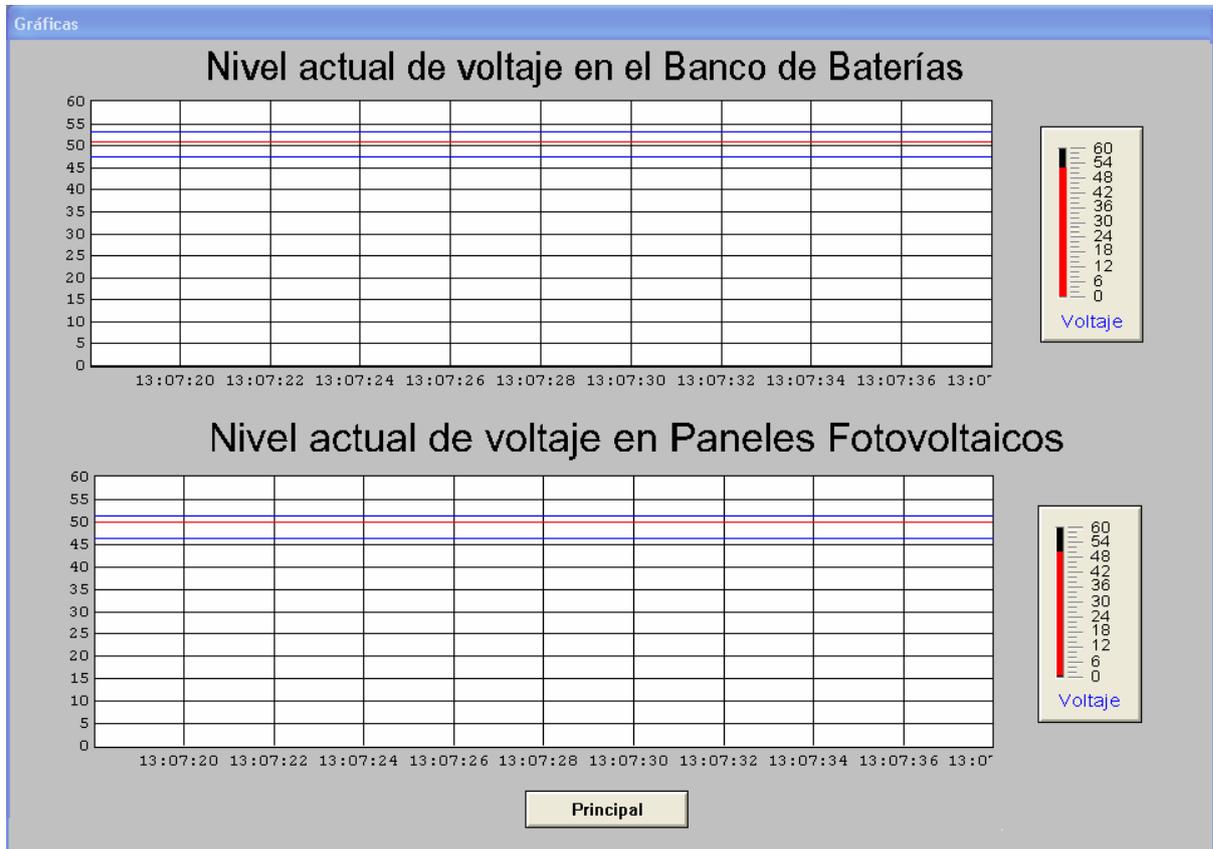


Figura 4.5 Pantalla de gráficas de HMI

El diseño del HMI contempla también el enlace de esta con una base de datos a través de un sencillo macro realizado en Microsoft Excel (ver ANEXO F). La base de datos tomará muestras continuamente y almacenará los valores de las variables utilizadas, pudiendo además generar informes de los mismos.

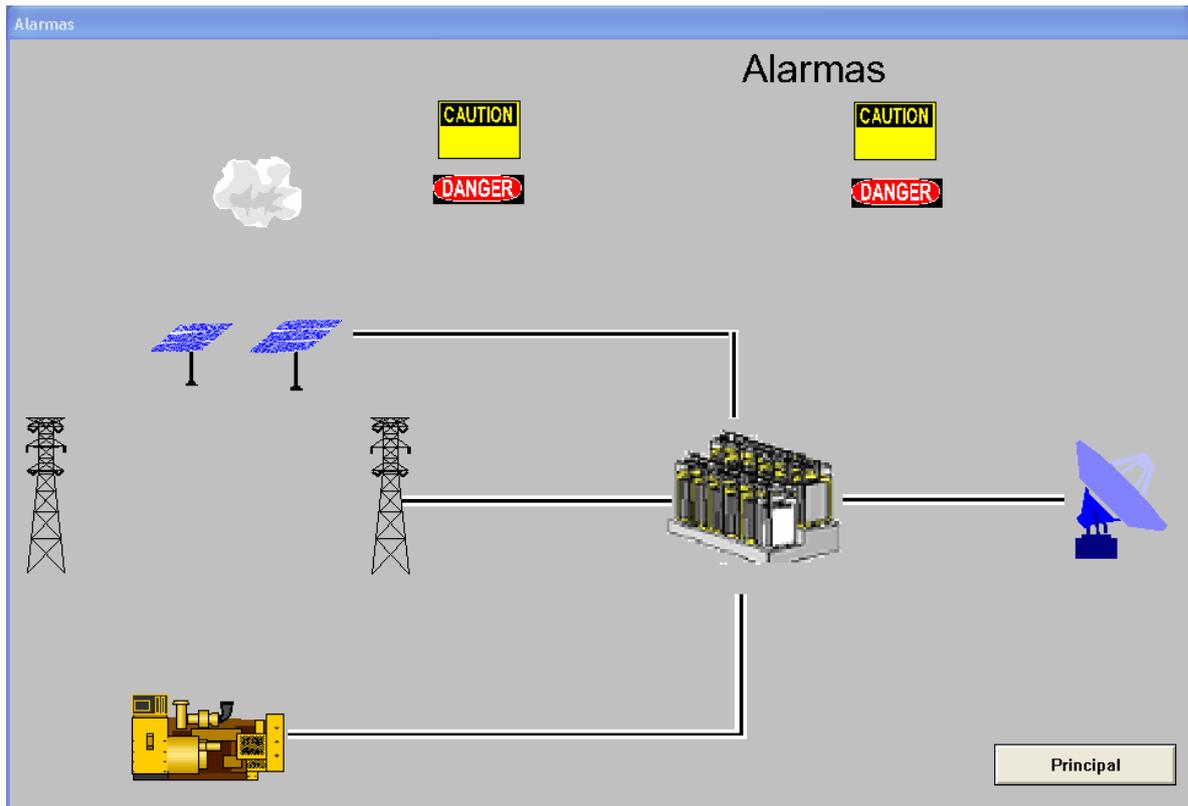


Figura 4.6 Pantalla de animación y alarmas de HMI

CAPÍTULO V

IMPLEMENTACIÓN

5.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA CONTROLADOR DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA

Para el desarrollo completo del sistema controlador se debieron seguir pasos previos, algunos de los cuales se han venido detallando en los capítulos anteriores y otros serán especificados en los numerales siguientes. Todos ellos se pueden sintetizar en el esquema que se muestra en la figura 5.1.

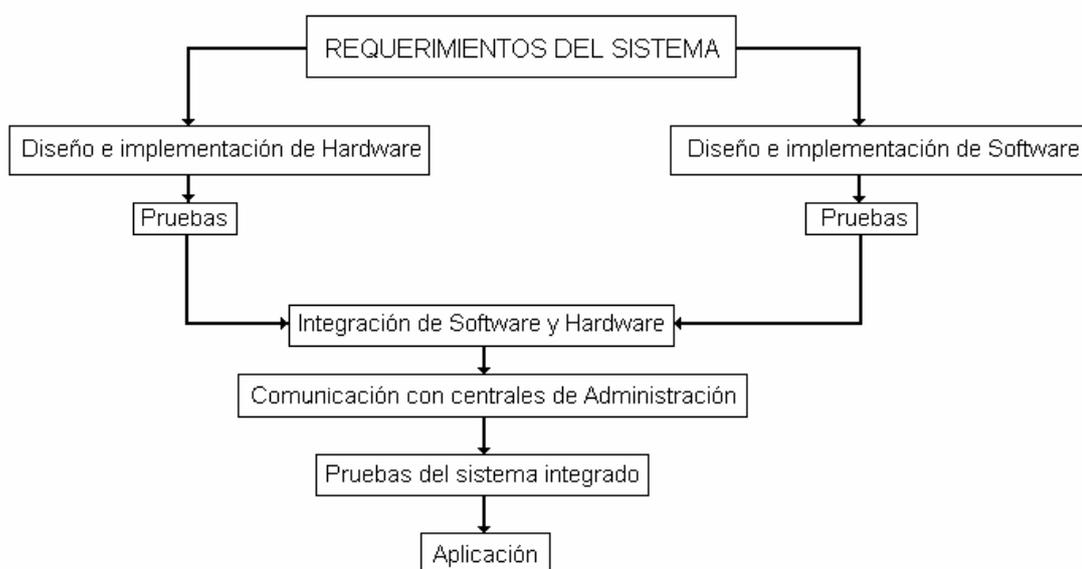


Figura 5.1. Esquema para la implementación del controlador de transferencia de energía

En base a los requerimientos existentes del sistema, se estudiaron y diseñaron características de hardware y software en los capítulos III y IV respectivamente, proponiendo soluciones. Estas propuestas fueron sometidas a pruebas para valorar su funcionalidad y aplicación y posteriormente, puestas en práctica.

Con hardware y software diseñados, construidos y probados por separado, se procede a su integración considerando principalmente la compatibilidad entre sí, y la compatibilidad con el sistema de comunicaciones existente.

Finalmente se realizan pruebas ya con el sistema integrado compuesto por hardware, software y canal de comunicación previo a la aplicación del proyecto en los lugares destinados.

5.2 SELECCIÓN DE COMPONENTES DE HARDWARE

Se han seleccionado para el sistema varios dispositivos que se enlistan a continuación:

- PC de administración del sistema, en la cual se halla instalada el HMI.
- Controlador (PLC TWIDO TWDLMDA20DRT).
- Módulo de entradas analógicas TWDAMI2HT.
- Módulo de comunicaciones TwidoPort.
- Actuadores (relés y contactores).
- Sistema de comunicación (proporcionado por la red MODE)

La PC de administración del sistema se encarga del monitoreo en tiempo real de las variables que gobierna el controlador, ingresa datos y parámetros necesarios en caso de control remoto, y almacena los datos históricos para su posterior análisis. El microprocesador de la PC utilizada debe ser al menos PIII debido a que la interfase hombre – máquina requiere un desempeño rápido y con excelentes recursos.

Considerando el diseño de hardware y las especificaciones indicadas, se ha escogido el PLC Twido TWDLMDA20DRT (ver figura 5.2), ya que este cumple con las características deseadas físicamente y su programación es simple, rápida y sencilla, en comparación con controladores similares de otras marcas.



Figura. 5.2 PLC Twido TWDLMDA20DRT

El PLC cumple con las siguientes funciones:

- Almacena y ejecuta el programa lógico de control del sistema
- Lee las entradas.
- Activa las salidas de acuerdo a la programación.
- Mediante los pulsadores ejecuta o no el programa lógico guardado.
- Al contar con salidas de relé las activa o desactiva de acuerdo a la programación funcionando también como switch.

El módulo de dos entradas analógicas TWDAMI2HT (ver figura 5.3) se encarga de adquirir los datos analógicos de voltaje tanto del banco de baterías como de los paneles solares a través del regulador que maneja el sistema de paneles fotovoltaicos.



Figura 5.3. Módulo de entradas analógicas TWDAMI2HT

Para la comunicación del PLC con la central de supervisión y control, se ha buscado un dispositivo que interprete el protocolo Modbus del controlador y lo cambie a protocolo Modbus TCP/IP para lograr una sincronía y poder transmitir las señales necesarias a través del sistema de comunicación MULTIACCESO del CC. FF. AA. El módulo de comunicaciones TwidoPort (ver figura 5.4) permite realizar esta operación tanto al transmitir, como al receptor información de manera óptima y con total adaptabilidad al sistema controlador diseñado.



Figura 5.4. Módulo de comunicaciones TwidoPort

En la figura 5.5 se muestra el sistema controlador completo, integrado por el PLC, el módulo de entradas analógicas, el módulo de comunicaciones y el módulo controlador. Este último recibe en sus entradas el voltaje de los 3 equipos de alimentación y entrega en su salida la fuente de voltaje escogida luego del proceso lógico.

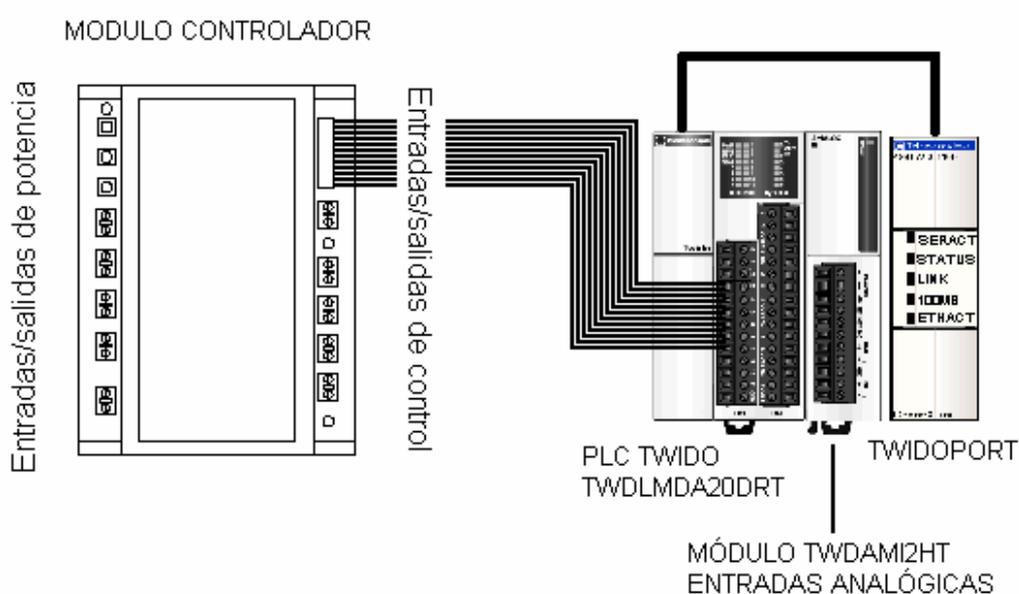


Figura 5.5. Componentes del sistema integrados

Los actuadores (relés y contactores), se utilizan en caso de alta potencia, debido a que las salidas de relé del PLC no han sido diseñadas para una carga alta. En este punto, de acuerdo a varios criterios especializados, es recomendable una etapa previa con relés de estado sólido, para proteger a las salidas de relé del controlador.

El sistema de comunicación utilizado en el proyecto fue provisto por la Red MODE del CC. FF. AA. El controlador se valió de las redes de comunicación instaladas previamente para el sistema MULTIACCESO A9800-R2, cuyas características fueron brevemente indicadas en la tabla 2.2. Su presencia a nivel nacional se detalla en la figura 5.6.

Además, cabe mencionar que, en caso de no existir en alguna estación repetidora el sistema MULTIACCESO, el controlador puede fácilmente utilizar el sistema satelital que es otro sistema de comunicación compatible con el protocolo Modbus TCP/IP al que fueron adaptadas las señales de comunicación del PLC.



Figura 5.6. Sistema Multiacceso a nivel nacional

5.3 SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO

5.3.1 COMUNICACIÓN ENTRE LOS DISPOSITIVOS DE LA RED

La red mostrada en la figura 5.7 es gobernada por la PC en la central de administración, esta está conectada a un router, el cual sirve de enlace con el protocolo G703 utilizado por el sistema MULTIACCESO. Tanto la transmisión como la recepción se realizan por un canal de hasta 64kbps asignado por el sistema al proyecto.

En las repetidoras, los datos son adquiridos por el PLC y su módulo de entradas analógicas y son enviados al sistema de comunicaciones por medio del módulo TwidoPort, el cual transforma la señal serial asincrónica que entrega el PLC (puerto RS-485) a una señal de Modbus Ethernet, la cual puede a través de un router ingresar al protocolo G703 utilizado para la comunicación de la red.

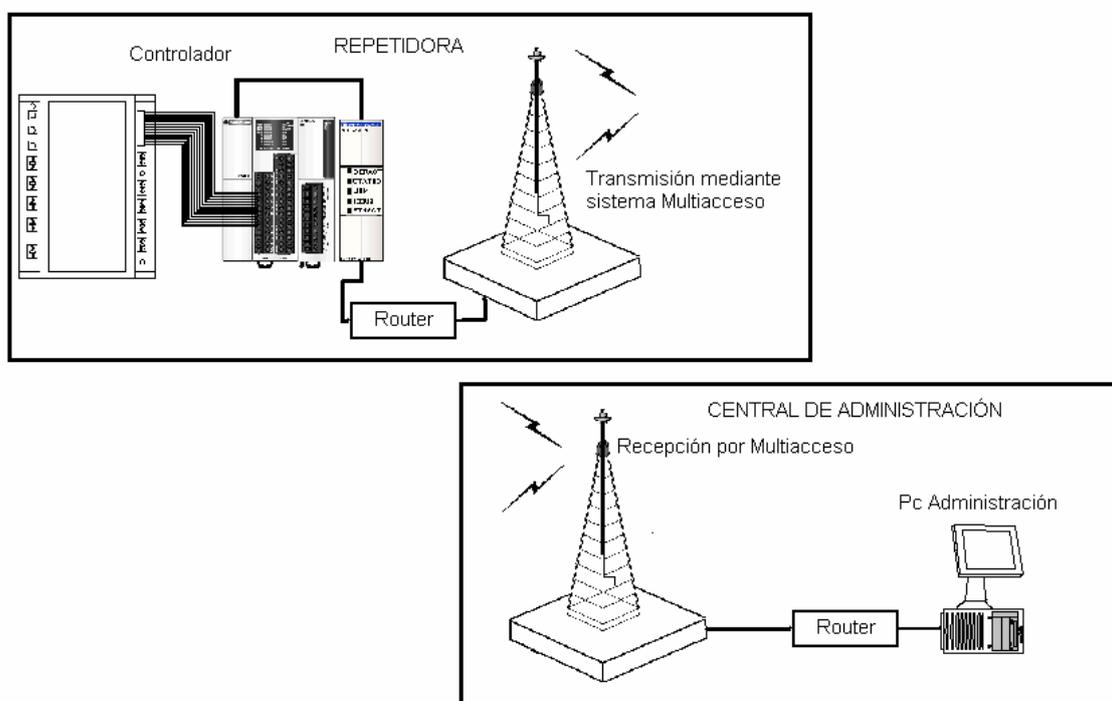


Figura 5.7. Esquema de comunicación entre equipos

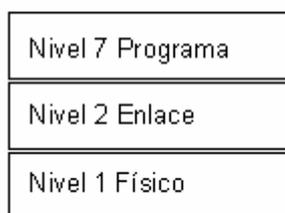
Al módulo TwidoPort se le asigna una dirección TCP, la misma que es su identificación y la de el PLC en la red. Cabe indicar que tanto la PC como el módulo de comunicación deben estar configurados y pertenecer a la misma red para el correcto desempeño del controlador. No es necesario contemplar un tipo de red en especial A, B o C. Además, se debe considerar que el módulo de comunicaciones TwidoPort no puede iniciar solicitudes de escritura desde un controlador Twido, es decir, no se puede editar ni crear una aplicación en Twidosoft a través de este módulo.

5.4 ESPECIFICACIÓN DE LA RED

Para la red diseñada y considerando el modelo OSI (Open Systems Interconnection) se concluye en que únicamente tres de los siete niveles son necesarios: el nivel 1 que es el nivel físico, el nivel 2 que es el nivel de enlace y el nivel 7 que es el nivel donde se encuentra el programa que será administrado por el operador.

En la figura 5.8 se muestra la configuración de la red utilizada tanto en la central de administración y en las repetidoras.

Central de Administración de sistemas



Repetidoras



Figura 5.8. Esquema de niveles de la red utilizada

Nivel 1 (Físico): define la topología, el modo de emisión y el soporte de transmisión. Se realiza la comunicación utilizando el protocolo serial sincrónico G703.

Nivel 2 (Enlace): controla el acceso a la red y detecta los errores de transmisión, se establece la comunicación y se decodifica los datos de acuerdo al protocolo MODBUS TCP/IP.

Nivel 7 (Aplicación): decodifica la datos del proceso y los presenta al operador en la pantalla o aplicación visual diseñada con el fin de controlar el manejo de variables y alarmas.

5.5 INTERFASE GRAFICA (HMI)

La HMI construida mediante el uso del programa INTOUCH permite la transferencia de información entre el controlador en la repetidora y la PC de control y monitoreo utilizando el sistema Multiacceso a través del I/O Server MBNET de Wonderware

De acuerdo al diseño de software establecido en el capítulo anterior, la HMI construida cuenta con las siguientes características:

- Seguridad al acceder a la interfase, ya que el usuario deberá ingresar su identificación y contraseña respectiva, y dependiendo de su categoría podrá gobernar ciertas aplicaciones de la HMI.
- Control de encendido y apagado remoto, ya que el usuario podrá ejecutar o detener la aplicación del controlador desde la HMI sin importar el lugar donde la PC que la contenga se encuentre, siempre y cuando esté conectada a la red.
- Tomar datos y almacenarlos de manera manual (presionando botones en la aplicación) o de manera automática.
- Visualizar todas las alarmas y tomar decisiones sobre ellas.
- Controlar los niveles de carga y descarga de las baterías, pudiendo cambiar los parámetros iniciales de las mismas.
- Monitorear los niveles de voltaje de los paneles solares mediante botones y barras del panel virtual.

- Monitorear la presencia o no de los tipos de energía alternativa utilizados en cada repetidora.
- Controlar manualmente el tipo de energía con la que se quiere alimentar los equipos en un momento determinado. Por ejemplo si hay que hacer mantenimiento de paneles solares, el operador podrá obviar la programación y simplemente escoger la energía de la red pública.
- Visualizar el comportamiento de las variables mediante gráficas estadísticas en tiempo real.
- Imprimir gráficas.

5.5.1 GENERACIÓN DE ALARMAS

Las condiciones de alarma se definieron tomando en cuenta parámetros reales del comportamiento de los equipos a controlar en comparación con los límites impuestos por el operador. Para ello se crearon objetos de alarma que vienen como opciones en el software utilizado para crear la HMI.

El sistema permite visualizar, priorizar y conocer las alarmas en más de una manera, es decir, cada vez que ocurra un evento de alarma, se prenderá una luz en la aplicación y se escuchará un sonido, el cual de acuerdo a la prioridad de la alarma será más fuerte o débil. Para ello se han determinado grupos de alarma que se muestran en la tabla 5.1.

Tabla 5.1 Definición de alarmas

Alarmas de baja prioridad	Corresponden a circunstancias que son manejadas por la lógica de control del sistema, en las cuales el operador puede o no tomar parte.
Alarmas de media prioridad	Corresponden a circunstancias en las cuales el operador debe decidir la solución a tomar, generalmente se deben a parámetros de variables que pueden ser definidos desde la HMI.

Alarmas de alta prioridad	Corresponden a circunstancias que podrían implicar un daño constante en el sistema en cuyo caso el controlador no tendrá poder de decisión
----------------------------------	--

5.6 IMPLEMENTACIÓN

Como resultado del diseño de hardware y software y con todas las consideraciones anteriores, se ha llegado a la implementación de un prototipo que cubre todas las necesidades actuales y es susceptible de ser ampliado de ser necesario en el futuro.

El prototipo está conformado por un módulo en el cual se ha integrado la alimentación del PLC, los bloques de entradas digitales y de potencia, salidas, controles de encendido y apagado e indicadores luminosos. Además cuenta con el bus de datos correspondiente, el cual le permite comunicarse con el PLC.

La figura 5.9 muestra el módulo de control con todos sus componentes.

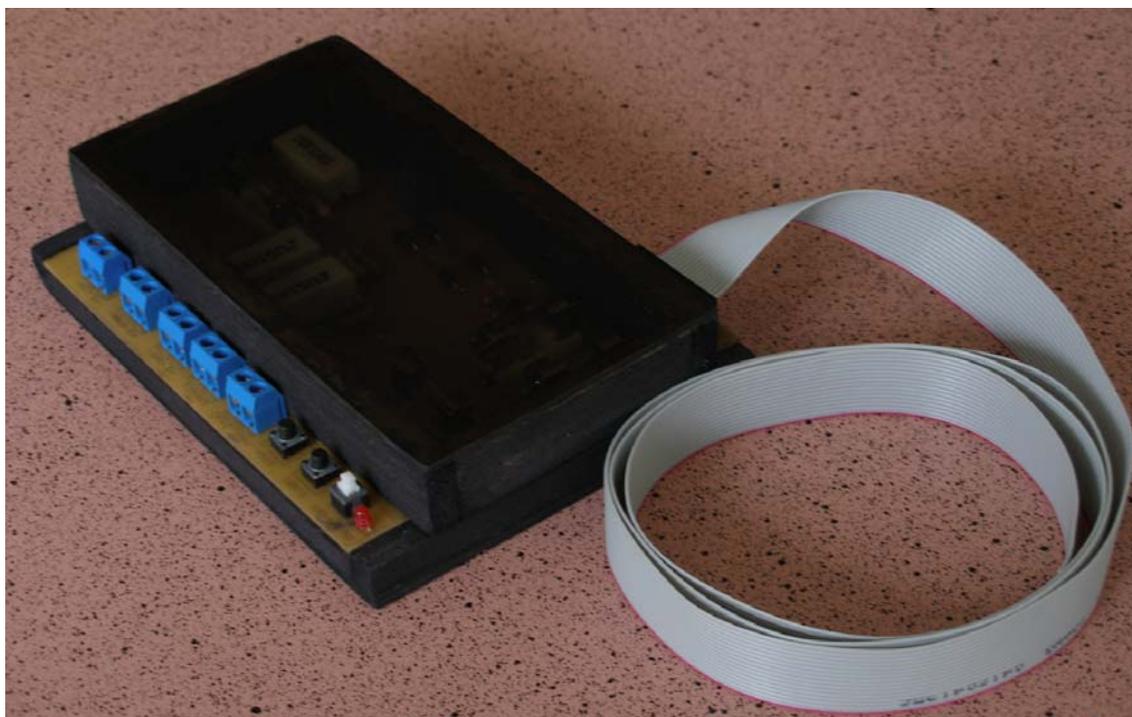


Figura 5.9. Vista externa del módulo del prototipo

El diseño del circuito impreso en la placa se detalla en el ANEXO H.

En la figura 5.10 se muestra el módulo sin la cubierta de mica, pudiendo observarse los elementos que lo conforman. Nótese que dichos elementos son dispositivos básicos de electrónica pues este módulo, como se dijo anteriormente, recoge señales desde el exterior y las envía al PLC y a su vez entrega una respuesta a partir de la aplicación lógica del controlador. Además sirve como protección para altas corrientes y cambios bruscos de voltaje que dañarían al PLC.

En la figura 5.11 se puede apreciar el controlador de transferencia de energía con todos sus elementos.

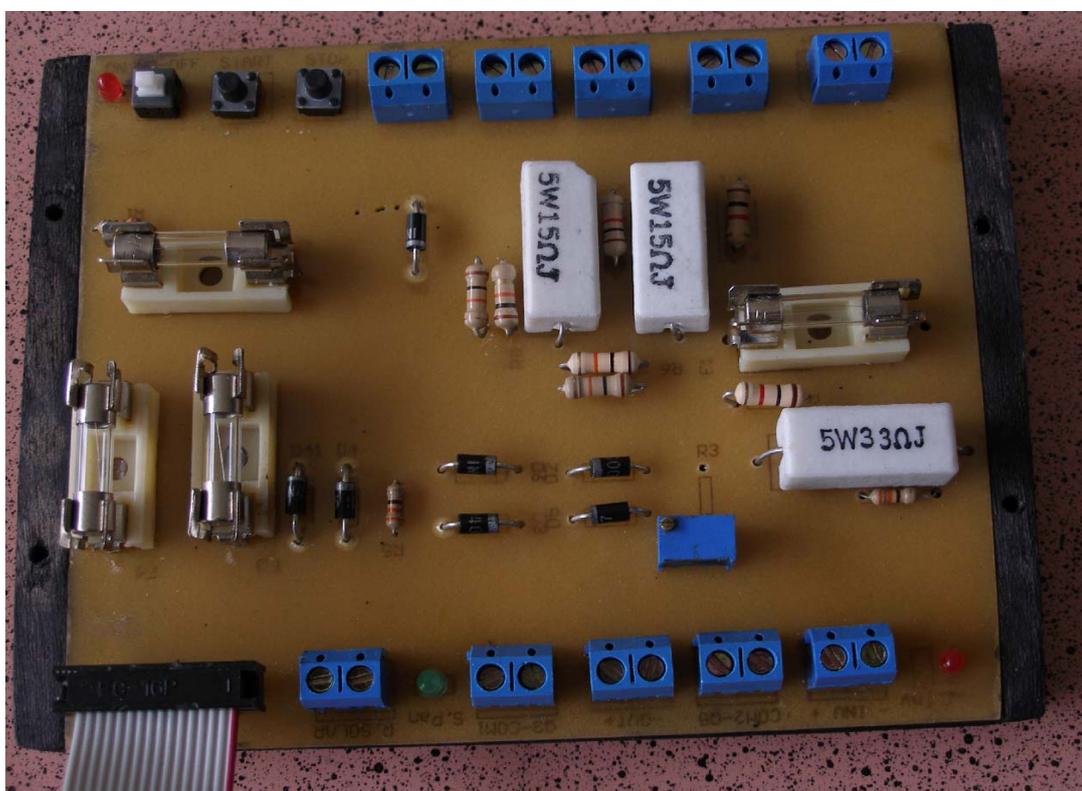


Figura 5.10. Vista interna del módulo del prototipo



Figura 5.11. Controlador de transferencia de energía

CAPÍTULO VI

PRUEBAS Y RESULTADOS

Las pruebas realizadas al controlador de transferencia de energía eléctrica se dieron en cada uno de los pasos efectuados en el capítulo de implementación, en los siguientes numerales se detallan las más importantes.

6.1 COMPORTAMIENTO DEL CONTROLADOR EN SITUACIONES CRÍTICAS

Se debe empezar indicando que las estaciones repetidoras de la red MODE trabajan con un voltaje de $\pm 48\text{VDC}$, y que el controlador se polariza a $+24\text{VDC}$, por lo que la alimentación del controlador tuvo varias opciones como la construcción de un divisor de voltaje, la construcción de una fuente de voltaje continuo a partir de los 48VDC proporcionados u obtener los 24VDC directamente del banco de baterías.

La primera opción teóricamente es válida, pero al implementarla y probarla con carga se encontró una caída de voltaje y una subida de intensidad, la cual superaba la intensidad máxima recomendada por el fabricante para el controlador.

La segunda opción, válida también, fue descartada por el alto costo que suponía. Por último, se adoptó la tercera opción ya que tomando el terminal positivo de la primera batería y el terminal negativo de la onceava batería se

obtiene un voltaje de 24.2VDC lo cual es suficiente para alimentar correctamente al controlador, sin correr el riesgo de subidas de corriente y caídas de voltaje.

6.1.1 TIEMPO DE RESPUESTA AL CAMBIO DE ENERGÍA

La prueba realizada al programa del PLC con sus determinadas funciones se la hizo con el objetivo de verificar cómo estaba diseñada la aplicación lógica y que tan eficaz resultaría, lo cual es muy importante ya que depende del éxito de esta prueba que el proyecto funcione correctamente. Las experiencias realizadas en esta parte se efectuaron al hacer correr la aplicación desde el software de programación Twidosoft simulando las diferentes señales de entrada y salida necesarias para lograr nuestro objetivo con el controlador.

Luego se realizaron pruebas de comunicación entre PLC – PC y PLC – circuito impreso, ya que se debía verificar las señales entre los diferentes equipos y los tipos de comunicación que están siendo utilizados.

Esta prueba se la llevó a cabo ejecutando el programa del PLC desde la PC y forzando las entradas para obtener las señales requeridas en el circuito impreso, por lo que se debía obtener información de la operación realizada. De la misma forma, se envía la señal desde el circuito impreso para que el PLC obtenga la lectura correspondiente, procesando la información y enviándola a la PC para su registro respectivo.

El diseño contempla una respuesta rápida y efectiva del controlador al administrar y decidir el tipo de energía a proporcionar a los equipos de comunicación, ya que dichos equipos no sufren pérdidas de datos cuando el controlador hace el cambio de fuente de energía en determinadas situaciones, pues el tiempo de respuesta o cambio del PLC es más rápido que el tiempo en que el equipo de comunicaciones se apagaría por falta de energía.

6.1.2 LÍMITES PARA EL CAMBIO DE ENERGÍA

Después de las pruebas mencionadas anteriormente y con los resultados favorables obtenidos, se dio paso a que el circuito impreso se conecte con los diferentes equipos para que el PLC controle y registre como se encuentran funcionando los mismos. Obtenidos los datos y controlando dichos equipos de acuerdo a la aplicación lógica del PLC, se determinó en la PC las diferentes lecturas y estado de los mismos.

En esta prueba, se vio la necesidad de cambiar algunos elementos del circuito impreso, ya que se hizo presente un ligero calentamiento en ciertas resistencias y diodos. Por lo que fueron reemplazados con elementos de potencia para proteger al circuito y garantizar su correcto funcionamiento sin alterar su costo.

6.1.3 RESPUESTA DE LOS SISTEMAS ALIMENTADOS

Se realizaron pruebas con los diferentes equipos de alimentación, simulando la no existencia de alguno de estos o de dos al mismo tiempo, por lo que se ratificó el correcto funcionamiento de la aplicación lógica del PLC, al ver que los equipos alimentados no sufrieron ningún cambio o variación en su funcionamiento.

6.2 CONTROL DE LAS DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA

Otra de las pruebas fue simular la falta de energía en el banco de baterías pero registrando la correcta entrada de energía por parte de los paneles solares, dando a entender una falla en una o más celdas del banco acumulador de voltaje. Con ello se tiene un registro de cómo está funcionando el banco de baterías para dar un mantenimiento preventivo o correctivo de acuerdo a sus las características particulares de dicho elemento.

En este caso el controlador lee el nivel de voltaje del banco de baterías y lo compara con el nivel requerido para el correcto funcionamiento de los equipos de

la estación. Si dicho nivel está a 1VDC por sobre el nivel requerido, se activará una alarma visual y audible de precaución de descarga, y en caso de que el voltaje esté por debajo se activará la correspondiente alarma de falla cuyo sonido será mayor al de la anterior por ser una alarma crítica.

Se verificó también la validez de la aplicación al desactivar desde la HMI una de las fuentes de energía que estaba funcionando normalmente, esto en caso de que por parte del operador se prefiera una u otra fuente obviando la programación establecida.

6.3 TRANSMISIÓN DE DATOS REFERENTES A LOS NIVELES CRÍTICOS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA

Por otro lado, se estableció la conexión del PLC a través de su tarjeta de comunicaciones con el sistema Multiacceso de la red MODE del CC. FF. AA. para, por medio de uno de sus canales de 64Kbps, enviar la información de los equipos a la central de administración y control. La información más importante la constituyen los niveles críticos de voltajes de carga y descarga del banco de baterías del sistema fotovoltaico debido a su alto costo y el difícil acceso a su ubicación, es por ello que mediante la correcta lectura e interpretación de datos el operador puede prevenir posibles daños.

Además en caso de sentir la no presencia de todas las fuentes de energía el operador remoto puede desactivar la aplicación evitando el consumo de energía innecesario que se traduciría en la descarga fatal e irrecuperable del banco de baterías.

CAPITULO VII

ESTUDIO TÉCNICO – ECONÓMICO

Se deben considerar varios aspectos que permitan el análisis real sobre la factibilidad del desarrollo del prototipo, uno de estos, sino el más importante es el análisis técnico del mismo.

7.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA

Este proyecto es factible en vista que optimizará recursos energéticos para la alimentación de los equipos de comunicación en cada una de las repetidoras de la Red MODE, por ello se han evaluado y considerado varios parámetros como: la eficiencia, seguridad y vida útil de manera de no mermar el rendimiento del controlador como de los equipos a controlar.

La implementación de este sistema permitirá la reducción de costos de energía eléctrica, a la vez que permitirá controlar las tendencias de todas las variables a controlar dentro del proyecto como son:

Factores ambientales.- Presencia de rayos solares que cargarán las baterías

Vida útil de equipos.- Niveles de carga y descarga de las baterías de los paneles solares.

Calidad y nivel de energía.- Entregada por cada uno de los sistemas eléctricos que alimentarán los equipos de comunicación.

Presencia de energía eléctrica.- De los diferentes tipos de generación: red pública, paneles solares y grupos electrógenos.

El diseño del proyecto permite el análisis de datos mediante la gestión de los mismos, almacenándolos históricamente en una base de datos, creando así bases de información para la toma de decisiones referente al mantenimiento preventivo de los equipos y al ciclo de vida útil de las baterías de paneles solares.

La central de control y monitoreo vigila varios subsistemas y las repetidoras, dentro de las cuales, se controlarán los niveles de energía proporcionados a los equipos. La calidad y costo de cada una de las fuentes de energía, en la que se precautelaré la vida útil sobre todo de las baterías y de los paneles solares poniendo énfasis en los niveles de carga y descarga, se controlarán además alarmas de encendido de equipos, puertas abiertas, etc. El elemento principal de la central referente al control de energía es el PLC Twido TWDLMDA20DRT, en el cual se programan todas las funciones y aplicaciones de control antes mencionadas. Se debe mencionar también que de acuerdo a la programación del PLC se lo puede controlar manual, automática y remotamente de acuerdo a la necesidad de operador.

7.1.1 EVALUACIÓN TÉCNICA

Se destacan ciertas características del sistema de control propuesto, que se detallan a continuación:

Generales:

- Control y monitoreo de equipos de alimentación para los equipos de transmisión de la Red.
- Toma de decisiones en tiempo real.

- Al ser el sistema abierto y escalable, puede ser reacondicionado de acuerdo a nuevos requerimientos dentro de los parámetros establecidos de funcionamiento rápida y sencillamente.
- El control remoto del sistema permite al operador supervisar, controlar, monitorear y administrar el proceso fácilmente a través de la interfase gráfica (HMI) desde la central de control.
- La central de control no necesariamente debe estar cercana a los equipos a controlar ya que el sistema SCADA implementado hace factible la comunicación del controlador a cualquier central de control de la Red MODE dentro del Ecuador.
- El sistema se adapta a las condiciones climáticas de la repetidora donde será instalado, ya que ninguna de las repetidoras se encuentra en zonas de humedad o temperatura que atenten contra el correcto desempeño del equipo.

Transmisión:

- El costo por la transmisión de datos es ínfimo, ya que el proyecto utiliza canales disponibles ya instalados en la Red MODE.
- Transmisión de datos soportada por el sistema Multiacceso del GRUTEL del CC. FF. AA. bajo el protocolo G703.
- Flexibilidad para el redireccionamiento IP de la tarjeta ethernet del controlador en caso de ser necesario.
- Eficiencia y disponibilidad del canal de comunicaciones proporcionados por el GRUTEL del CC. FF. AA.
- Alta fiabilidad de los enlaces.
- La velocidad de las comunicaciones es variable y puede ser programada en el controlador, ya que el canal soporta hasta 64 kbps.

Automatización y control:

- Control y monitoreo de niveles de carga y descarga de las baterías de los paneles solares.

- Visualización del estado de los subsistema (activado, desactivado, fuente de alimentación, baterías, paneles solares, etc.).
- Visualización de estados de entradas y salidas del PLC, estado de alarmas de seguridad de los equipos (puertas abiertas, fallas, etc).
- Comunicación bidireccional entre las centrales de control y las repetidoras.
- Se cuenta con pulsadores e interruptores para la interacción manual del operador con el equipo.
- El diseño permite desde la central de control y monitoreo cambiar valores establecidos en la programación como: niveles de voltaje permitidos, activar y desactivar el sistema, seleccionar la fuente de alimentación para los equipos, entre otros.

Seguridad:

- Control de niveles de carga y descarga de baterías de paneles solares.
- Acceso a interfaz gráfica de monitoreo y control con niveles de seguridad de acuerdo al operador, tiempo de acceso y fecha. .
- En la parte del hardware se cuenta con todas las protecciones requeridas debidamente dimensionadas de acuerdo a la carga a soportar, los valores de voltaje y corriente necesarios tanto para los equipos a gobernar como para la alimentación del mismo PLC.

7.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

7.2.1 PRESUPUESTO

Una vez realizado el análisis preeliminar y el diseño del sistema, se determina la inversión económica a través del precio de los dispositivos y elementos que conforman el hardware y el software del sistema de control y monitoreo. En la siguiente tabla se muestran únicamente los costos de los elementos con los que no se contaba al iniciar la realización del proyecto, ya que cabe señalar que el

GRUTEL del CC. FF. AA. tiene en stock varios de los elementos que fueron necesarios en la construcción del prototipo.

Tabla 7.1 Lista de materiales y precios

NUM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO APROXIMADO (\$)
1	PLC Twido TWDLMDA20DRT base 12 entradas y 8 salidas	1	245,4
2	TWDAMI2HT Módulo de expansión de 2 entradas analógicas	1	136,34
3	TWDSPU1001V10M software de programación y calbe	1	175,28
4	CONNEXIUM twido ethernet interface	1	194,5
5	Fuente de voltaje de 24 V.	1	8,5
6	Fusible Térmico 1A y porta fusibles	5	1
7	Diodo rectificador 1A	6	1
8	Resistencias varias denominaciones	15	1,5
9	Potenciómetro de precisión	1	3
10	Diodo led	3	0,3
11	Switch 2 posiciones	1	0,5
12	Pulsador N/O	2	0,5
13	Bornera	10	4,5
14	Circuito impreso	1	40
		TOTAL	812,32

7.2.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA

El sistema controlador es una inversión de gran rentabilidad considerando la relación de un costo mínimo con un alto beneficio a mediano plazo para las Fuerzas Armadas.

La teoría de proyectos, dice que para que un proyecto sea aplicable, este debe generar rentabilidad en un plazo adecuado, así, en el siguiente análisis se indica los gastos de operación antes de usar el controlador y lo que se estima cuando este entre en funcionamiento, indicando el beneficio que este brindará al presupuesto de las Fuerzas Armadas ecuatorianas.

Considerando que el valor del Kwh (Kilo Watt hora) es de entre 12 y 15 centavos de dólar para categoría residencial (como están catalogadas las repetidoras de la red MODE), y que el consumo promedio de una estación es de 72.5 dólares mensuales¹ sin la instalación del controlador como se detalla en la tabla a continuación.

Tabla 7.2 Consumo de potencia en una repetidora con todos los sistemas

Consumo de Potencia en una repetidora completa	
Multiacceso	48W
PDH	150W
Rectificador Beening	720W
Satelital	20W
Troncalizado	10W
Total	948W

Tabla 7.3 Facturación mensual de una repetidora completa.

Facturación Mensual	
Consumo potencia	948W
Horas al día	17h
Potencia consumida al día	16116W
Consumo en un mes (W/h)	483480Wh
Consumo en KW/h	483,48Kwh
Costo KW/h	0,15Kwh
Consumo en dólares	\$ 72,52

Con la implementación del prototipo en cada estación se espera reducir los gastos por el uso de la energía eléctrica pública en un 95%, ya que se cambiará el obsoleto sistema de control actual basado en diodos en donde se da prioridad al más positivo siempre entre la energía proporcionada por los paneles solares y la energía proveniente de la planta de energía Beening, por un sistema inteligente que maximizará el uso de las baterías de paneles solares y a la vez cargará las

¹ Nótese que de acuerdo a la estación climática y ubicación de la repetidora, hay fluctuaciones grandes entre un mes y otro, este promedio se lo obtuvo en base a los datos de planilla de luz eléctrica de 4 repetidoras por un año.

mismas en caso de ser necesario con el tipo de energía más adecuado, usando al mínimo y solo en casos emergentes la planta de energía Beening, el cual por lo visto en las tablas es el equipo que más recurso económico consume.

Por lo antes expuesto, se observa que la implementación de este proyecto es la forma más adecuada de reducir los gastos, dando énfasis al uso de energía proveniente del sol. Además se aprecia fácilmente que el costo de la implementación del proyecto tiene un valor aún más bajo que lo que se pagaría en un año por consumo de energía eléctrica, comprobándose así su rentabilidad.

Se debe acotar además que el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas ya ha hecho una fuerte inversión en la compra de equipos de paneles solares y baterías; y por medio del controlador propuesto se obtendrá el máximo rendimiento de la inversión inicial realizada, ya que si bien es cierto en la actualidad estos equipos están siendo utilizados, están muy lejos de alcanzar un uso óptimo.

El proyecto contempla además el ahorro de dinero en movilización de personal, equipos y herramientas que actualmente es destinado para el mantenimiento de los sistemas, por que permitirá controlarlos y monitorearlos remotamente de esta forma se podrá saber de cualquier falla o daño en algún equipo, aplicando una solución desde la central de control y solo en casos muy necesarios trasladarse hasta la repetidora en la que se encontrare el problema.

También se precautela la vida útil del corazón de los sistemas de energía fotovoltaica que son las baterías, debido a que el controlador es capaz de censar los niveles de voltaje de entrada y salida de las baterías, así como sus niveles de carga y descarga, impidiendo el deterioro temprano de las baterías y el costo implícito que esto conlleva.

7.3 BENEFICIOS

7.3.1 ANÁLISIS DE BENEFICIOS

Al darse todas las condiciones adecuadas tanto ambientales (presencia de luz solar en repetidoras) como materiales (control de carga y descarga del banco de baterías) se garantizará la reducción del consumo de energía eléctrica y por ende la reducción del gasto, además se tendrá autonomía en la alimentación de los equipos, dada únicamente por el banco de baterías de los paneles solares, el cual en el mejor de los casos pueden alimentar los equipos de transmisión de la red MODE hasta por cinco días sin necesidad de ser cargadas. Es así que con las condiciones antes mencionadas el ahorro en cada repetidora podría alcanzar hasta un 95% del costo actual, y como se demuestra en el siguiente cuadro, el proyecto se financiará en menos de un año.

Tabla 7.4 Comparación de consumo actual y consumo con el controlador instalado

	Consumo actual	Consumo con el controlador instalado	Ahorro mensual	Ahorro anual
Horas	17	0,85	16,15	193,8
Dólares	72,522	3,6261	68,8959	826,7508

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES.

Una vez realizado el diseño y construcción del prototipo controlador de transferencia de energía, y en base al análisis obtenido, se han elaborado las siguientes conclusiones:

- El presente controlador fue diseñado para alcanzar un mejor aprovechamiento de los recursos con los que cuenta el CC. FF. AA. ofreciendo una opción que redundará en la reducción gastos por energía eléctrica utilizada, movilización y monitoreo de los equipos en las repetidoras.
- La puesta en marcha de este proyecto y la construcción del prototipo implican gastos mínimos si se compara con los beneficios que al cabo de un corto tiempo este traería a las Fuerzas Armadas del Ecuador.
- En la actualidad, con la tendencia hacia la modernización, automatización de sistemas y reducción de costos, el diseño del controlador, además de brindar una opción de control automatizado, busca dar prioridad al concepto de mantenimiento preventivo para evitar daños irreparables en los equipos que va a monitorear.

- Mediante el uso del protocolo MODBUS TCP/IP que maneja la tarjeta de comunicaciones del PLC utilizado, el controlador puede ser sujeto a variaciones en cuanto al sistema de comunicaciones utilizado para el control y monitoreo. Por ejemplo se lo puede monitorear por una conexión a internet, por el sistema Satelital, por el sistema PDH, y por el sistema de multiacceso que fue el escogido en este caso. Ofreciendo de esta manera varias alternativas de acuerdo a la presencia o no de dichos sistemas en las repetidoras.

- El sistema controlador desarrollado está diseñado lo más general posible, tomando en cuenta los resultados obtenidos del estudio particular de cada una de las 74 estaciones repetidoras de la Red MODE del CC. FF. AA.

- El controlador puede desempeñarse de manera óptima en cualquier repetidora que cuente con paneles solares como primera opción de alimentación de los equipos de comunicación, debido a su gran versatilidad puede aceptar sin inconvenientes cambios en los parámetros de la programación de la HMI y del PLC.

- Un beneficio importante del controlador es que fue diseñado de acuerdo a los principios de sistemas SCADA, el controlador en cada repetidora adquiere datos, los administra de acuerdo a su lógica de programación y los envía a la PC de la central de control y monitoreo en donde el operador podrá tomar decisiones que afecten a los procesos en tiempo real.

- Al ser diseñado el controlador como un Sistema de Arquitectura Abierta puede admitir cambios tanto en hardware como en software, es decir, si en un futuro se tienen que cambiar o aumentar señales de control, sensores, o módulos se lo puede realizar sin ninguna otra observación que siguiendo los estándares de voltaje y corriente propios del controlador.

- En lo que se refiere a la alimentación del controlador se utiliza el voltaje de la mitad de las celdas del banco de baterías de los paneles solares, ya que estas

proveen los 24VDC necesarios y además debido a que se trata de utilizar en lo más mínimo la energía proveniente del sistema nacional interconectado.

- Para el desarrollo de la interfase hombre-máquina se seleccionó Intouch, en base a sus prestaciones en cuanto a visualización y transmisión de datos por diferentes protocolos de comunicación, además de su amigable presentación y fácil manejo.

- La característica principal de la HMI (interfase hombre-máquina) desarrollada, es la facilidad que presta al operador en el manejo de variables, la visibilidad de alarmas y el almacenamiento de datos históricos en bases de datos mediante scripts fácilmente programables en Intouch..

- El sistema de comunicación escogido (Multiacceso) brinda una velocidad suficiente para la transmisión de datos entre central de monitoreo y los puntos monitoreados, además es el que más presencia tiene a nivel de la red MODE.

- Los beneficios más importantes que se pueden conseguir con la utilización de este controlador son: reducción del costo de energía eléctrica utilizada, reducción de costo de movilización de personal de mantenimiento, ahorro en mantenimiento de baterías de paneles solares mediante el monitoreo y control de los niveles de carga y descarga de las mismas y por supuesto el saber en tiempo real que sucede con los equipos de alimentación de los sistemas de comunicación de las repetidoras de la red.

8.2 RECOMENDACIONES

- Mientras se realiza la instalación del sistema controlador se recomienda mantener a los equipos de comunicación funcionando, es decir, se debe utilizar una fuente alterna que alimente dichos equipos mientras las fuentes principales están siendo conectadas al sistema.

- Se debe tener especial cuidado con la POLARIDAD de las entradas y salidas de las borneras del controlador, ya que, aunque el controlador cuenta con sistemas de prevención para estos casos, se puede tener comportamiento no deseado de algunas señales.

- El controlador esta diseñado como un PROTOTIPO que maneja sistemas de baja potencia, debido a la lógica de programación, este puede cambiar a manejar sistemas de potencia alta para lo cual la circuitería externa debe ser dimensionada de acuerdo a la potencia que se quiera manejar (cables, relés, contactores, etc.).

- Se recomienda especial atención a los niveles máximos de corriente (1A) y voltaje (24V en la parte de control y hasta 58V en la parte de potencia) que acepta el módulo del controlador.

- El PROTOTIPO no esta construido con parámetros de trabajo exigentes y de forma definitiva, por lo que se recomienda para la implementación definitiva en las diferentes repetidoras y para la protección de los diferentes equipos la colocación utilización de cable AWG16 para las entradas a las borneras del módulo del controlador.

- Estar familiarizado con el circuito impreso del prototipo para distinguir bien la parte de control y potencia para conexiones de los diferentes equipos, ya que la mala conexión será causa para el daño de los equipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOYLESTAD, Robert, Nashelsky Louis, *Electrónica: Teoría de circuitos*, Sexta edición, Prentice Hall, USA, 1997
- RUBIO, Marco, Proyecto de grado para la obtención del título en Ingeniería Electrónica: “Diseño y construcción de un controlador electrónico para un sistema de transferencia automática de energía”, Escuela Politécnica del Ejercito, Facultad de Ingeniería Electrónica, Quito, 2000, paginas 60 a 73.

Manuales de equipos utilizados:

Wonderware

Modicom MODBUS Ethernet I/O Server

User's Guide

June 2005

Wonderware FactorySuite

InTouch Reference Guide

Revision C

August 2005

Schneider Electric
Controladores Programables Twido
Guía de referencia de software
TWD USE 10AS
Version 1.0

Schneider Electric
Controladores Programables Twido
Guía de referencia de hardware
TWD USE 10AS
Version 1.0

ISOFOTON
Módulos Fotovoltaicos
Manual de usuario
Marzo 2000

BENNING Conversión de energía
Planta de energía 48 VDC
Manual Técnico 97863

Fuentes de Internet:

<http://ckp.made-it.com/g703.html>, Protocolo G703.

<http://network-analyzers.globalspec.com>, Descripciones de protocolos.

<http://www.ecunuclear.gov.ec/ecu/fuentes.htm>, Fuentes de energía.

<http://www.exceluciones.com>, Aplicaciones en Excel.

<http://www.automatas.org/redes/scadas.htm>, Sistemas SCADA

ANEXO A

Protocolo G703

G.703

G.703 is a standard which originally described voice over digital networks. It's a CCITT recommendation which is associated with the PCM standard. Voice to digital conversion according to PCM requires a bandwidth of 64 kbps (+/- 100 ppm), resulting in the basic unit for G.703. By multiplication this results in e.g. T1 (1544 kbps) and E1 (2048 kbps).

Modern networks are working with voice and data and so is G.703. G.703 is the electrical and functional description. Other characteristics are described in other G-standards.

Some definitions	
G.704	Framing
G.706	CRC-4 procedure
G.732	Fault handling

G.703 can be transported over balanced (120 ohm TP) and unbalanced (dual 75 ohm coax) wires. The balanced version with a speed of 64kbps, is split in three different ways of transmission: co-directional (4-wire), central-directional (6/8 wire) and contra-directional (8-wire).

Co-Directional

This is a 4-wire version. Each direction (transmit, receive) consists of 2 wires twisted together, providing a balanced signal.

The data and timing are send in the same direction over the same wires. This makes the co-directional.

Some Electrical Characteristics	
Mark	1.0 Vdc
Space	0 Vdc +/- 0.10 Vdc
Pulse width	3.9 usec

The bit coding is done in three steps.

Step1: A binary 1 is replaced by 1100 and a binary 0 by 1010.

Step2: Conversion into a three-level signal (AMI) by alternating the polarity of consecutive blocks.

Step3: Conversion to Violated AMI. Every 8th block of the polarity is alternated. The violated block marks the last bit in an octet.

Central-Directional

This is a rarely used version. The clock signals are supplied on different wires from a centralized clock. The centralized could be an atomic-clock. The reason for 8 or 6 wire version is the possibility to send a clock signal balanced in both directions at the same time, or in each direction separate. The first has 6-wires (2 clock, 4 data), the second is 8-wire (4 clock, 4 data).

Some Electrical Characteristics	
Mark	1.0 Vdc
Space	0 Vdc +/- 0.10 Vdc
Pulse width	15.6 usec

The modulation technique used is AMI.

Contra-Directional

This is always an 8-wire version. There is of course the transmit and receive pair and two pairs for the clock signals. All clock signals are send to the DTE. This means they are all originated by the DCE.

Some Electrical Characteristics	
Mark	1.0 Vdc
Space	0 Vdc +/- 0.10 Vdc
Pulse width	15.6 usec

The modulation technique used is AMI.

Speeds higher than 64kbps

All other speeds use a different coding scheme and different pulse width, also the mark and space voltages may differ.

A quick overview for the most common used:

Some Electrical Characteristics for T1	
Cabling	co-directional
Mark	3.0 Vdc
Space	0 Vdc +/- 0.30 Vdc
Pulse width	647 nsec
Encoding	AMI (bipolar) or B8ZS
Speed	1544 kbps +/- 50 ppm

Some Electrical Characteristics for E1	
Cabling	Coaxial or one symmetrical pair (4 wires) for each direction
Mark	Balanced: 3.0 Vdc Unbalanced: 2.37 Vdc
Space	Balanced: 0 Vdc +/- 0.237 Vdc Unbalanced: 0 Vdc +/- 0.3 Vdc
Pulse width	488 nsec
Encoding	AMI or High Density Bipolar of order 3 (HDB3)
Speed	2048 kbps +/- 50 ppm

For a more detailed description see the corresponding documents about the E-series and T-series.

Pinning Specifications

Signal	RJ45 Description	DTE RJ45	BNC Description	DTE BNC
RxA	Receive Input Negative	1	Receive Input	Tip
RxB	Receive Input Positive	2	Receive Ground	Ring
TxA	Transmit Output Negative	4	Transmit Output	Tip
TxB	Transmit Output Positive	5	Transmit Ground	Ring
S1	Transmit Ground	3		
S2	Receive Ground	6		

ANEXO B

Planta de energía Benning

BENNING
Conversión de energía

Manual Técnico 97863

PLANTA DE ENERGIA 48 VDC
N+1 48V/33^a
BATERIAS 115Ah

MANUAL TECNICO

43 avenue Winston Churchill – 27400 LOUVIERS
Teléfono 2.32.25.23.94 - Fax 2.32.25.08.64

INDICE

1. PRESENTACION DEL EQUIPO

Responsabilidad e instrucciones de seguridad
Características generales del equipo
Características generales de la conexión modo rectificador tipo TEBECHOP 1800 (48V/33)
Normas y condiciones de entorno para el equipo estándar BENNING NCE 1195

2. DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPO

3. DESCRIPCION DEL CARGADOR CONECTADO PRIMARIO TIPO TEBECHOP 1800 (48V/33°)

General
Función
Modo operativo

4. DESCRIPCION DEL PANEL DE MONITOREO DC TIPO GUW200

5. INSTALACION Y ARRANQUE

Instalación
Primera operación del equipo

6. MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

7. MANTENIMIENTO DEL MODULO RECTIFICADOR TIPO TEBECHOP 1800 (48V/33°)

8. PLANOS

Dibujos de planos
Planos eléctricos

9. LISTA DE PARTES

Lista de partes del equipo

10. INSTRUCCIONES OPERATIVAS 7900 PARA MANTENIMIENTO LI BATERIAS DRYFIT DE ACIDO PLOMO A500

Mantenimiento preventivo de las baterías.

RESPONSABILIDAD E INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

RESPONSABILIDAD:

El usuario debe asegurarse de que las instrucciones de seguridad de este manual sean leídas y observadas por el personal técnico. El fabricante no será responsable de ningún accidente personal directo o indirecto o daño de material.

La instalación del sistema de suministro de energía debe ser realizado por **electricistas autorizados o por personal interno calificado.**

Favor lea el manual operativo entero antes de realizar la instalación y ponga en marcha el sistema de suministro de energía.

Los contenidos de este manual pueden ser cambiados. El fabricante ha realizado este manual con el propósito de suministrar información precisa y simple y por lo tanto no tendrá responsabilidad por cualquier mala interpretación o errores no deseables de este manual.

NOTAS DE SEGURIDAD:

La unidad en cuestión es un aparato eléctrico que tiene **NIVELES PELIGROSOS DE VOLTAJE Y CORRIENTE.**

Por lo tanto, las instrucciones siguientes deberían ser cuidadosamente observadas.

Asegúrese de que solamente **personal entrenado y autorizado** tenga acceso a la unidad. Solo ciertas personas deberían estar autorizadas a abrir la cámara.

- Incluso cuando la unidad esté apagada, muchos de los componentes internos pueden estar prendidos mientras estén conectados al suministro principal de energía o a la batería.
- Capacitors integrados pueden estar prendidos, incluso cuando la unidad esté desconectada y libre de cualquier voltaje. Por lo tanto deberían ser desconectados correctamente por una persona calificada antes de tocar los terminales.
- Solamente herramientas aislantes deberían ser utilizadas para trabajar en la unidad.
- Todas las personas que trabajan con la unidad deberían estar familiarizadas con medidas de primeros auxilios que se deben tomar en el caso de un accidente con electricidad.
- Las regulaciones de las autoridades del suministro de energía local y todas las regulaciones de seguridad aplicable deberían ser observadas todo el tiempo.
- Antes de realizar cualquier conexión, conecte la tierra al terminal PE (cable verde/amarillo).

Para mayor información, contáctese con su distribuidor.

1. PRESENTACION DEL EQUIPO

General

Este equipo tiene:

- 2 módulos E 230 G 48/33 módulos BWru – PDT (TEBECHOP 1800), RECTIFICADOR 48V/33A.
- Un panel de monitoreo DC GUW200 (localizado en la parte delantera), el cual controla el voltaje de salida DC, libera totalmente la carga al final del tiempo de respaldo y da una alarma “Voltaje Bajo DC” durante la descarga de la batería.
- Dos baterías 48VDC-115Ah, cada batería tiene 4 bloques de 12V-115Ah del tipo Dryfit A 500 (mantenimiento gratuito batería sellada), batería localizada en los dos estantes al fondo del armario.

La planta de energía DC está integrada dentro del armario 19” 4OU GKJ2068.

1. Características mecánicas – Plano 97863-01

Parte delantera	600 mm
Profundidad	800 mm
Altura	2000 mm
Altura con el techo	2100 mm
Peso (incluido baterías)	460 Kg
Protección	IP 21
Pintura	RAL 7032

2. Características eléctricas – Plano 97863-02

2.1 Rectificador tipo E 230 G 48/33 Bwru-PDT (48V/33A)

(ver características generales del rectificador modo conectado TEBECHOP 1800)

2.2 Panel de monitoreo tipo aparato GUW200

Voltímetro retransmisor A6 (cambio de la carga)

- Retirar voltaje 42 V
- Parar voltaje 50 V

Voltímetro retransmisor A7 (señales bajas de voltaje DC)

- Retirar voltaje 44,5 V
- Parar voltaje NA

2.3 Distribución de los fusibles en la salida DC que protege el signo menos del uso de cada salida DC.

2.3.1 Distribución DC (6 salidas DC), localizadas en lo alto del armario:

F1	10A GI (tamaño fusible : 10x38)
F2	10A GI (tamaño fusible: 10x38)
F3	10A GI (tamaño fusible : 10x38)
F4	10A GI (tamaño fusible: 10x38)
F5	10A GI (tamaño fusible : 10x38)
F6	10A GI (tamaño fusible: 10x38)

3. Controles y alarmas

Cada módulo está equipado con LEDs en el panel frontal

- “VOLTAJE ALTO” (LED rojo), parada del rectificador (desconexión por sobre voltaje DC)
- “Operación” (LED verde) cuando trabaja correctamente.
- “RED ELECTRICA” (LED amarilla) cuando la red está OK (>170 Vac).
- “ALARMA” (LED roja) cuando hay una falla interna del rectificador.

El panel de monitoreo DC suministra las siguientes señales en la parte delantera:

- “VOLTAJE BAJO DC” (LED rojo), aparece durante la descarga de batería.
- “OPERACION” (LED verde) cuando el panel ha sido suministrado y está listo para operar.
- “FUSIL FUNDIDO” (LED rojo), OPCION no usada.
- “BATERIA DESCARGADA” (LED rojo), aparece al final de la autonomía (carga desconectada).

4. Equipos de medida

Un voltímetro – amperímetro digital localizado en el puerto de distribución muestra el voltaje y la corriente de salida utilizada del DC.

Los puntos de prueba de salida están disponibles en cada frente del rectificador para chequear la salida de voltaje del DC y la corriente de cada módulo rectificador.

5. Terminales

Un terminal con fusibles localizados debajo del bastidor rectificador (F001 a F014), protege la entrada y la salida de cada módulo rectificador.

Un terminal con fusibles localizados en la parte de distribución (F1 a F6), protege la polaridad – de cada salida DC utilizada.

El fusible de batería F21 para las baterías 48V-115Ah.

La planta eléctrica está conectada a los terminales L1 y N (110 Vac monofase, salida protegida por el fusible F17).

Este terminal incluye también anillos NO-NC (voltaje libre de contactos).

- Defecto del rectificador terminal 1 a 3 (cerrado entre 2 y 3 en operación normal)
- Voltaje bajo DC terminal 4 a 6 (cerrado entre 4 y 5 en operación normal)
- Defecto de fusible batería terminal 7 a 9 (cerrado entre 8 y 9 en operación normal)

NORMAS Y CONDICIONES AMBIENTALES NCE1195PRINCIPALES NORMAS APLICABLES EN NUESTRA PRODUCCION

VDE 0100	Instalación eléctrica voltaje bajo (voltaje nominal bajo 1000 V)
VDE 0160	Equipo electrónico de alta corriente
VDE 0532	Bobina y transformador
VDE 0550	Especificación del transformador pequeño
VDE 0560	Reglas Capacitor
EN 60950	Seguridad de la información tecnológica
EN 55022	Reglas de telecomunicaciones RFI, Clase B
VDE 0435	Interruptor automático y relé para corriente alta
VDE 0800	Reglas de tierra

ENTORNO OPERATIVO- Humedad:

* temperatura : (°C) 20 40 50
* humedad relativa: (%) 95 80 50

- Temperatura:

Derating: 1,25%/°C desde - 5% a 40°C
40°C a 50°C

- Altitud:

1000 m sin derating
derate 7% 1000m entre 1000m a 4000m

Rectificador general de datos SMR del tipo TEBECHOP 1800

Tipo E 230 G48 / 33 Bwru-PDT

Serie No. Pedido No. 97863

1. CARACTERISTICAS MECANICAS (ver DWG 21.0303)

Frente: 107 mm (1/4 19") Profundidad : 350 mm Altura: 265 mm(6U) Peso: 8,5 kg
 Grado de protección IP 20

2. ENTORNO OPERATIVO

- Temperatura sin derating -5°C 45°C
- Derating 1,25%/°C entre 45° y 50°C
- Humedad (95% 20°C) (80% 40°C)
- Altitud – sin derating 1000 m
- Derating 10%/1000m entre 1000 m y 3000 m
- RFI de acuerdo con EN 55022 clase B

3. ENTRADA DE DATOS

- Voltaje nominal 1 Ph 230 V +15%
- Frecuencia 50– 60Hz +- 5%
- Corriente nominal (sine-wave de acuerdo a EN60555-2) 8,5A
- Factor potencia >0,95

4. SALIDA DATOS DC

- Voltaje nominal 48V
- Modo flotante (+- 5% ajustable) (XI) 54,4V
- Modo Arranque (+- 5% ajustable) (XII)..... N.A.
- Voltaje 1,8/Elt (+- 5% ajustable) (IX)N.A.
- Alimentación manual o directa (X)N.A.
- Corriente nominal en modo flotante33 A
- Corriente nominal con batería baja DC 1.8V/elemento In constate
 En modo potenciaN.A.
- Onda de acuerdo a KAX 9516 y CCITT 0.41 < 60mV
- Estabilidad de voltaje estático para variación de carga 0 a 100%..... +- 1%
- Estabilidad de voltaje dinámico para variación de carga de 20 a 100%... < o = +-4%
 Recupera tiempo en menos de 5 ms
- Eficiencia en carga nominal > o = 90%

5. CONTROL Y ALARMA

- Salida máxima DC de voltaje cerrado (LED roja) 57 V
- Voltaje normal > 170 V AC (LED amarilla)
- Rectificador operando correctamente (LED verde)
- Rectificador defectuoso demora 30 seg. (LED roja).....
- Compensación de temperatura en modo flotante en opción
- Alarma remota NO-NC-“FALLA RECTIFICADOR” Alarma remota “FALLA PRINCIPAL”

6. INSTRUMENTOS

- Voltaje de salida DC puntos de prueba y corriente de salida DC puntos de prueba (5V +- 2% en 33°)

7. TERMINALES (ver DWG 21.0303)

- Entrada AC Enchufe tipo 10A 250V IEC 320
- Salida Alarma remota y control ITT Cannon con contactos 21WA4

DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPO

Los módulos rectificadores que operan en paralelo suministran la carga y mantienen la batería en estado de carga. Durante una falla importante la batería suministra la carga para obtener una carga de voltaje DC sin ninguna interrupción.

Referirse a los siguientes planos:

- Planta de poder módulo telecomunicaciones 48 VDC DWG 97863-02
- Vista frontal y fijación del piso sistema 48 Vdc DWG 97863-01

Consiste en:

- 2 módulos rectificadores E 230 G48/33 Bwru-PDT (TEBECHOP 1800) en paralelo, 48V 33 A.
- 2 situaciones libres están disponibles para ampliar el sistema a 4 módulos rectificadores 48V/33A.

La planta de poder DC es suministrada en 110Vac monofase.

Cada módulo es protegido en la entrada por fusibles tipo GL (F001 a F004).

Cada módulo está protegido en la salida con un fusible rápido (F011 a F014).

Los rectificadores están conectados a 2 baterías 115Ah protegido por el fusible F21. Cada batería consiste en 4 bloques 12V-115Ah; mantenimiento libre de batería sellada tipo (dryfit A500).

Las 2 baterías 48V están localizadas en 2 estantes, favor referirse al plano 97863-03.

Ver capítulo "Instrucción operativa 7900 para mantenimiento libree dryfit A500 batería plomo ácido".

Instrucciones para ajustes (flotación) y UDC Maxi son dadas en el capítulo "Descripción del rectificador SMR tipo Tebechop 1800".

- El tablero GUW200 A1 que monitorea DC (localizado en la puerta frontal) permite una caída completa de carga al abrir el conector de poder K001 al final del tiempo de respaldo.

El conector recogerá las principales recuperaciones y el voltaje de la batería DC alcanza 50V.

Esta caída se señala en el frente por la LED roja "*Batería descargada*".

Este mecanismo permite evitar una descarga profunda de las baterías (se desconecta automáticamente el circuito de la batería) al final de la autonomía (cuando el voltaje de la batería DC alcance 43,2 V, establecido en la fábrica).

- Este panel A1 de monitoreo DC suministra también una alarma remota cuando el voltaje de la batería DC alcanza 44,5V; esto ocurre durante la descarga de batería para advertir al usuario que se está reduciendo la batería.

Esta alarma se indica a través del voltaje libre de contactos NO-NC en los terminales 4 a 6 y a través la LED roja “voltaje Bajo DC” en la puerta frontal.

Para más detalles, favor referirse al capítulo “descripción del panel de monitoreo DC tipo G UW200”.

- La alarma de falla de rectificadores están disponibles en los terminales 1 a 3 (contactos libres de voltaje); esta alarma aparece cuando uno o más rectificadores están apagados (falla interna, falla de fusible de ingreso o falla principal).
- La alarma de la falla de los fusibles de la batería está disponible en los terminales 7 a 9; esta alarma indica que se ha fundido un fusible o ha fallado (F21).
- Una distribución se funde.

El récord de fusibles están dados en el capítulo “presentación del equipo”.

**DESCRIPCION DE LA CARGA CONMUTADA PRIMARIA TIPO TEBECHOP
1800**

General

Esta carga puede entregar un voltaje regulado +- 1% con una filtración de 1/0000 de una monofase principal AC.

Las características de la carga de salida son:

Tipo *UI* de acuerdo al DIN 41773. Esto quiere decir un voltaje de salida constante con una corriente limitada.

Tipo *P=constante* que permite obtener una corriente más alta cuando la batería está descargada.

El cargador es electrónico protegido contra corto circuitos a la salida.

La corriente de entrada es una onda indefinida formada con un factor de poder cerca de 1.

Función (ver plano 03.0305A/B)

El voltaje de entrada es rectificado a través del punto V1 protegido por F1.

Los componentes L1, V9, V3 a V7 están trabajando con una frecuencia de alrededor de 40 Kz con el fin de obtener una corriente de onda indefinida en la entrada principal AC y tener una pre regulación en 370V en interruptores químicos C5-C6. Las resistencias R3-R3.1 y el relé K1 ponen una limitación en la corriente de arranque antes de que empiece el regulador A2 del filtro activo.

El puente rectificador completo integra los transistores MOS V12-V21, V14-V19 y L6-C7, C10-V39-V40 están conmutando en casi-resonancia en 33 KHz.

El puente está protegido por F2.

La capacidad C24 está acostumbrada al componente DC ilimitado en el transformador T1.

El transformador de poder T1 es un transformador de alta frecuencia en 33 KHz y entrega señales de onda corta en el voltaje lo cual es necesario para la salida DC.

Los diodos rápidos V31-32 rectifican el voltaje secundario del T1 y la filtración se realiza a través de L2, C11-C12; la frecuencia fundamental de la onda es de alrededor de 66 KHz.

En el PCB A2 los suministros auxiliares entregan 15 V y 24V para las tarjetas de control y regulación.

El transformador de intensidad T4 mide la corriente a través del puente MOS. La corriente primaria está limitada con R35.

El uso del filtro de entrada y los componentes L4 C18 a C51 están designados para asegurar que el rectificador esté de acuerdo con las normas VDE 0878 clase B y EN55022 clase B.

La desviación R200 mide la corriente de salida. Los potenciómetros R121-R219 y R230 controlan la corriente de salida con las características UI o $P = \text{constante}$ de acuerdo con el programa de los conmutadores S1.

Un sensor de temperatura R25 montado en la cavidad de calor para el módulo cuando la temperatura de éste alcanza 95°C. El módulo puede volver a empezar cuando la temperatura haya descendido a 70°C.

Un segundo sensor de temperatura R321 montado en el PCB permite decrecer la corriente de salida cuando la temperatura ambiente es muy alta.

Esta carga tiene una protección contra sobre voltaje en el lado DC. El potenciómetro R160 regula el valor del voltaje muy alto y para la conexión. Para volver a arrancar el rectificador es necesario abrir la línea principal durante más de 30 segundos.

Señalización

4 leds están localizados en el panel frontal.

-  (led rojo) indica que el voltaje de salida está sobre el nivel "máximo". Es necesario abrir la línea principal durante más de 30 segundos para volver a empezar. Observación: para el primer tiempo, para las baterías antiguas en este nivel deben ser modificadas con el potenciómetro R160.

-  (led verde) indica que el módulo está OK.

Observación: cuando esta led está prendida y al mismo tiempo la led Alarma está prendida también significa que la compensación de la onda de la temperatura está abierta o corto circuitada.

-  (led amarilla) indica que el voltaje principal es mayor que 170V.

-  (led roja) indica una falla en el módulo luego de una demora de 30 segundos:

-
- La temperatura sondea la falla de compensación
 - Fallas principales: la onda en los pernos 10-11 del toma corriente SUB D en el panel frontal está cerrado cuando el voltaje principal es menor de 170 VAC.

SEÑALES ESTANDARES PARA RECTIFICADORES BENNING**PRINCIPALES ETIQUETAS**

Tenga cuidado, refiérase al documento!

Corriente alterna

XII Ajuste carga bombeo

Corriente Directa

XI Ajuste carga flotante

Tierra

X Ajuste alimentación Directa

Entrada

IX 1.8V/regulación celda

Salida

Sobre voltaje

Voltaje de salida muy alto

salida de voltaje muy bajo

En operación

Medida cajetín (corriente de salida)

Voltaje de entrada (energía) PRENDIDO

Falla de tierra

Falla

Medida cajetín (voltaje salida)

Falla ventilador

Exceso de temperatura interna

Corriente de salida

4. DESCRIPCION DEL PANEL DE MONITOREO DC TIPO GUW200

GENERAL

Este panel contiene una señalización entera la cual describe la planta de energía que establece:

- LED "H1" (verde): OPERACIÓN
- LED "H2" (rojo): FUSIBLE FUNDIDO (opcional)
- LED "H3" (rojo): VOLTAJE BAJO DC
- LED "H4" (rojo): BATERIA DESCARGADA

La LED "OPERACIÓN" indica que el voltaje DC está presente.

El panel contiene también un potencial de libre contacto para la señal "fusible disparador" así como dos voltímetros relés "A6" y "A1" para monitorear el voltaje de la batería DC.

La planta de monitoreo DC está instalada en un PCB 125 mm X 240 mm con orificios fijos para tornillos M3, este tablero está en general en el panel frontal.

El valor de retiro y de contención de cada voltímetro relé DC puede ser regulado separadamente de otro. Esta histéresis (diferencia mínima entre el valor de retiro y el de contención) es de aprox. 1,5% de Udc. El valor medido y el valor DC suministrado es el mismo.

FUNCION

En el conector X5, el suministro DC está entre los terminales 8 y 9. El suministro del voltaje DC y medido son los mismos.

En los conectores X6 y X7, los contactos potenciales libres NO-NC suministrados por los relés K3, A6 y A7 están libres. Las características del relé son:

Valor AC 5A maxi PF 0,7 250 V AC
Valor DC 100W maxi DC maxi 130 V

Conector X6:

Terminales 1 a 3: 'VOLTAJE BAJO DC' señal (voltímetro relé A7), cerrado entre 1 y 2 en operación normal.

Terminales 4 a 6: señal de "BATERIA DESCARGADA" (voltímetro relé A6), cerrado entre 4 y 5 en operación normal.

Conector X7:

Terminales 1 a 3: señal 'FUSIBLE FUNDIDO', cerrado entre 1 y 2 en operación normal (opcional).

MARCOS

Ver DWG 81.0328

(para marcos relés, favor referirse a la hoja de datos del sistema).

GENERALIDADES

- El voltímetro relé A6 sirve para monitorear el voltaje de la batería:
- el potenciómetro R25 permite ajustar el valor mínimo, cuando la LED V3 ilumina se alcanza el valor mini DC en caso de una descarga total, el relé se suelta y la alarma 'DESCARGA DE BATERIA' se da (señalización y contactos de potencia libres).
- El potenciómetro R24 permite regular el valor maxi DC, cuando la LED V2 ilumina se alcanza el valor maxi y la alarma desaparece (el relé se vuelve a tomar bajo circunstancias normales).

Cuando se alcanza el valor mini DC (LED V3) el cronómetro se inhibe cuando el valor maxi DC está en contra.

En operación normal el relé K1 (A&) está PRENDIDO, K1 (A6) está APAGADO luego de la temporización cuando se obtiene el nivel mini.

- Un cronómetro programable de 0 a 4 con corto circuito B2, B2 y el interruptor S5 está disponible cuando el valor DC está cayendo (función relé voltímetro).

Desconexión del circuito de batería automáticamente (opcional):

Con el fin de proteger la batería de una descarga total, un conector externo puede ser incluido para desconectar desde la carga a cierto voltaje.

El conector está activado por el sistema de monitoreo de descarga total 'A6' en el panel de monitoreo.

- El relé voltímetro A7 sirve para monitorear el voltaje de salida de la unidad.
- El potenciómetro R25 permite regular el valor mini DC, cuando la LED V3 ilumina se alcanza el valor mini DC, se suelta el relé y la alarma 'VOLTAJE DC BAJO' se da (señalización y contactos libres de potencia).
- El potenciómetro R24 permite regular el valor maxi DC, cuando la LED V2 ilumina se alcanza el valor maxi DC y la alarma desaparece (el relé es tomado bajo circunstancias normales).

Cuando se alcanza el valor mini DC (LED V3) un cronómetro regulable (S5) comienza. El cronómetro se inhibe cuando se obtiene el valor maxi DC en contra. En operación normal el relé K1 (A6) está PRENDIDO, K1 (A6) está APAGADO luego de la temporización cuando se obtiene el nivel mini.

- Un cronómetro programable de 0 a 4 h con corto circuito B2, B2 y el conmutador S5 está disponible cuando el valor DC está cayendo (función relé voltímetro).

Monitoreo de fusibles (opcional):

Con el fin de controlar a distancia la planta de energía de fusibles DC, un panel externo (diodos PCB) se incluye para dar una alarma en caso de falla de fusibles (fundidos o abiertos). Bajo circunstancias normales el relé K3 se levanta, cuando aparece la falla del fusible, el relé K3 libera y la alarma 'FUSIBLE FUNDIDO' se da (señalización y contactos de potencia libres).

5. INSTALACION Y ARRANQUE

Todas las operaciones de los siguientes párrafos deben ser realizados por electricistas autorizados o por personal calificado interno.

INSTALACION

El suministro de fusible de entrada o breakers de corto circuito y de tierra deben de estar de acuerdo con los estándares IEC prescritos o con las regulaciones locales.

Recomendamos protección en línea de entrada del sistema es decir un breaker termomagnético o cualquier protección en línea específica; como seguro este es un valor que es igual a o mayor a las características eléctricas de entrada (corriente de entrada valorada) que se muestra en la placa del nombre.

Antes de cualquier cableado de la planta de energía DC, abrir todas las protecciones de entrada y salida (Fusible de entrada rectificador: F001 a F004, fusible de batería: F21, fusibles de salida DC: F1 a F6).

Esto es para proteger el sistema entero DC.

La unidad debería ser instalada o montada en seco, y los alrededores sin polvo. El enfriamiento de flujo no debe ser obstruido.

Para instalar los módulos, la batería dentro del armario y para hacer las conexiones, referirse a los siguientes mapas:

- * 97863-01 vista frontal y fijación del piso del sistema DC 48 V en el armario 19" 2068
- * 97863-02 telecom modular planta de energía 48VDC
- * 97863-03 Arreglo de batería
- * 97863-04 Plan terminal

Cada módulo debe ser atornillado con 2 tornillos M5 de largo 12 de acuerdo con el mapa de vista frontal.

La conexión eléctrica para cada módulo consiste en un plug SUB D con la salida del módulo y la señalización, un plug AC para los principales, un tornillo para tierra.

Los 8 bloques de baterías 12V-115Ah deben ser montados de acuerdo con el mapa 97863-03, la batería localizada en 2 estantes.

Atención: antes de cualquier manejo de la batería descontar el fusible de batería F21. Fijar primero los cables de batería en los terminales del armario DC (Fusible F21 y el terminal (+)) y en segundo lugar los terminales de batería.

Antes de cualquier entrada de cableado principal, conectar el cable de tierra (amarillo/verde) al terminal PE.

- Ingrese los cables AC

Entrada AC mono fase 110V. La entrada de cables son ajustados en los terminales L1 y N.

L1 es la fase y N el neutro, sección de cruce máximo permitido: 25 mm².

- La salida debe estar conectada en las salidas F1 a F6 para la polaridad (-) y en el terminal (+) (conexión resistencia) para la polaridad (+) en las cargas DC, sección de cruce máximo permitido: 10mm².
- Las siguientes alarmas están disponibles a través de NO-NC en terminales 1 a 9:

Terminal 1, 2, 3:	FALLA RECTIFICADOR
Terminal 4, 5, 6:	VOLTAJE DC BAJO
Terminal 7, 8, 9:	FALLA FUSIBLES BATERIAS

Sección de cruce máximo permitido: 2.5 mm²

PRIMERA OPERACION

- Es necesario tener un voltímetro para control antes del arranque.
- Chequear el estado general del armario antes de arrancar, para ver si no ha habido cualquier destrucción durante el transporte.
- Verificar los tornillos.
- El fusible de la batería F21 debe estar abierto.
- Abra toda la entrada (F001 a F004) la cual está localizada debajo de la rejilla del rectificador; es necesario para desconectar la protección común de los módulos del rectificador.
- Conecte el voltaje principal en la entrada y verifique la operación de cada módulo como sigue:
 - Chequee el voltaje de entrada AC que sea 110Vac +/- 10%.
 - Conecte el fusible de entrada F001 (para el módulo 1),
 - Chequee el voltaje de salida en los terminales de salida. Chequee el valor definido en el capítulo "Características generales del modo rectificador conmutado tipo tebechop 1800", rectificador regulado en la fábrica a 54,5V a mitad de carga (valor flotante). Si fuera necesario, regular el valor con el potenciómetro XI en el rectificador del panel frontal.

La led amarilla “PRINCIPAL” debe estar encendida.

La led verde “OPERACIÓN” debe estar prendida.

- Desconectar el fusible F001
- Y luego conecte el fusible F002 para chequear el segundo módulo e igual para los módulos n.

- Cerrar los fusibles de salida DC F1 a F6 para conectar las cargas.

El sistema está ahora listo para operar.

6. MANTENIMIENTO

Para realizar cualquier reparación, refiérase a los planos:

- * 97863-02 telecom modular planta de energía 48VDC
- * 210303 rectificador SMR ¼ 19” 6U TEBECHOP 1800
- * 810328 establecer el panel de monitoreo DC tipo G UW200.

1. Operación normal

1.1 Señalización en cada módulo

“OPERACIÓN” led verde PRENDIDO

“PRINCIPAL” led amarillo PRENDIDO indica que los principales están de acuerdo con el voltaje > 170 VAC.

1.2 Señalización en la cabina frontal:

- “OPERACIÓN” led verde PRENDIDA, indica que el panel de monitoreo DC es suministrado.

1.3 Señalización en el panel de monitoreo DC (plano 810328)

- V17 (relé voltímetro A6, relé K1 levantado) led roja PRENDIDA, indica que el voltaje en la batería es > 50 VDC.
- V17 (relé voltímetro A7, relé K1 levantado) led roja PRENDIDA, indica que el voltaje en la batería es > 44,5 VDC.

1.4 Ondas de señalización

- Terminal 1, 2, 3 : FALLA RECTIFICADOR, cerrado entre 2 y 3
- Terminal 4, 5, 6 : VOLTAJE DC BAJO, cerrado entre 4 y 5
- Terminal 7, 8, 9 : FALLA FUSIBLE DE BATERIAS, cerrado entre 8 y 9

2. Operación Anormal

2.1 Señalización rectificador

“OPERACIÓN” led verde APAGADA: en este caso, referirse al capítulo “Mantenimiento de TEBECHOP 1800” luego de haber verificado que los principales estén OK y los fusibles de entrada (F001 a F004).

2.2 Señalización en el armario frontal

“VOLTAJE BAJO DC” led rojo APAGADA, indica que el voltaje de la batería es más bajo que 44,5V. Esto ocurre durante el tiempo de respaldo.

“BATERIA DESCARGADA” led roja APAGADA, indica que el voltaje de la batería es más bajo que 43,2V. En este caso, el conector K001 está abierto, será energizado cuando el voltaje DC haya crecido a 50V. Esto aparece al final del tiempo de respaldo para evitar una descarga grande de la batería (automáticamente se desconecta el circuito de la batería).

Verificar los principales, los rectificadores, fusible auxiliar F31.

2.3 Señalización ondas NO-NC

- Terminal 1, 2, 3 : FALLA RECTIFICADOR, cuando tenemos una o más fallas de rectificador, cerrado entre 1 y 2.
- Terminal 4, 5, 6 : VOLTAJE BAJO DC, el relé K1 (relé voltímetro A7) del PCB A1 se libera cuando el voltaje DC alcanza 44,5V que aparece durante el tiempo de respaldo, cerrado entre 5 y 6.
- Terminal 7, 8, 9 : FALLA FUSIBLE BATERIAS, indica que falla un fusible o falta un fusible (F21), cerrado entre 7 y 8.

7. MANTENIMIENTO DEL MODULO RECTIFICADOR TEBECHOP 1800

1. Notas de seguridad

La unidad en cuestión es un aparato eléctrico que requiere niveles peligrosos de voltaje y corriente. Por lo tanto, las siguientes instrucciones deberían ser cuidadosamente observadas:

- Instalación, operación, mantenimiento y reparación debería ser realizado estrictamente de acuerdo con estos documentos.
- Asegúrese que solamente personal capacitado y autorizado tenga acceso a la unidad. Solamente ciertas personas deberían estar autorizadas a abrir la tapa.
- Incluso cuando la unidad esté apagada, algunos de los componentes internos podrían estar prendidos siempre que estén conectados al suministro de energía principal o de la batería.
- Los capacitores integrados podrían estar prendidos, incluso cuando la unidad esté desconectada y libre de cualquier voltaje. Por lo tanto deberían ser correctamente descargados por personal calificado antes de tocar los terminales.
- Solamente herramientas aislantes deberían ser usadas para trabajo en la unidad.
- Todas las personas que trabajan con la unidad deberían estar familiarizados con medidas de primeros auxilios que se deben tomar en el caso de un accidente de electricidad.
- Las regulaciones de la autoridad local de suministro de energía y las regulaciones de seguridad aplicables deberían ser observadas todo el tiempo.

Para reparar el módulo, refiérase a los planos:

- 8000305 A/B Rectificador SMR ¼ 19" 6U TEBECHOP 1800
- 80.0307 Principio de operación del TEBECHOP 1800
- 81.0306 Aparato TEBECHOP 1800

2. Voltaje de salida muy bajo

- Desconectar la batería luego de chequear que la corriente en la carga sea inferior que la corriente nominal del rectificador,
- Chequear que el enlace 3 a 6 (cuando exista) del enchufe en el panel frontal sea compatible con la operación solicitada:

* todos los enlaces abiertos - flotar

- | | |
|------------------------|------------------------|
| * enlace 3 y 4 cerrado | - carga de arranque |
| * enlace 3 y 5 cerrado | - alimentación directa |
| * enlace 3 y 6 cerrado | - 1,8 V/celda |

- Chequear las regulaciones de voltaje XII, XI, X y IX y refiérase al modo operativo del rectificador porque todas las posibilidades no son usadas.
- Chequear que la temperatura verifique que la compensación esté trabajando. Cuando no es usado un reostato de 2K debe ser instalado entre los clavos 7 y 8 del SUB D.

3. Voltaje de salida en corto circuito

- Verifique el voltaje principal. Debe ser > 170 VAC. Si no, la led amarilla del frente está apagada.
- Verifique que el rectificador no esté apagado porque habría un voltaje de salida muy alto (led roja voltaje alto).

En este caso, la led roja "Voltaje alto" debe estar prendido. Esto es necesario para abrir los principales AC durante 30 segundos. Luego arranque el rectificador, si la led verde "Operación" se prende y apaga, chequee el nivel del voltaje máximo mediante el potenciómetro R160 en el PCB A5. Si este valor tiene que ser regulado, es necesario usar el potenciómetro "XI" valor flotante o el valor de arranque "XII". Luego "Voltaje alto" ajuste R160, chequear los potenciómetros del frente con el fin de tener los valores correctos con "XI" y "XII".

4. Chequeo del rectificador

Este módulo consiste en:

- Panel Moher con los componentes de energía
- Filtro A2 Acvív con suministros aux.
- Tarjeta reguladora A3
- Tarjeta Monitoreo A8
- Tarjeta de aparato A5

Es importante verificar los componentes de energía y por esta razón, tenemos que abrir el circuito AC.

- Verificar que el punto de entrada V1, el MOS del filtro activo V3 a V7 y el diodo V9 no estén corto circuitados.
- Verifique los capacitores químicos C3 a C6.
- Verifique que el MOS V12. V21 del puente y de los diodos V39-V40 no estén corto circuitados.
- Verificar que los diodos secundarios V31-V32 no estén corto circuitados.
- Verificar que los capacitores químicos C11-C12 y C36 no estén corto circuitados.

4.1 Chequeo del filtro activo

El voltaje en los capacitores C3.C6 está regulado con R21 del panel de impresión A2 a un valor de 370V.

Las pulsaciones en 40 KHz del MOS V3 a V7 del filtro activo aparecen si el voltaje está en el rango 230 VDC a 390 VDC y si el voltaje principal está OK, esto es más que 170VAC.

El voltaje 15 V y 24 V de los auxiliares DC aparecen en X2 (1-2) 24V y (4-5) 15 V y también la energía DC del relé K1. Esta verificación se realiza sin el F2.

4.2 Chequeo del regulador

- S1 Programa de los interruptores

Recuerde "ON"	significa que los interruptores están hacia PCB
S1-1 "ON"	verificación de temperatura
S1-2 "ON"	I folback (NA)
S1-3 "ON"	operación paralela
S1-4 "OFF"	P constante
S1-5 "ON"	Característica UI
S1-5 "OFF"	P constante

- R702 Prueba de corriente 5V/Dentro

Este potenciómetro localizado en PCB A8 permite leer la corriente de Salida con un valor de 5V cuando la corriente de salida sea 33A. Debe ser primero regulado.

- R35 Límite de la corriente primaria

El potenciómetro localizado en PCB A3 permite una protección de la limitación de la corriente del puente interruptor. Para chequear esta limitación de corriente es necesario tener una carga con el fin de alcanzar una corriente alrededor de I nominal +30% regula este potenciómetro para limitar la corriente de salida a un valor de 43A con una DC de alrededor de 40V.

- R230 Límite de corriente de salida en modo UI

Este potenciómetro localizado en el panel matriz permite limitar la corriente de salida en la característica UI en 33A.

- R219 Límite de la corriente de salida en modo P constante

Este potenciómetro localizado en el panel matriz permite limitar la corriente de salida en modo P constante en 30A con voltaje DC en modo de arranque.

- R121 Límite de la corriente de salida en modo P constante

Este potenciómetro localizado en el PCB A3 permite limitar la corriente de salida En modo P constante en 41A para U mini (1.8V/celda)

R160 **Voltaje maxi de salida**
Este controla un voltaje alto DC, apaga el interruptor del rectificador.

10. INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN 7900 PARA MANTENIMIENTO LIBRE DRYFIT A500**Baterías Sonnenschein**

<u>Modelo:</u> dryfit A500	<u>Fecha código:</u>
<u>Salida nominal:</u>	<u>Voltaje nominal:</u>
<u>Carga voltaje continua :</u>	<u>Tiempo nominal de puentes:</u>
<u>Encargado a:</u>	<u>No. Pedido de montaje:</u>
<u>Compañía</u>	<u>Ubicación:</u>

**Instrucciones operacionales 7900
para el mantenimiento de las baterías A500 dryfit de
plomo ácido****1. Transportación**

Las baterías A500 dryfit no son consideradas como carga peligrosa por la IATA. Esto aplica a caminos, rieles o transporte aéreo.

2. Almacenamiento

- 2.1 Las baterías A500 dryfit pueden ser almacenadas en el estado a ser canceladas.
- 2.2 Las baterías A500 dryfit pueden ser almacenadas sin ser cargadas hasta dos años a 20 grados centígrados. A temperaturas constantes de 30 grados centígrados, deberán ser recargadas después de los doce meses y a 40 grados centígrados después de seis meses.

3. Recargo

- 3.1 Las baterías A500 dryfit son cargadas de acuerdo con las características IU como por DIN 41773.
- 3.2 El constante recargo de voltaje para la energía continua del suplemento de la batería es 2,3-2.35 V/celda a 20 grados centígrados a temperatura ambiente. Para la operación de cycling, se recomienda 2.4-2.45 V/celda. Para cargos de voltaje de > 2.4 V/celda, lo normal será limitado a 0.5 A/Ah.
- 3.2.1 Para el uso extremo en temperaturas divergentes, la carga de voltaje debe ser regulada de acuerdo con el siguiente cuadro. El poder máximo impuesto es aproximadamente de 0.5 A/Ah.

4. Descarga

- 4.1 Después de recargar o parcialmente recargar, la batería deberá ser recargada inmediatamente.
- 4.2 La capacidad nominal solo puede ser medida en la completa condición de carga después de 20 horas de recargada a 20.25 grados centígrados.
- 4.3 Descargas profundas deben ser evitadas lo mejor posible. Una prevención de descarga profunda (corte del sistema al preset descargas de voltaje final) asegura su continuo funcionamiento de las baterías sobre su vida completa de servicio.

Después de una descarga profunda las baterías deben ser recargadas en máximo 4 semanas.

4.4 A temperaturas bajas la capacidad desaparece.

Las siguientes son guías valiosas:

Temperatura de la batería en descarga la capacidad nominal	Porcentaje de capacidad basada en la capacidad nominal
+ 20°C	100%
0°C	90%
- 10°C	75%
- 20°C	60%

5. Dimensiones y pesos (ver detrás)

5.1 Instrucciones de instalación:

Conecte la batería con la correcta polaridad. Ventile el compartimento de la batería de acuerdo con las regulaciones VDE 0510 de la segunda parte.

Puede ser operado en cualquier posición en una operación portable cycling.
Solo opere la batería en la posición vertical en una continua operación de suplemento de energía o contacte al proveedor en caso de una diferente posición operacional.

Sujete las tuercas para los conectores:

- Contacto tipo G5= 5Nm
- Contacto tipo G6= 6Nm
- Contacto tipo A= 8 Nm

5.2 Verifique las conexiones no aseguradas cada año para un firme asentamiento.

6. Avisos de seguridad

- 6.1 Partes de metal expuestos (terminales y conectores) están siempre prendidos y son considerados como partes activas en el concepto de DIN/VDE 0100, parte 2.
- 6.2 Para instalación de cámaras, containers o armarios , las regulaciones de instalación establecidas en adelante en VDE 0510, Parte 2, debe siempre obrar de acuerdo.
- 6.3 Las baterías dryfit A500 tienen una válvula que libera gases bajo excesiva presión. El hidrógeno (H₂) así liberado es explosivo cuando hay una concentración > 3.8% del volumen de la habitación. Por esta razón, las regulaciones que manejan el compartimento de ventilación de la batería de VDE 0510, Parte 2 debe obrar de acuerdo.
- 6.4 Los bloques de baterías deben mantenerse limpios y secos todo el tiempo. Uso solamente de agua sin ningún aditivo, y no uso de agentes de limpieza agresivos.

7. Entorno

- 7.1 Las baterías dryfit A500 todas sustentan la marca de reciclaje (símbolo ISO), significa que todas las baterías deben ser dispuestas de manera correcta.
- 7.2 Las baterías dryfit A500 no es carga peligrosa. – ver 1.
- 7.3 Las baterías dryfit A500 son ambientalmente amigables, ya que su electrolito está inmovilizado para prevenir fuga de ácido.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS BATERIAS

1. Mantenimiento trimestral

- Chequear que las celdas estén limpias y secas para prevenir derivaciones
- Chequear las conexiones para regulación
- Si se requiere, limpiar los terminales de baterías y lubricarlos con grasa silicona. No usar grasa de petrolato.
- Chequear que los niveles de electrolito estén ajustados correctamente entre las marcas de máximo y mínimo (**solamente para baterías de níquel cadmio y baterías de tipo plomo ácido**). Regular con agua destilada, si se requiere.
- Chequear la regulación correcta del voltaje de flotación (favor referirse a las características generales de la unidad rectificadora).

2. Mantenimiento semestral

Proceda con las mismas tareas como para el mantenimiento trimestral.

La gravedad específica, sin embargo, debe obtenerse de todas las celdas solamente para las baterías de níquel cadmio y las baterías del tipo plomo ácido.

3. Mantenimiento anual

Se recomienda ejecutar un chequeo de la descarga cada año con el fin de verificar la batería para la operación correcta.

Para esto, para la unidad rectificadora chequee el voltaje de la batería y la corriente durante la descarga (tenga cuidado!! Algunos sistemas tienen un aparato automático para apagar el circuito de la batería al final del tiempo de respaldo).

Luego de la prueba, prender la unidad rectificadora para garantizar la recarga de la batería.

ANEXO C

Autómata programable TWIDO

Autómata programable twido



El autómata programable TWIDO es un PLC pequeño caracterizado por su sencillez, su carácter modular y su flexibilidad, este PLC ofrece bases de autómatas compactas y modulares, y gran variedad de módulos de ampliación para ser usados en aplicaciones pequeñas y medianas. Básicamente este PLC ha sido destinado a automatización de edificios y de procesos simples. La ventaja que ofrece este dispositivo son sus dimensiones reducidas, lo que le permite integrarse fácilmente en cualquier instalación.

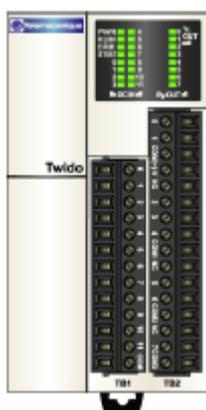
Las bases Twido y módulos que se ofrecen son:

- Bases compactas de 10, 16 o 24 entradas/salidas.
- Bases modulares de 20 o 40 entradas/salidas.
- Módulos de ampliación de entradas/salidas (digitales de 8, 16 o 32 vías y analógicos de 1, 2 o 3 vías).
- Módulos opcionales para aumentar las capacidades de tratamiento (memoria, reloj, calendario) y de comunicación (enlace serie).

Características principales:

- Controlador modular de 20 E/S:
- 12 entradas digitales, 6 entradas de relé y 2 salidas de común negativo de transistor.

- 1 conector de entrada de tensión analógica
- 1 potenciómetro analógico
- 1 puerto serie integrado
- 1 bloque de terminales para cableado
- Acepta hasta 7 módulos de ampliación de E/S.
- Acepta ambos cartuchos opcionales (RTC y de memoria - 32 KB o 64 KB).
- Acepta un módulo de ampliación de visualización de operador opcional o un módulo de ampliación de comunicaciones opcional



Características generales de los controladores modulares:

- Temperatura de funcionamiento de 0 a 55 °C, temperatura ambiente de funcionamiento.
- Temperatura de almacenamiento de -25 °C a +70 °C.
- Humedad relativa Nivel RH1, del 30 al 95% (no condensante).
- Grado de contaminación 2 (IEC60664).
- Grado de protección IP20.
- Inmunidad a la corrosión Libre de gases corrosivos.
- Altitud Funcionamiento: de 0 a 2.000 m.
- Transporte: de 0 a 3.000 m.
- Resistencia a las vibraciones.
- Montado sobre un riel DIN:
 - De 10 a 57 Hz, amplitud de 0,075 mm; de 57 a 150 Hz, aceleración de 9,8 ms² (1G); 2 horas por eje en cada uno de los tres ejes perpendiculares entre sí.

- Montado sobre la superficie de un panel:
De 2 a 25 Hz, amplitud de 1,6 mm; de 25 a 100 Hz, aceleración de 39,2 ms² (4G); Lloyd's, 90 min. por eje en cada uno de los tres ejes perpendiculares entre sí.
- Resistencia a golpes 147 ms² (15G), 11 ms de duración, 3 golpes por eje en los tres ejes perpendiculares entre sí (IEC 61131).
- Peso: 185 g

Características de la fuente de alimentación Controlador modular:

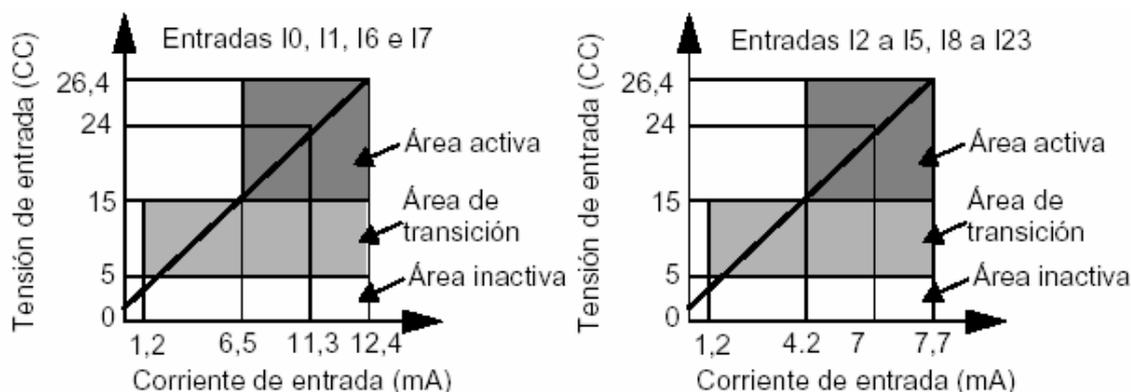
- Tensión de red nominal 24VDC.
- Rango de tensión permitido de 20,4 a 26,4VDC, ondulación incluida.
- Corriente de entrada máxima Controlador más 7 módulos de E/S. 19W a 26,4VDC.
- Interrupción momentánea de alimentación permitida 10ms a 24VDC.
- Rigidez dieléctrica entre la alimentación y los terminales de tierra: 500VAC, 1 minuto. Entre las E/S y los terminales de tierra: 1.500VAC, 1 minuto.
- Resistencia de aislamiento entre la alimentación y los terminales de tierra: mínimo de 10MΩ. (500VDC) Entre las E/S y los terminales de tierra: mínimo de 10MΩ. (500VDC)
- Resistencia a ruidos terminales de alimentación de DC: 1,0KV, de 50ns a 1μs. Terminales de E/S (abrazadera de unión): 1,5KV, de 50ns a 1μs.
- Corriente de entrada Máximo de 50A (24VDC).
- Conductor de puesta a tierra UL1015 - 0,33mm²; UL1007 - 0,82mm².
- Conductor de la fuente de alimentación UL1015 - 0,33mm²; UL1007 - 0,82mm².
- Inversión de polaridad: sin funcionamiento no hay peligro.
- Tensión o frecuencia incorrectas: pueden producirse daños permanentes.
- Conexión de conductor incorrecta: pueden producirse daños permanentes.

Características de E/S para los controladores modulares:

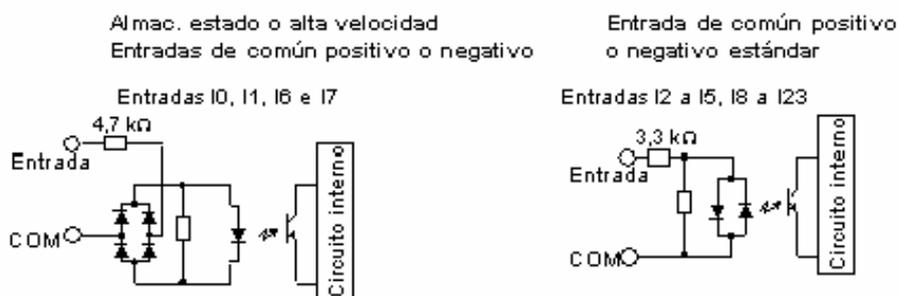
- Puntos de entrada 12 puntos en 1 línea común.
- Tensión de entrada nominal de común positivo o negativo de 24VDC.

- Rango de tensión de entrada de 20,4 a 26,4VDC.
- Corriente de entrada nominal I0, I1, I6, I7: 5mA/punto (24VDC). De I2 a I5, de I8 a I23: 7mA/punto (24VDC).
- Corriente de entrada nominal I0, I1, I6, I7: 5mA/punto (24VDC). De I2 a I5, de I8 a I23: 7 mA/punto (24VDC).
- Tiempo de encendido De I0 a I7: $35\mu\text{s} + \text{valor de filtro}$. De I8 a I23: $40\mu\text{s} + \text{valor de filtro}$.
- Tiempo de apagado I0, I1, I6, I7: $45\mu\text{s} + \text{valor de filtro}$. De I2 a I5, de I8 a I23: $150\mu\text{s} + \text{valor de filtro}$.
- Separaciones de potencial Entre terminales de entrada: sin separación de potencial. Circuito interno: libre de potencial en el fotoacoplador.
- Tipo de entrada Tipo 1 (IEC 61131).
- Carga externa para interconexión de E/S No es necesaria.
- Método de determinación de señales Estático.
- Efecto de una conexión de entradas incorrecta Se pueden conectar señales de entrada de común positivo y negativo. Si se aplica alguna entrada que supere el valor nominal, pueden producirse daños permanentes.
- Longitud de cable 3 m para cumplir la inmunidad electromagnética.
- Duración de conectores (conexión/desconexión) 100 veces mínimo.

Rango de funcionamiento de entrada.



Circuito interno de entrada



Límites de utilización de E/S

Al utilizar el controlador TWDLMDA20DRT, se pueden activar simultáneamente todas las E/S a 55 °C, con una tensión de entrada de 26,4VDC.

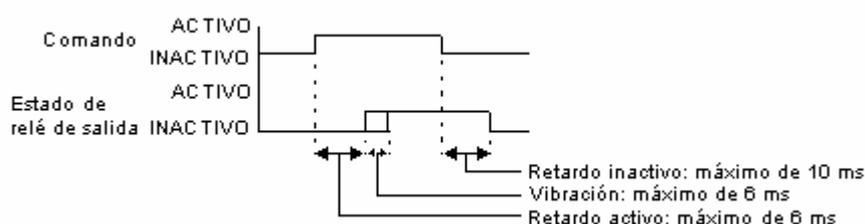
Características de las salidas de común positivo y negativo de transistor:

- Tensión de carga nominal 24VDC.
- Corriente máxima de carga 1A por línea común.
- Rango de tensión de carga de funcionamiento 20,4 a 28,8 VDC.
- Caída de tensión (con tensión) Máximo de 1V (tensión entre COM y terminales de salida cuando la salida está activa).
- Corriente de carga nominal 0,3A por punto de salida.
- Corriente de entrada Máximo de 1A.
- Corriente de pérdidas Máximo de 0,1mA.
- Tensión de bloqueo 39V +/-1V.
- Carga máxima de lámpara 8W.
- Carga inductiva L/R = 10ms (28,8 V CC, 1Hz).
- Separaciones de potencial entre el terminal de salida y el circuito interno: libre de potencial en el fotoacoplador.
- Entre terminales de salida: sin separación de potencial.
- Duración de conectores (conexión/desconexión) 100 veces mínimo
- Retardo de salida - periodo de encendido Q0, Q1: 5μs como máximo. De Q2 a Q15: 300μs como máximo.
- Retardo de salida - periodo de apagado Q0, Q1: 5μs como máximo. De Q2 a Q15: 300μs como máximo.

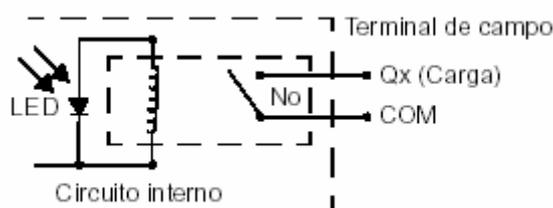
Características de salidas de relé:

- Número de salidas 8 puntos, incluidas 6 salidas de relé y 2 de común negativo de transistor.
- Puntos de salida por línea común -COM0 2 puntos.
- Puntos de salida por línea común -COM1 3 contactos N.O.
- Puntos de salida por línea común -COM2 2 contactos N.O.
- Puntos de salida por línea común -COM3 1 contacto N.O.
- Corriente máxima de carga 2A por punto. 8A por línea común.
- Carga de conmutación mínima 0,1mA/0,1VDC (valor de referencia).
- Resistencia de contacto inicial Máximo de 30mΩ.
- Duración de vida eléctrica Mínimo de 100.000 operaciones (carga nominal 1.800 operaciones/h).
- Duración de vida mecánica Mínimo de 20.000.000 de operaciones (carga nominal 18.000 operaciones/h).
- Carga nominal (resistiva/inductiva) 240VAC/2A, 30 VDC/2A.
- Rigidez dieléctrica Entre la salida y el circuito interno: 1.500VAC, 1 min.
- Entre la salida y los terminales (COM): 1.500 VAC, 1 minuto.
- Duración de conectores (conexión/desconexión) 100 veces mínimo.

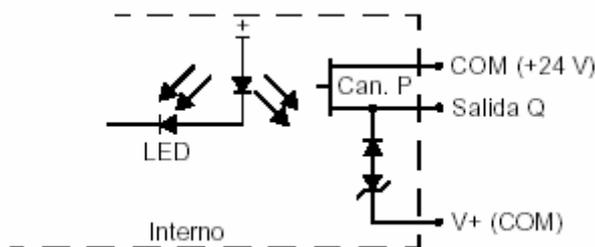
Retardo de salida.



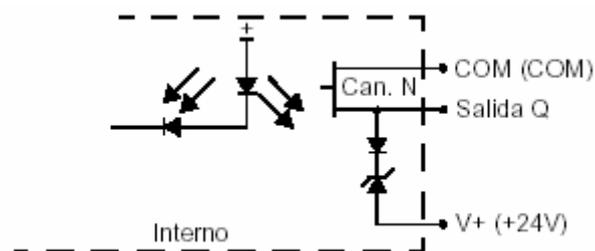
Contacto de salidas de relé



Contacto de salidas de común negativo de transistor.

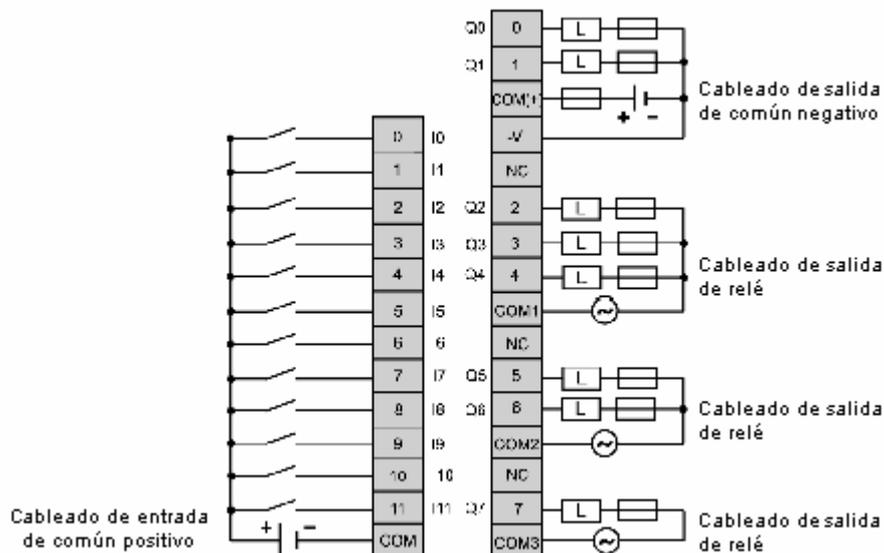


Contacto de salidas de común positivo de transistor.



Esquema de cableado del controlador.

En esta sección se indica el esquema de cableado externo para el controlador utilizado. Los cuadros sombreados son marcas en el controlador. Los números I y Q son los puntos de entrada y salida.



Los puntos de salida 0 y 1 son salidas de común negativo de transistor; los demás puntos de salida son de relé.

Los terminales COM no están conectados entre sí internamente y es recomendable utilizar un fusible de acuerdo a la carga.

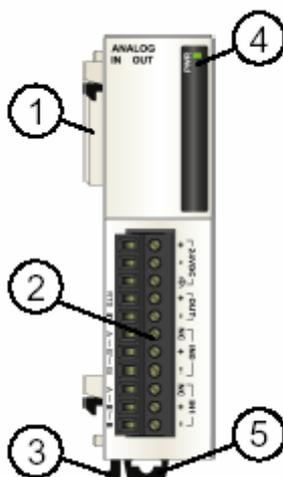
Vista general del módulo de E/S analógicas.



Este módulo puede unirse a cualquier controlador excepto los controladores compactos de 10 y 16 E/S.

Descripción de las partes del módulo de E/S analógicas

En la siguiente sección se describen las partes de un módulo de E/S analógicas.

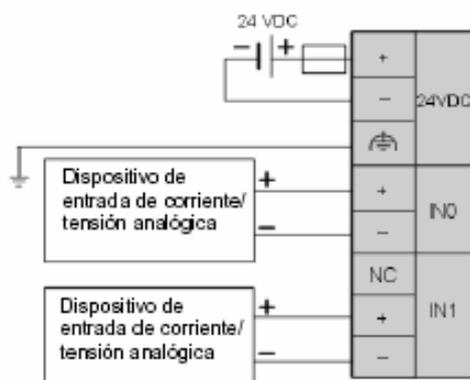


Número	Descripción
1	Conector de ampliación; uno a cada lado, el del lado derecho no se muestra.
2	Bloque de terminales extraíble
3	Botón de retención
4	LED
5	Abrazadera

Características generales del módulo de E/S analógicas:

- Tensión de red nominal 24 VDC
- Rango de tensión permitido 20,4 a 28,8 VDC
- Duración de conectores (conexión/desconexión) 100 veces mínimo
- Llamada de corriente interna - fuente de alimentación interna 50mA (5VDC) - 0mA (24VDC).
- Llamada de corriente interna - fuente de alimentación externa 40mA (24VDC).
- Peso 85 g.

Esquema de cableado TWDAMI2HT.



ANEXO D

TWIDOSOFT

TWIDOSOFT

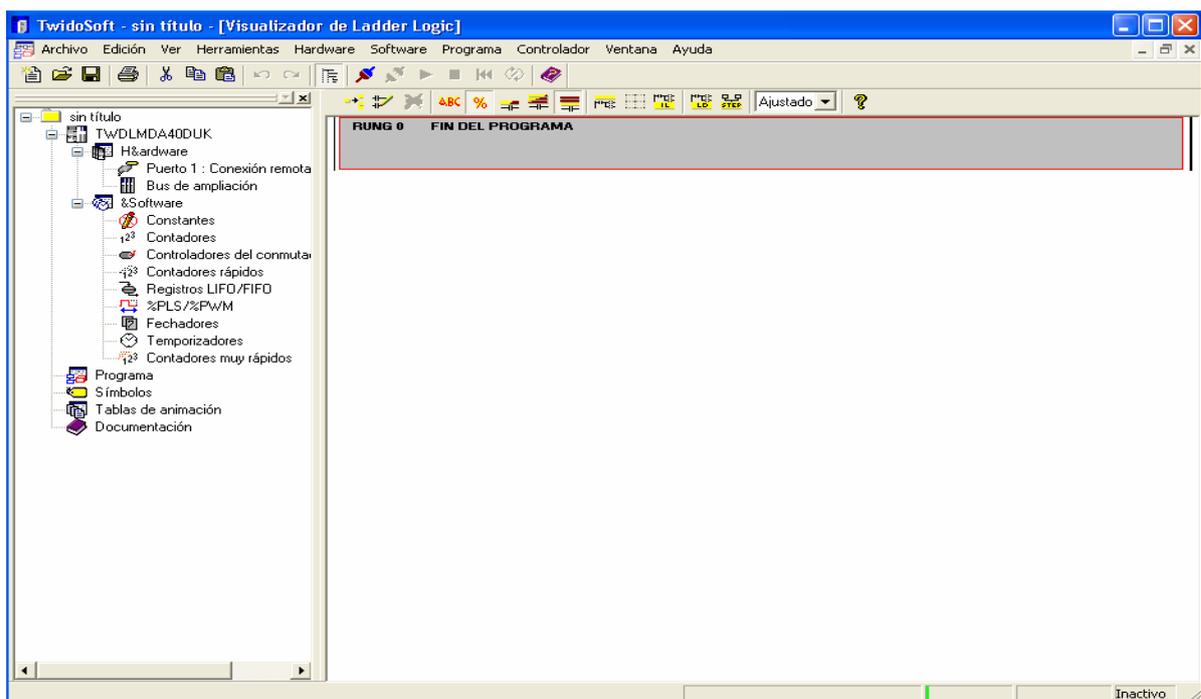
TwidoSoft es un entorno de desarrollo gráfico para crear, configurar y mantener aplicaciones para controladores programables Twido. TwidoSoft permite introducir programas de control utilizando los editores de programa de lista o Ladder Logic de TwidoSoft y, a continuación, transferir el programa para ejecutarlo en un controlador.

TwidoSoft es un programa basado en Windows de 32 bits para un ordenador personal (PC) que se ejecute bajo los sistemas operativos Microsoft Windows 98 segunda edición, Microsoft Windows 2000 Professional o Microsoft Windows XP.

Las principales funciones del software TwidoSoft son:

- Interfase de usuario estándar de Windows.
- Programar y configurar controladores Twido.
- Control y comunicaciones del controlador.

Al ejecutar el programa TWIDOSOFT, se visualiza la pantalla siguiente:



La pantalla cuenta con 3 partes muy visibles y diferenciadas:

Barra de menús

Igual en características a la mayoría de programas desarrollados en Windows.

Navegador de Aplicación

Desde el cual se puede configurar el hardware, manejar los elementos de software, desplegar el programa, tablas de animación, símbolos y documentación.

Editor de Programa

Permite insertar y modificar los elementos necesarios para crear el programa. Este editor puede ser de tipo ladder, o lista de instrucciones.

Lenguajes de programación de Twido

Para crear programas de control Twido se pueden utilizar los siguientes lenguajes de programación:

- Lenguaje de lista de instrucciones
- Diagramas Ladder Logic
- Grafcet

Lenguaje de lista de instrucciones

Un programa escrito en lenguaje de lista de instrucciones ejecutado de manera secuencial por el controlador. A continuación aparece un ejemplo de programa de Lista

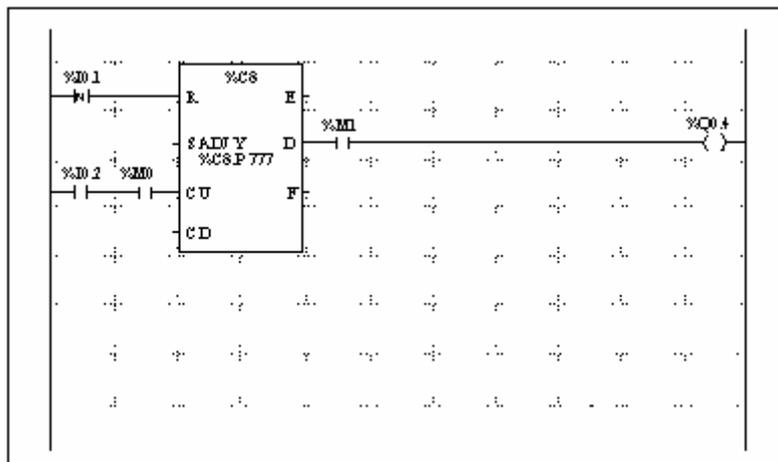
```

0 BLK %C8
1 LDF %I0.1
2 R
3 LD %I0.2
4 AND %M0
5 CU
6 OUT_BLK
7 LD D
8 AND %M1
9 ST %Q0.4
10 END_BLK

```

Diagramas Ladder Logic

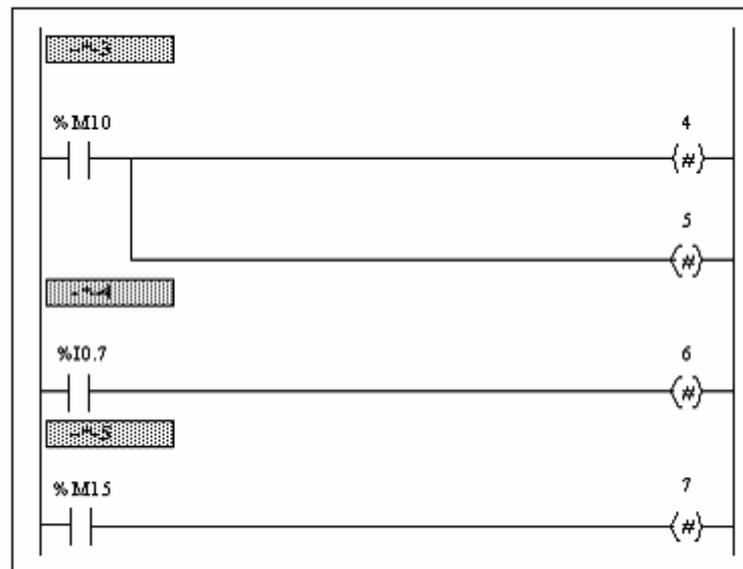
Los diagramas Ladder Logic son similares a los diagramas de lógica de relé que se utilizan para representar los circuitos de control de relé. Los elementos gráficos, como bobinas, contactos y bloques, representan las instrucciones. A continuación aparece un ejemplo de diagrama Ladder Logic



Lenguaje Grafcet

Grafcet es un método analítico que divide cualquier sistema de control secuencial en una serie de pasos con acciones, transiciones y condiciones asociadas. La ilustración que aparece a continuación muestra ejemplos de instrucciones Grafcet en programas Lista y Ladder Logic respectivamente.

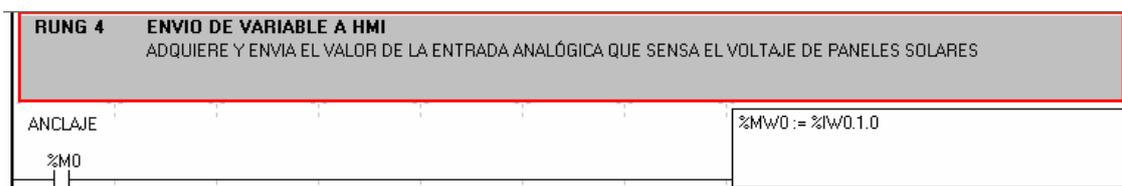
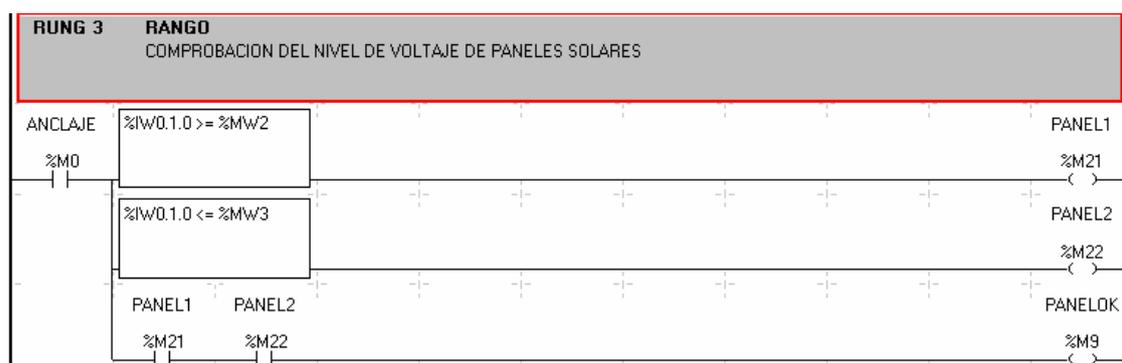
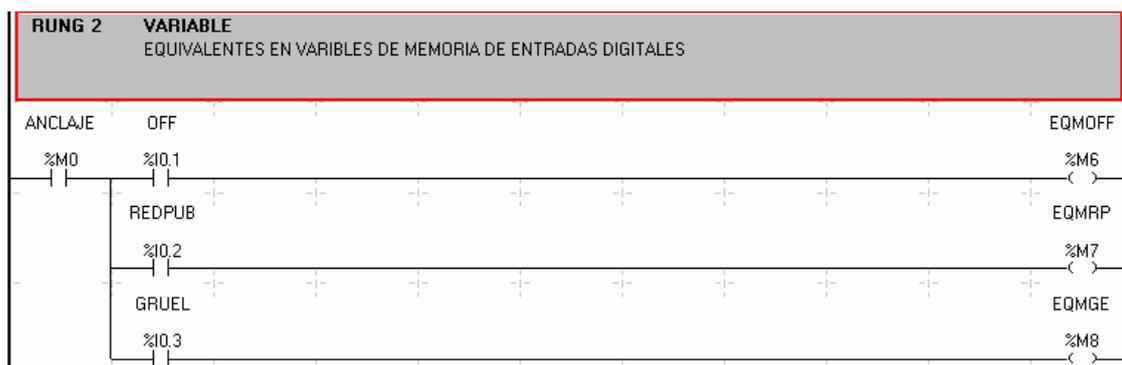
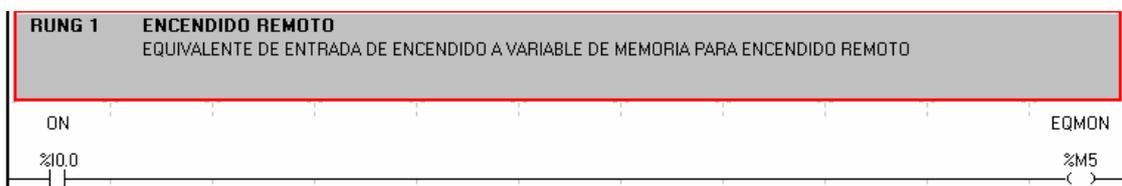
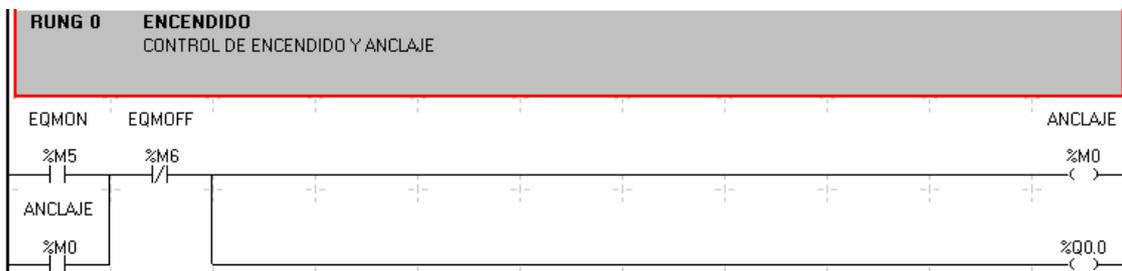
0	-. 3
1	LD %M10
2	# 4
3	# 5
4	-. 4
5	LD %I0.7
6	# 6
7	-. 5
8	LD %M15
9	# 7
10	...

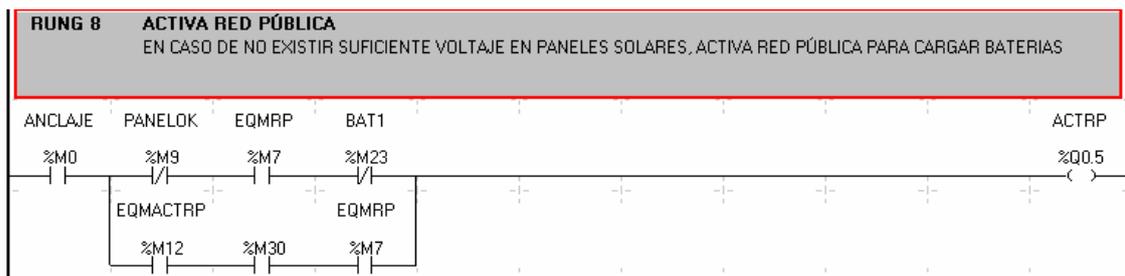
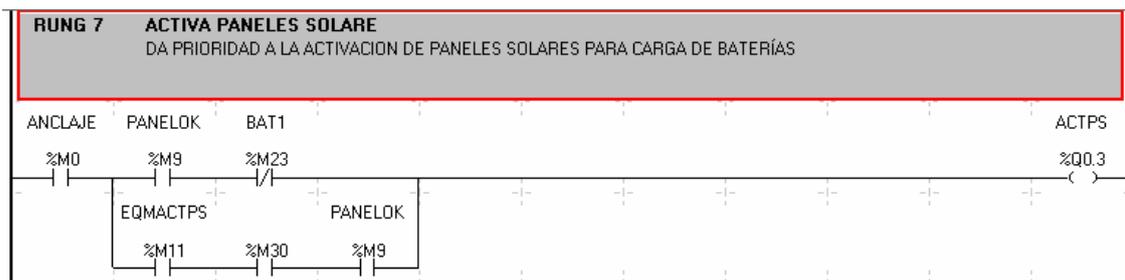
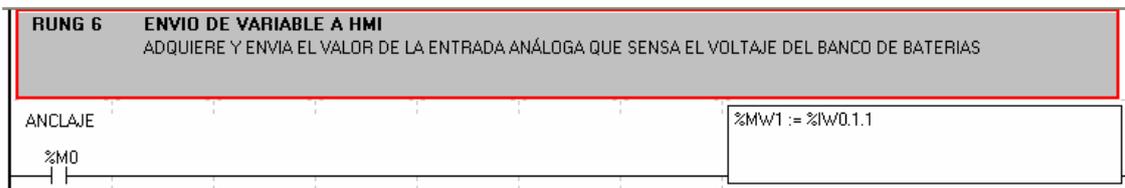
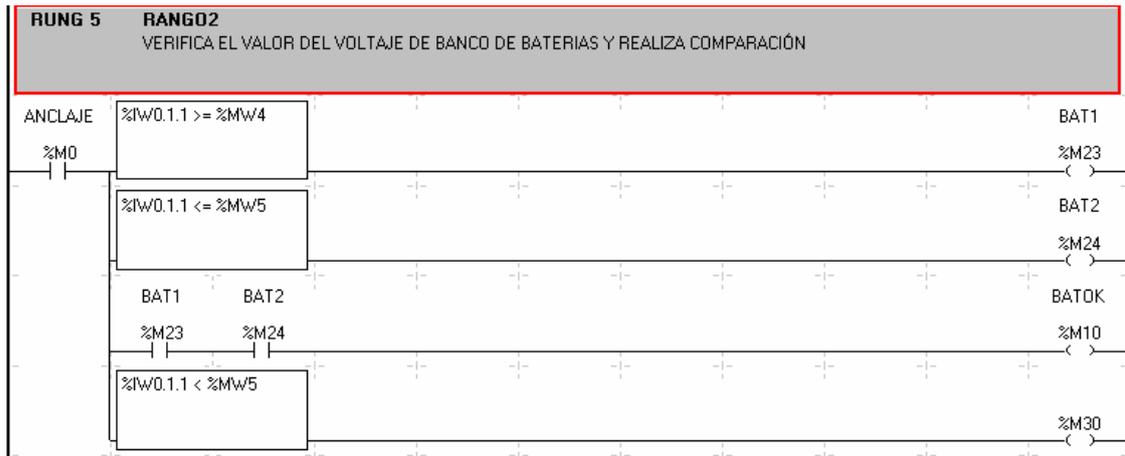


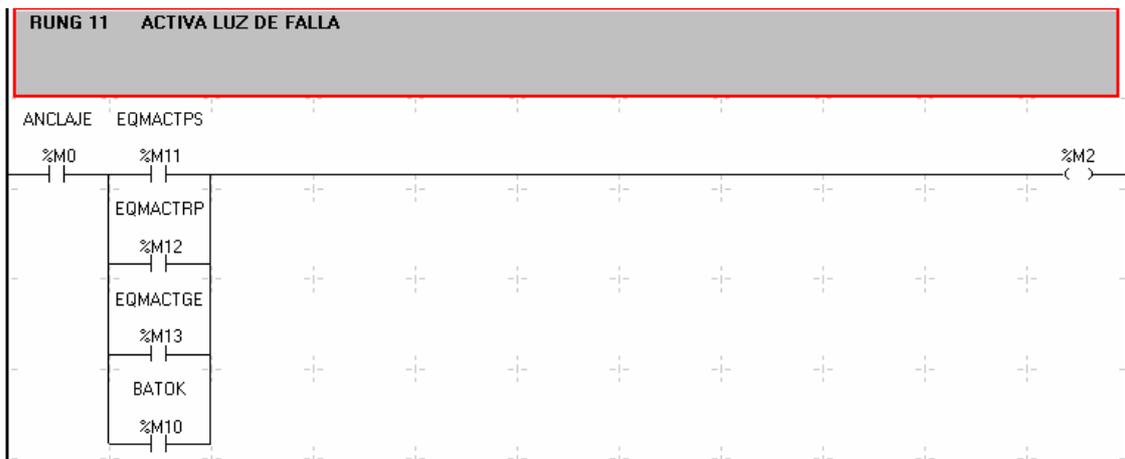
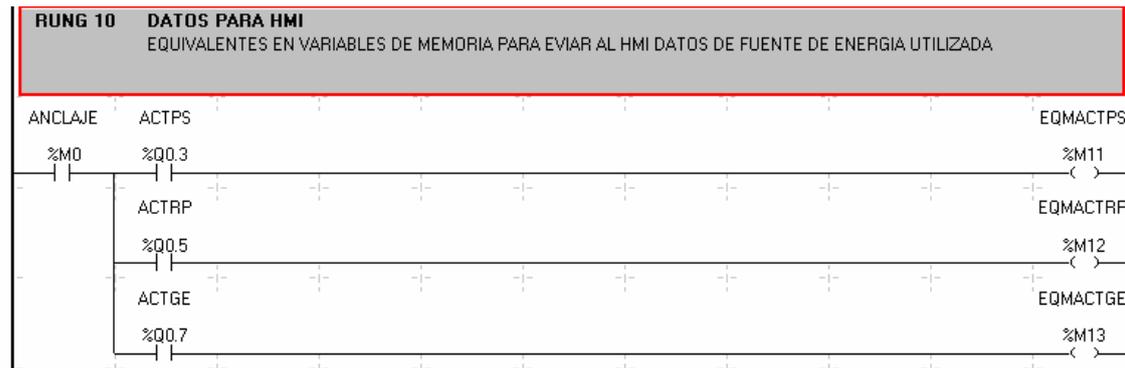
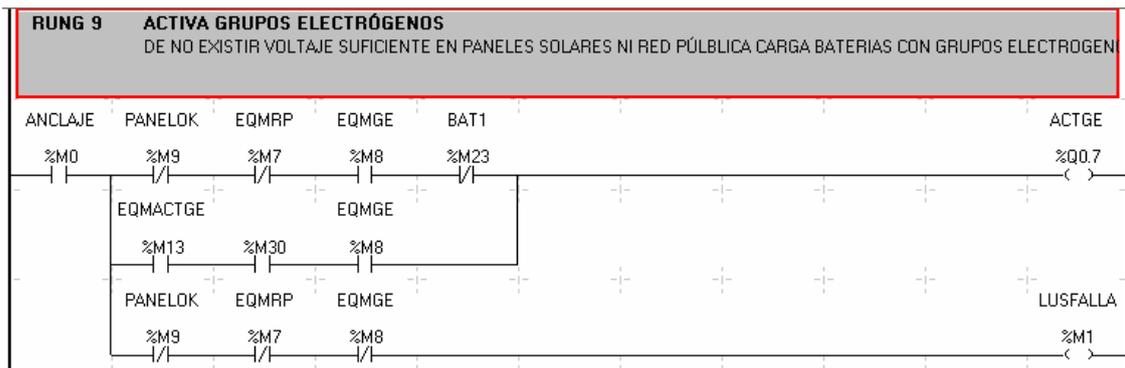
ANEXO E

Código de la Aplicación Lógica

Código del programa del Controlador de Transferencia de Energía escrito en Ladder Logic en TwidoSoft.







Cuadro de variables utilizadas

SIMBOLO	DIRECCIÓN	COMENTARIO
ACTGE	%Q0.7	Salida que activa el relé que conduce energía desde los grupos electrógenos al banco de baterías
ACTPS	%Q0.3	Salida que activa el relé que conduce energía desde paneles solares al banco de baterías

ACTRP	%Q0.5	Salida que activa el relé que conduce energía desde el rectificador de red pública al banco de baterías
ANCLAJE	%M0	Ancla la señal digital remota o local de encendido
BAT1	%M23	Indica que el voltaje en el banco de baterías es mayor al límite inferior ingresado por el usuario en el HMI
BAT2	%M24	Indica que el voltaje en el banco de baterías es menor al límite superior ingresado por el usuario en el HMI
BATOK	%M10	Indica que el nivel de voltaje en el banco de baterías esté entre los límites requeridos
EQMACTGE	%M13	Equivalente en variable de memoria de la salida de relé Q0.7
EQMACTPS	%M11	Equivalente en variable de memoria de la salida de relé Q0.3
EQMACTRP	%M12	Equivalente en variable de memoria de la salida de relé Q0.5
EQMGE	%M8	Equivalente en variable de memoria de la entrada I0.3 que indica la presencia de grupos electrógenos
EQMOFF	%M6	Equivalente en variable de memoria de la entrada I0.1
EQMON	%M5	Equivalente en variable de memoria de la entrada I0.0
EQMRP	%M7	Equivalente en variable de memoria de la entrada I0.2 que sensa la presencia de red pública
EQMWIABB	%MW1	Equivalente en variable de memoria de la entrada analógica que sensa el voltaje del banco de baterías
EQMWIAPP	%MW0	Equivalente en variable de memoria de la entrada analógica que sensa el voltaje de paneles solares
FALLA	%M14	Indica que no hay ningún tipo de energía alterna presente
GRUEL	%I0.3	Entrada digital que indica si hay grupos electrógenos instalados
INANBB	%IW1.1	Entrada analógica que sensa el voltaje de banco de baterías
INANPS	%IW1.0	Entrada analógica que sensa el voltaje de paneles solares
LUZFALLA	%M1	Se enciende si no hay ningún tipo de energía alterna presente
OFF	%I0.1	Entrada digital que recibe el pulso que detiene la ejecución del programa

ON	%I0.0	Entrada digital que recibe el pulso que ejecuta la ejecución del programa
PANEL1	%M21	Indica que el voltaje de paneles solares es mayor al límite inferior impuesto por el usuario
PANEL2	%M22	Indica que el nivel de voltaje de paneles solares es menor al límite superior impuesto por el usuario
PANELOK	%M9	Indica que el nivel de voltaje de paneles solares está entre los niveles requeridos
REDPUB	%I0.2	Entrada digital que indica la presencia de red pública

ANEXO F

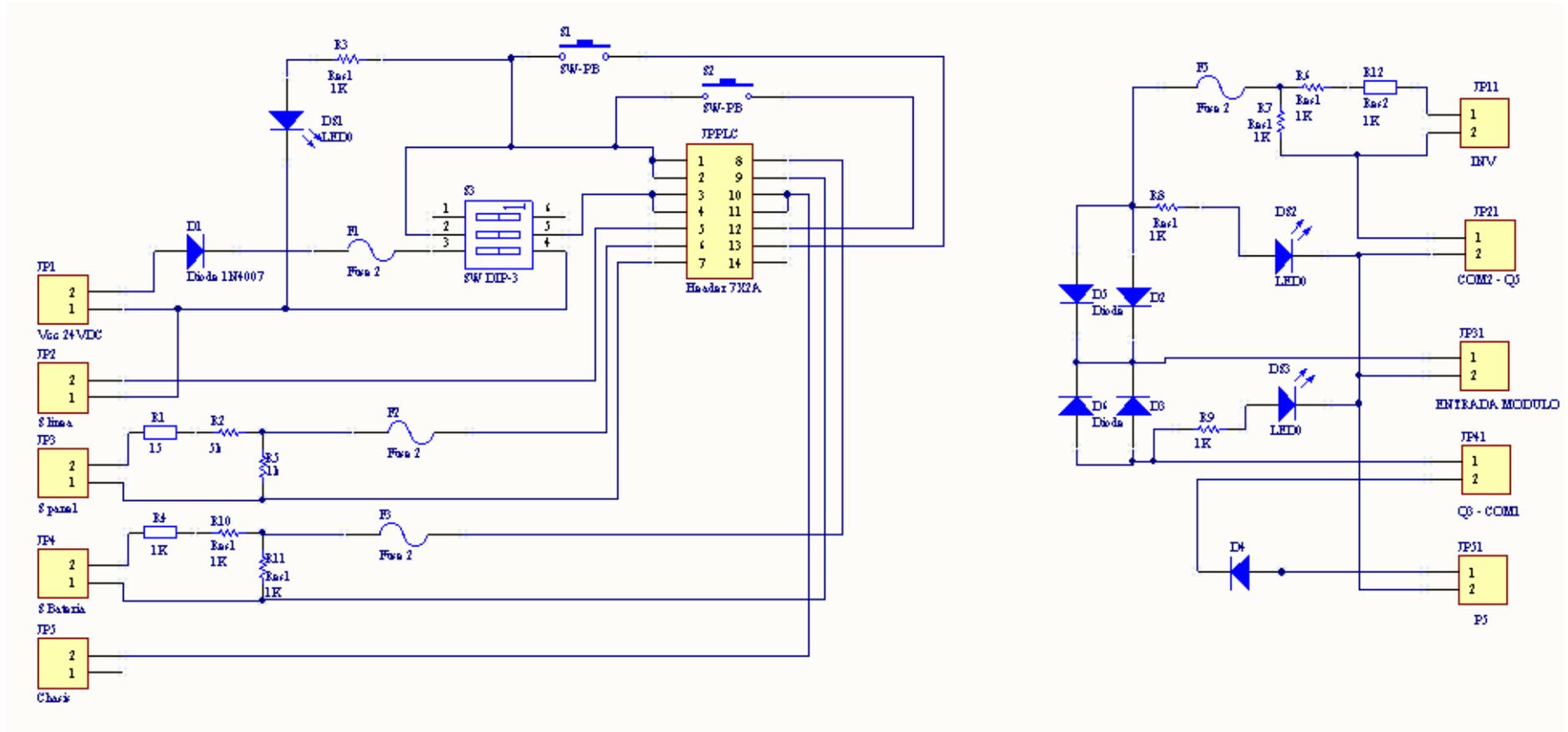
Macro en Excel

Macro en EXCEL utilizado para pasar los datos obtenidos de los valores de voltaje y sus fluctuaciones a una base de datos en ACCES. Se muestra el código en forma general.

```
Sub ADOFromExcelToAccess()
' exports data from the active worksheet to a table in an Access database
' this procedure must be edited before use
Dim cn As ADODB.Connection, rs As ADODB.Recordset, r As Long
' connect to the Access database
Set cn = New ADODB.Connection
cn.Open "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0; " & _
"Data Source=C:\FolderName\DataBaseName.mdb;"
' open a recordset
Set rs = New ADODB.Recordset
rs.Open "TableName", cn, adOpenKeyset, adLockOptimistic, adCmdTable
' all records in a table
r = 3 ' the start row in the worksheet
Do While Len(Range("A" & r).Formula) > 0
' repeat until first empty cell in column A
With rs
.AddNew ' create a new record
' add values to each field in the record
.Fields("FieldName1") = Range("A" & r).Value
.Fields("FieldName2") = Range("B" & r).Value
.Fields("FieldNameN") = Range("C" & r).Value
' add more fields if necessary...
.Update ' stores the new record
End With
r = r + 1 ' next row
Loop
rs.Close
Set rs = Nothing
cn.Close
Set cn = Nothing
End Sub
```

ANEXO G

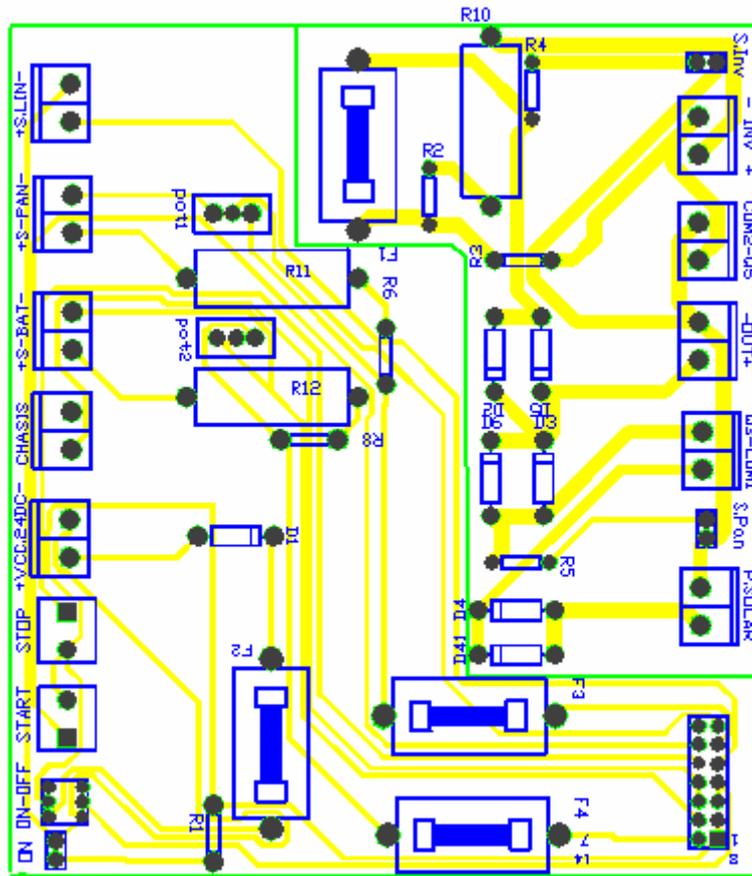
Diagrama Eléctrico del Controlador de Transferencia de Energía



ANEXO H

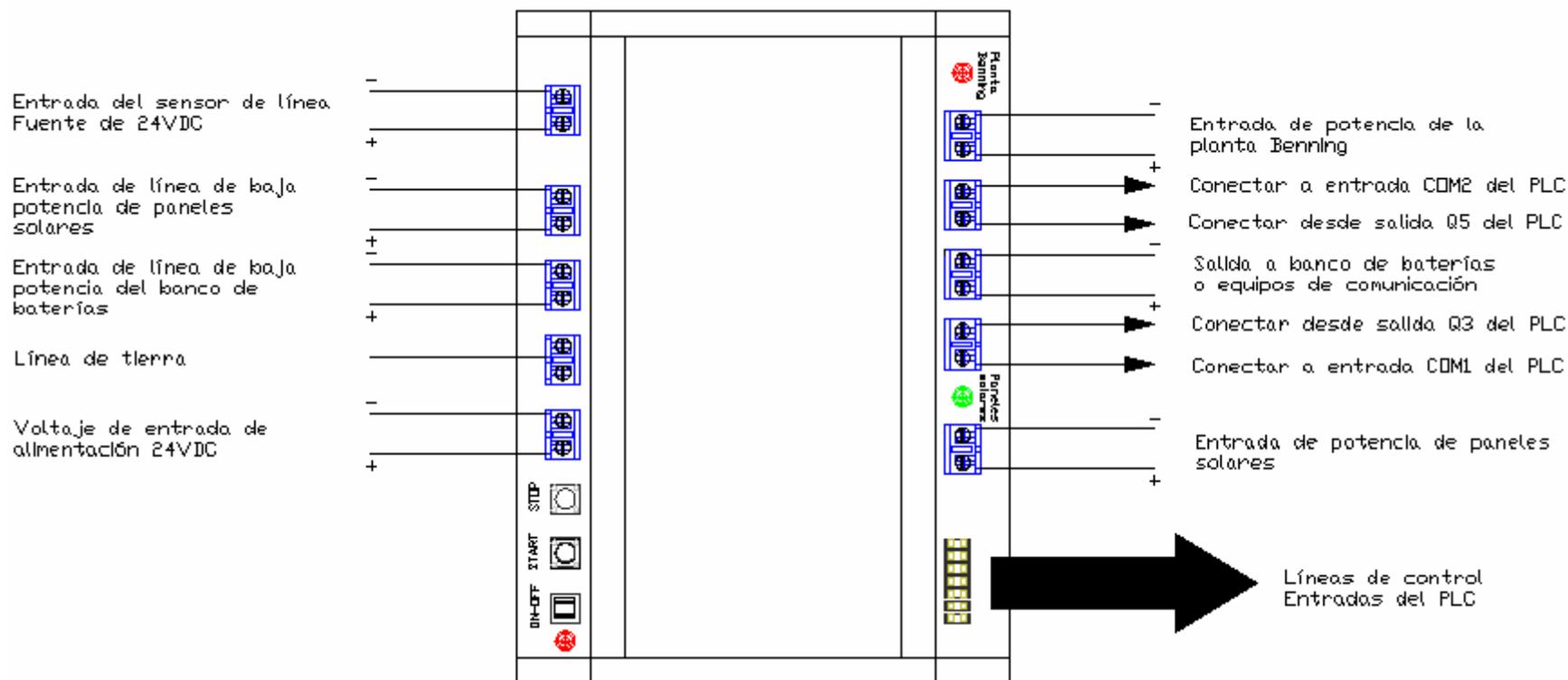
Diagrama de Circuito Impreso

Módulo del Controlador de Transferencia de Energía



ANEXO I

Diagrama de Conexiones de la tarjeta de control



ANEXO I

Manual de Usuario

MANUAL DE USUARIO

CONTROLADOR DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA

DESCRIPCIÓN GENERAL

El Controlador de Transferencia de Energía selecciona la fuente más conveniente de energía para cargar los bancos de baterías de los paneles solares de las repetidoras con las que cuenta la red MODE del CC. FF. AA. a nivel nacional y, a partir de estos, alimenta a los equipos de comunicaciones de la red.

Empleando sensores digitales y analógicos el controlador adquiere datos de los diferentes tipos de energía eléctrica existentes en cada repetidora: paneles fotovoltaicos, red pública y grupos electrógenos y, de acuerdo a su calidad, precio y continuidad, selecciona a uno de ellos y permite que este cargue los bancos de baterías o alimente de manera directa a los equipos. El sistema implementado es portátil y autónomo, ya que utiliza la energía eléctrica del banco de baterías de los paneles solares para alimentar sus componentes y puede ser fácilmente transportado.

INSTALACIÓN

El controlador debe ser instalado en un espacio cerrado que garantice protección a lluvia, temperaturas intensas y demás variaciones extremas del estado del clima. Además debe estar situado relativamente cerca al banco de baterías de la estación y al regulador del sistema fotovoltaico.

El controlador cuenta con su propia caja de protección lo que hace que su instalación sea por demás sencilla, pues se puede solamente situar la caja en un lugar recto sin considerar la orientación vertical u horizontal de la misma. Además, no se hace necesaria la instalación de segmentos DIM en las paredes del cuarto de control donde se ubicará el prototipo.

En la figura 1 se muestran todas las partes del controlador (módulo de entradas y salidas, PLC y módulos complementarios) en forma conjunta y con su respectiva identificación.

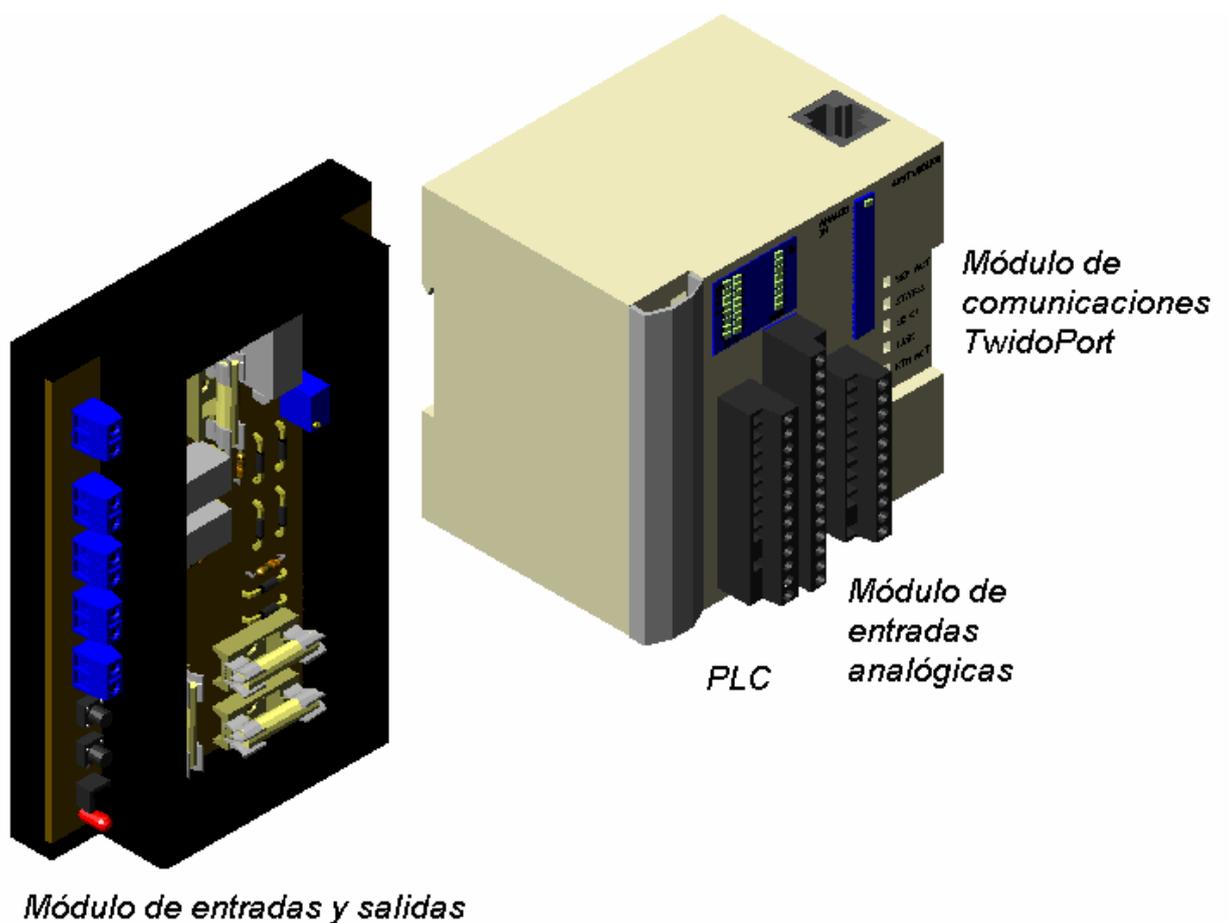


Figura 1. Controlador de Transferencia de Energía

Además el controlador puede ser operado a distancia mediante el HMI y su conexión por el sistema Multiacceso o Satelital. Para un efectivo control a

distancia se debe instalar la interfase hombre-máquina en una computadora en la central de control y monitoreo.

CONEXIONES

Dentro de la caja de control se encuentran los dispositivos que conforman el sistema de control los cuales se comunican entre sí mediante un cable tipo IDE (figura 2). Utilizando la marca roja como referencia, el cable debe acoplarse con los pines de la tarjeta de manera que el lado rojo del cable se ubique cercano a la primera bornera.

El módulo de entradas y salidas recibe todas las señales desde el exterior, utilizando para ello cable AWG número 16, y posteriormente las entrega al PLC y sus respectivos módulos a través del cable antes mencionado. Luego de aplicar la lógica de programación, el PLC devuelve las señales al módulo de entradas y salidas, desde donde se alimentará el banco de baterías o los equipos de acuerdo al criterio del usuario siguiendo las conexiones mostradas en la figura 6..

La comunicación del PLC al módulo de comunicaciones TwidoPort se realiza mediante un conector especializado propio de Telemecanique que cuenta con un conector mini-din en un extremo y una conexión modular en el otro (figura 3), y la conexión desde el TwidoPort hacia el sistema de comunicaciones Multiacceso se efectúa por medio de un cable de red UTP cruzado con conector RJ45 (figura 4).

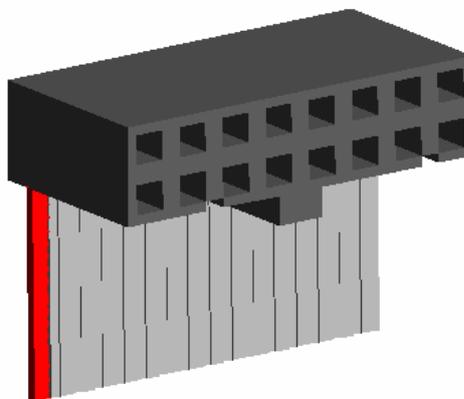


Figura 2. Conector del bus de datos IDE



Figura 3. Cable de conexión de TwidoPort a Twido

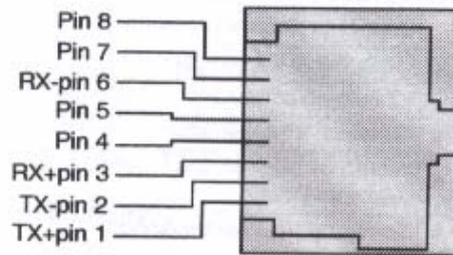


Figura 4. Configuración conector RJ45.

El módulo de entradas y salidas cuenta con borneras, las cuales reciben las señales externas, al pie de cada bornera se encuentra impresa la identificación de la señal que debe ingresar o salir por ella como se muestra en la figura 5.

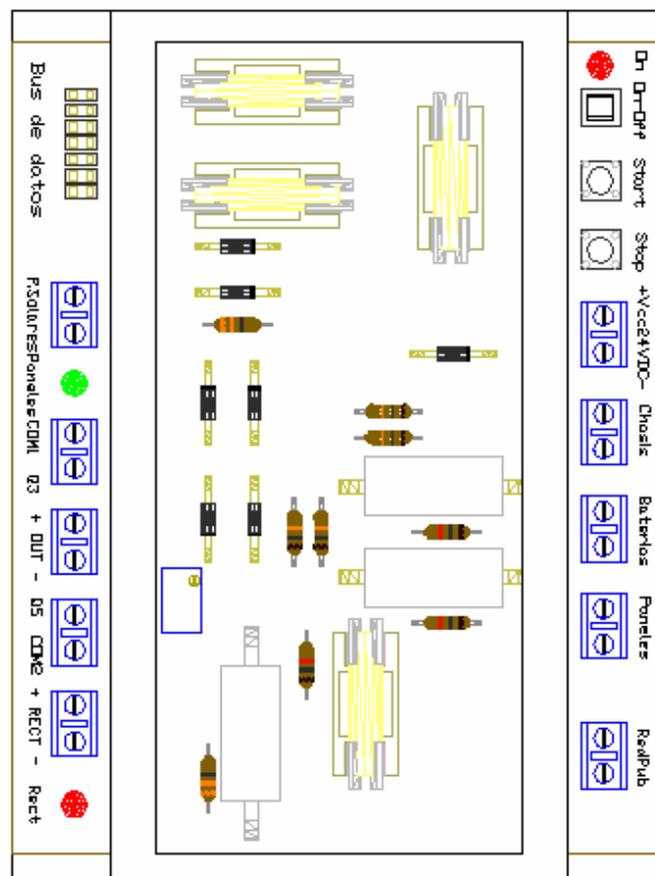


Figura 5. Módulo de entradas y salidas.

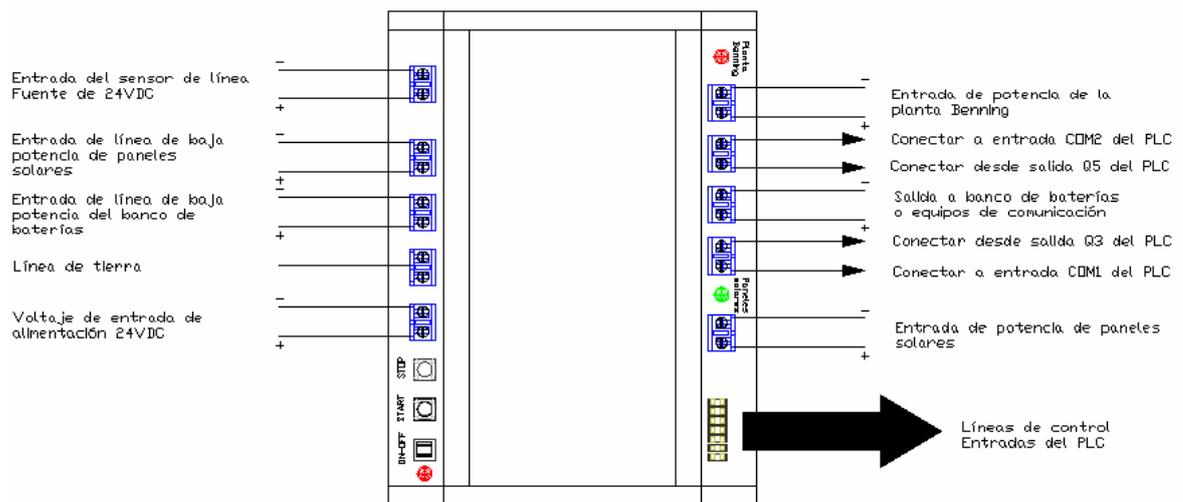


Figura 6. Diagrama de conexiones.

FUNCIONAMIENTO

El equipo debe ser encendido de manera local presionando el switch On – Off, lo que permitirá que el voltaje proveniente del banco de baterías energice el sistema completo y se activará un indicador luminoso de color rojo, que indica el correcto funcionamiento del controlador.

La ejecución de la aplicación puede ser ejecutada o detenida de manera local y remota. Localmente se activa presionando el pulsador “Start” en el módulo de entradas y salidas del controlador y de manera remota se activa en la HMI cuyo funcionamiento se explica en las páginas siguientes. De la misma manera a la ejecución, la aplicación puede ser detenida de forma local presionando el pulsador “Stop” y mediante la HMI remotamente.

La adquisición de los datos se realiza con la ayuda del módulo de entradas y salidas, el cual recibe las señales, las acondiciona de ser necesario, y las envía al PLC y sus módulos complementarios en donde dichas señales serán procesadas de acuerdo a la lógica de la aplicación.

El programa está diseñado para que considerando las fuentes de energía disponibles en cada repetidora, se escoja la que mejores beneficios entregue tanto en costo, calidad y continuidad y con ella se pueda alimentar al banco de baterías de los paneles fotovoltaicos o a los equipos de comunicaciones directamente. Cabe indicar que se ha jerarquizado las fuentes de energía de la siguiente manera:

1. Energía de paneles fotovoltaicos
2. Energía de la red pública
3. Energía de grupos electrógenos

Por lo cual se espera utilizar el mayor tiempo posible la energía de paneles fotovoltaicos, evitando costos de pago de energía pública y combustible.

El módulo de entradas y salidas cuenta además con dos indicadores luminosos en su etapa de salidas:

- Rojo: que indica cuando está siendo utilizada la energía de la red pública
- Verde: que indica el uso de la energía de paneles solares

Como fue mencionado anteriormente, el sistema cuenta con la posibilidad de ser operado a distancia por medio de la HMI o Interfase Hombre – Máquina que debe ser instalada en la central de control y monitoreo. La HMI diseñada está conformada por tres pantallas que se describen a continuación:

Pantalla de control.

Esta pantalla tiene como principal función ejecutar o detener la aplicación remotamente así como también se encarga de controlar los niveles de voltaje permitidos tanto en paneles fotovoltaicos y banco de baterías. Además se ubican indicadores luminosos que muestran la existencia o no de los diferentes tipos de

energía considerados en la repetidora, la autonomía del banco de baterías y la fuente de energía que está siendo utilizada.

Existe también un indicador que se enciende cuando no existe ninguna fuente de energía disponible. En la figura 7 se muestra la pantalla de control con su respectiva identificación de bloques.

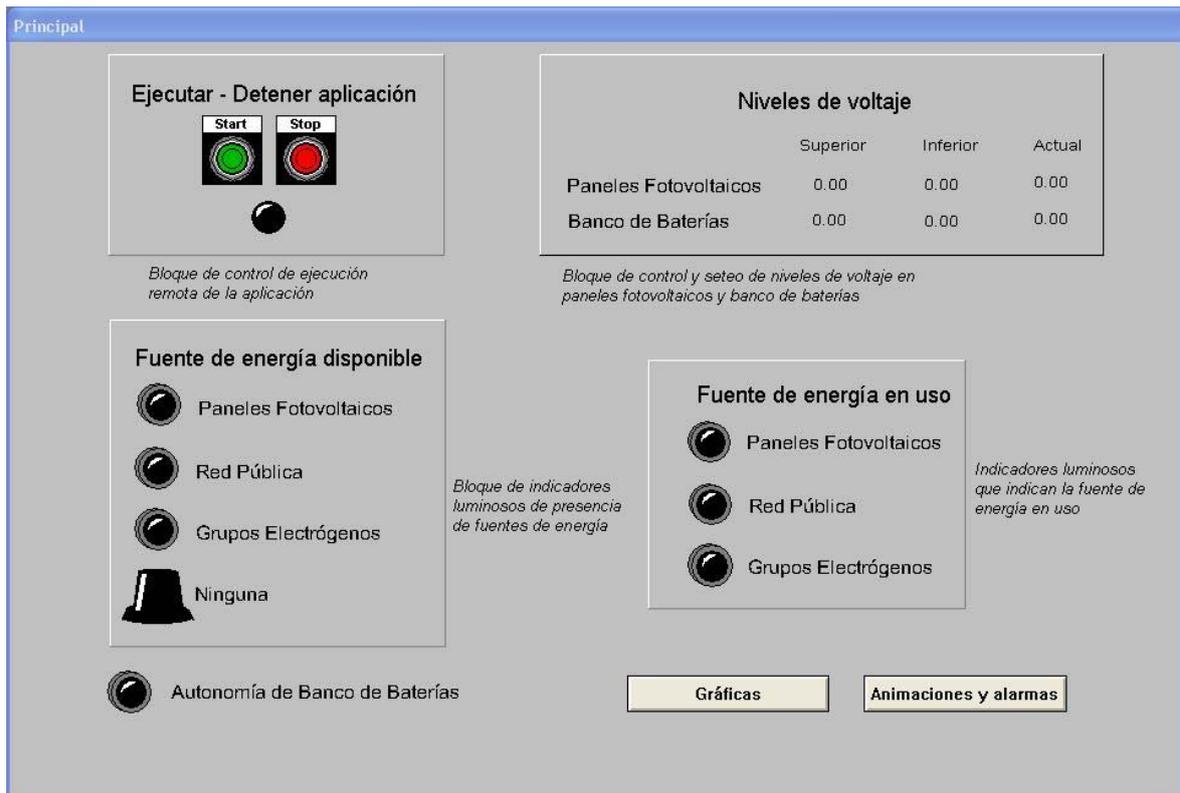


Figura 7. Pantalla de control

Pantalla de gráficas

Esta pantalla muestra en forma gráfica la tendencia de los niveles de voltaje de paneles solares y banco de baterías así como también se muestran los valores de dichas tendencias en forma digital. La figura 8 describe la pantalla en forma gráfica.

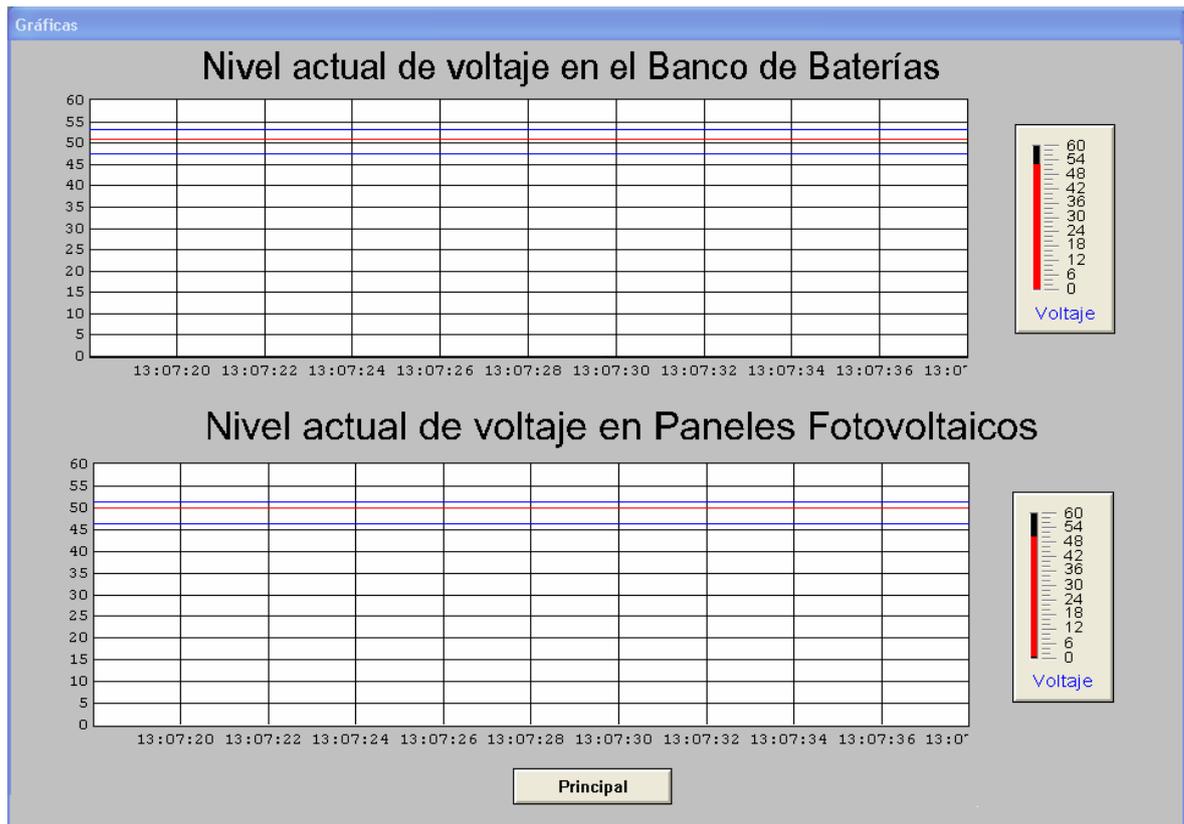


Figura 8. Pantalla de gráficas

Pantalla de animaciones y alarmas.

En esta pantalla el usuario puede apreciar de forma animada cual fuente de energía está alimentando al banco de baterías o si el banco de baterías tiene autonomía suficiente para alimentar los equipos de comunicaciones sin necesidad de ser continuamente cargado. Además esta pantalla cuenta con dos tipos de alarmas: las de precaución y las de daño. Las primeras se activan cuando los valores de voltaje de paneles solares y banco de baterías se encuentren a un voltio del límite inferior seteado por el operador en la pantalla de control. La activación de estas alarmas consiste en la aparición de un mensaje un mensaje que indica el hecho y el correspondiente sonido de alarma.

Las alarmas de daño se activan cuando el nivel de voltaje de paneles solares y banco de baterías está por debajo del límite inferior considerado por el operador en la pantalla de control. De manera similar a las anteriores, estas alarmas

desplegarán un mensaje indicando lo sucedido y se activarán sonidos de alerta tanto en la central de control y monitoreo como en la misma repetidora. La figura 9 muestra la pantalla antes descrita.

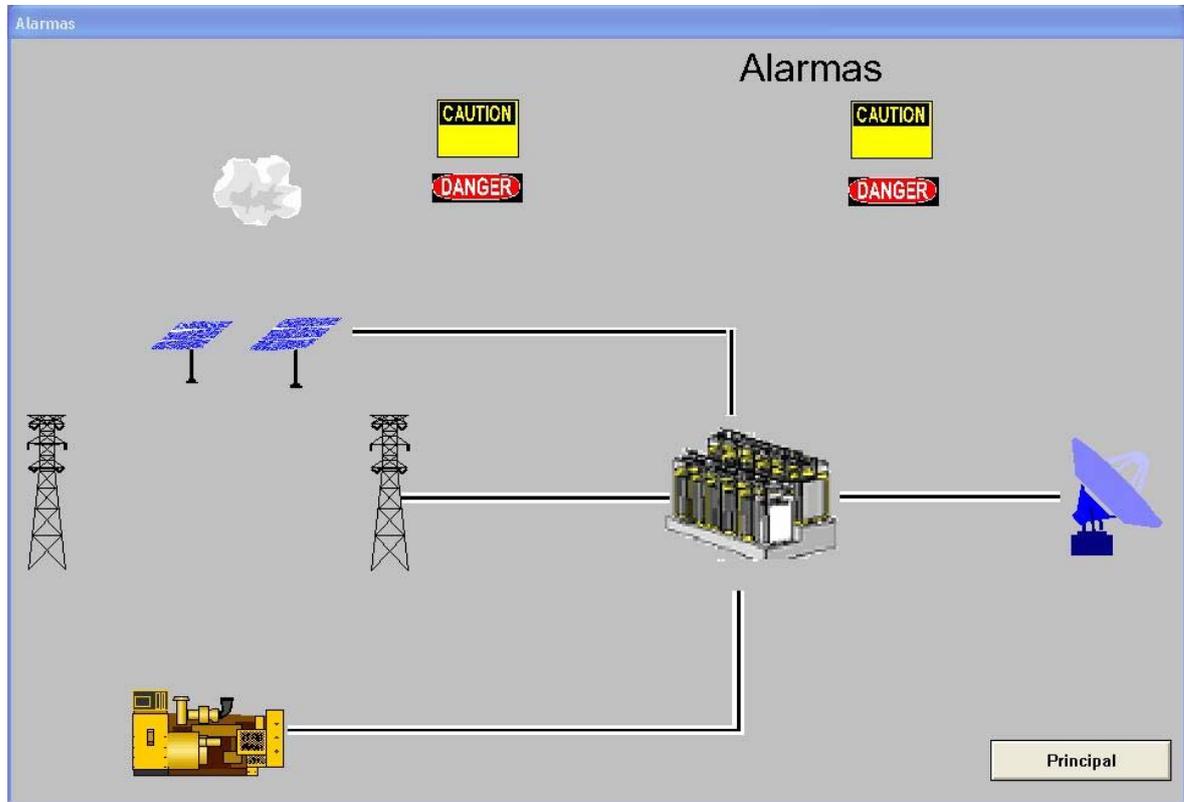


Figura 9. Pantalla de animaciones y alarmas

MANTENIMIENTO

El sistema no requiere un mantenimiento continuo, solamente se debe tener cuidado en su inicial conexión y la posterior supervisión de sus variables y alarmas tanto local como remotamente. Además se deberá comprobar cada cierto tiempo que sus conexiones estén fijas, su cubierta esté cerrada y el ambiente en el que se encuentra sea ideal en temperatura (25°C, temperatura ambiente) y humedad

Para mejor desempeño, tómesese en cuenta las siguientes recomendaciones.

- Desconectar la alimentación antes de instalar, desmontar, cablear o realizar labores de mantenimiento.

- No desmonte, repare o modifique los módulos.
- Cada terminal acepta hasta dos cables equipados con finalizadores o bornes de cable, cuyos conductores tienen un tamaño comprendido entre 0,82 mm² y 0,08 mm².
- No instale el controlador en lugares de muy alta humedad ni donde esté expuesto a la lluvia o sol intensos.
- No instale el controlador en lugares de muy alta humedad ni donde esté expuesto a la lluvia ni al sol intenso.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Sistema fotovoltaico.	13
Figura 2.2	Sistema actual de transferencia de energía.	15
Figura 3.1	Diagrama de bloques.	18
Figura 3.2	Etapa de entradas digitales.	19
Figura 3.3	Etapa de entradas analógicas.	20
Figura 3.4	Configuración de divisor de voltaje	20
Figura 3.5	Etapa de entradas de potencia	22
Figura 3.6	Etapa de salidas.	23
Figura 3.7	Etapa de comunicaciones	24
Figura 4.1	Diagrama de flujo de la lógica de programación	29
Figura 4.2	Diagrama de flujo del uso de banderas.	30
Figura 4.3	Diagrama de flujo de carga del banco de baterías con fuentes alternas	31
Figura 4.4	Pantalla de controles de la HMI.	34
Figura 4.5	Pantalla de gráficas de la HMI.	35
Figura 4.6	Pantalla de animación y alarmas de la HMI	36
Figura 5.1	Lógica para la implementación del controlador de transferencia de energía.	37
Figura 5.2	PLC Twido TWDLMDA20DRT.	39
Figura 5.3	Módulo de entradas analógicas TWDAMI2HT	39
Figura 5.4	Módulo de comunicaciones TwidoPort.	40
Figura 5.5	Componentes del sistema integrados	40
Figura 5.6	Sistema Multiacceso a nivel nacional.	41
Figura 5.7	Esquema de comunicación entre equipos.	42
Figura 5.8	Esquema de niveles de la red utilizada	43

Figura 5.9	Vista externa del módulo del prototipo	46
Figura 5.10	Vista interna del módulo del prototipo	47
Figura 5.11	Controlador de transferencia de energía.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Energías renovables	8
Tabla 2.2	Energías no renovables.	9
Tabla 2.3	Repetidoras de la red MODE con paneles solares instalados.	10
Tabla 2.4	Sistemas de comunicación utilizados en la red MODE	11
Tabla 3.1	Especificaciones de elementos de la etapa de entradas digitales	25
Tabla 3.2	Especificaciones de los elementos de la etapa de entradas analógicas	25
Tabla 3.3	Especificaciones de los elementos de la etapa de entradas de potencia.....	26
Tabla 3.4	Especificaciones de elementos de la etapa de control.....	26
Tabla 3.5	Especificaciones de elementos de la etapa de salidas	26
Tabla 3.6	Especificaciones de elementos de la etapa de comunicaciones..	27
Tabla 3.7	Características eléctricas principales de equipos del sistema MULTIACCESO	27
Tabla 5.1	Definición de Alarmas	45
Tabla 7.1	Lista de materiales y precios.....	57
Tabla 7.2	Consumo de potencia en una repetidora con todos los sistemas instalados	58
Tabla 7.3	Consumo mensual de una repetidora completa.....	58
Tabla 7.4	Comparación del consumo actual con el consumo con el controlador instalado	60

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ACUMULADOR ELÉCTRICO

Dispositivo que almacena energía eléctrica por procedimientos electroquímicos, pudiendo devolverla posteriormente en su casi totalidad, ciclo que puede repetirse determinado número de veces. Se trata de un generador eléctrico secundario, es decir, de uno que no puede funcionar más que si se le ha suministrado electricidad previamente mediante lo que se denomina proceso de carga. También se le suele denominar batería, puesto que muchas veces se conectan varios de ellos en serie, para aumentar el voltaje suministrado.

ANALÓGICO

Representación continua de variables físicas, como la tensión o la intensidad. Representación de información mediante una señal que varía continuamente de forma.

ANCHO DE BANDA

Para señales analógicas, el ancho de banda es la anchura, medida en hercios, del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal.

ANILLO DE COMUNICACIÓN

Topología de red en la que las estaciones se conectan formando un anillo. Cada estación está conectada a la siguiente y la última está conectada a la primera. Cada estación tiene un receptor y un transmisor que hace la función de repetidor, pasando la señal a la siguiente estación del anillo.

ARQUITECTURA

Estructura de niveles y/o ramas que dividen un sistema en sus partes constitutivas. La arquitectura puede consistir de:

- Diseño de alto nivel para el sistema que será construido
- Definición de los principales componentes
- Estructura global del sistema que muestra la organización de los componentes y sus interacciones
- Modelo para el comportamiento global del sistema
- Vista de cómo el sistema será o se ensamblará
- Base para una estrategia de integración para el producto final

ASINCRÓNICO

Transmisión no relacionada con ningún tipo de sincronización temporal entre el emisor y el receptor.

AUTÓMATA

Palabra que procede del griego (*automatos* = actuar por sí mismo). Es un mecanismo artificial que imita comportamientos de la vida real.

AUTOMATIZACIÓN

Aplicación de sistemas mecánicos, eléctricos o electrónicos, dentro de un sistema auto-gobernado, a tareas normalmente realizadas por un ser humano o que no pueden ser realizadas por él. Ejecución automática de tareas industriales, administrativas o científicas haciendo más ágil y efectivo el trabajo y ayudando al ser humano.

AUTÓNOMO

Sistema que puede actuar con un alto grado de independencia y con un mínimo de restricciones por parte de otros sistemas, lo cual implica que el sistema debe tener buenos reguladores y una gran variedad de requerimientos de control.

BANCO DE BATERÍAS

Conjunto de acumuladores eléctricos conectados ya sea en serie o en paralelo para un fin específico de acuerdo al voltaje requerido para un determinado trabajo.

BASE DE DATOS

Colección de datos organizada de tal modo que el ordenador pueda acceder rápidamente a ella.

bps

Bits por segundo. Es la velocidad a la que se transmiten los bits en un medio de comunicación.

Bps

Baudios por segundo. Numero de cambios que sufre la señal por segundo y es indicativo de la cantidad de bits por segundo que se están transmitiendo.

BUS DE DATOS

Diferentes elementos eléctricos están conectados a una red común de transmisión de datos, con módulos de control conectados en serie, son capaces de reconocer comandos específicos para cada uno de ellos. La información ya no viaja sola, sino a través de la red de componentes de la unidad de control.

BYTE

Conjunto de 8 bits. Suele representar un valor asignado a un carácter.

CANAL

Parte de una cadena de la comunicación en la cual las señales se transmiten de un remitente a un receptor.

CC.FF.AA.

Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

CIRCUITO IMPRESO

Un circuito impreso o PCB por sus siglas en inglés, es un medio para sostener mecánicamente y conectar eléctricamente componentes electrónicos, a través de rutas o pistas de material conductor, grabados desde hojas de cobre laminadas sobre un sustrato no conductor.

COBERTURA

Extensión territorial que abarcan diversos servicios, especialmente los de telecomunicaciones.

CONFIDENCIALIDAD

Cualidad de confidencial. Información destinada a una persona o grupo de personas que trabajan con ese tipo de información.

CONTROL

Selección de las entradas de un sistema de manera que los estados o salidas cambien de acuerdo a una manera deseada

CORRIENTE ALTERNA CA

Es la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente.

CORRIENTE CONTINUA CC

Es el flujo continuo de electricidad a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial.

DESCARGA

Pérdida de carga eléctrica. Descarga brusca que se produce cuando la diferencia de potencial entre dos conductores excede de cierto límite, y que se manifiesta por un chispazo acompañado de un ruido seco.

DIAGRAMA DE BLOQUES

Método gráfico de representación de un sistema dinámico, el cual utiliza bloques para representar un subsistema y flechas para indicar la dirección del flujo de señales.

DIAGRAMA DE FLUJO

Trazado de la escritura y curso de un programa en el que se utilizan formas diferentes, como un rectángulo o un cuadrado para indicar una acción del ordenador y un rombo para las decisiones tomadas por éste.

DIRECCIÓN IP

La dirección del protocolo de Internet (IP) es la dirección numérica de una computadora en Internet. Cada dirección electrónica se asigna a una computadora y por lo tanto es única.

DISEÑO

Concepción original de un objeto u obra destinados a su implementación o producción. Fases del diseño de sistemas de control: 1) Especificación de ciertos requerimientos. 2) Selección y ajuste de diversos tipos de controladores. 3) Selección, a partir de un detallado análisis, del controlador que mejor da cumplimiento a los requerimientos.

DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

Consisten en la combinación de diversos elementos o componentes organizados en circuitos, destinados a controlar y aprovechar las señales eléctricas.

EFICIENCIA

Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.

ENERGÍA

Capacidad para realizar un trabajo.

ENERGÍA ELÉCTRICA

Es la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico y obtener trabajo. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa o luz, la energía mecánica y la energía térmica.

ENERGÍA LUMÍNICA

Magnitud física que expresa el flujo luminoso emitido por una fuente puntual en una dirección determinada por unidad de ángulo sólido.

ENTRADA

Cualquier evento externo (dato, conocimiento u opinión) que se provee a un sistema para modificar el sistema de cualquier manera.

E/S

Acrónimo de 'Entrada/Salida'. Suele aplicarse al flujo de datos. También es conocido por su acrónimo inglés 'I/O'.

ETHERNET

Es un tipo de red de área local (Local Area Network) (LAN) muy utilizada para interconectar ordenadores y normalizada según IEEE 802.3, que permite a fabricantes muy diversos producir interfaces compatibles y aumentar las capacidades - repetidores, "puentes", etc.

FINALIZADORES BORNES DE CABLE

Nombre dado a cada uno de los terminales de metal en que suelen terminar algunas máquinas y aparatos eléctricos, y que se emplean para su conexión a los hilos conductores.

GENERACIÓN ELÉCTRICA

Consiste en transformar alguna clase de energía no eléctrica, sea esta química, mecánica, térmica, luminosa, etcétera, en energía eléctrica.

GENERADOR ELÉCTRICO

Es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes.

HARDWARE

Se denomina hardware o soporte físico al conjunto de elementos materiales que componen un ordenador.

INTERFAZ

Conexión mecánica o eléctrica que permite el intercambio de información entre dos dispositivos o sistemas. Habitualmente se refiere al 'software' y 'hardware'

necesarios para unir dos elementos de proceso en un sistema o bien para describir los estándares recomendados para realizar dichas interconexiones.

INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA (HMI)

Método para mostrar el estado de una máquina, alarmas, mensajes y diagnósticos, usualmente en forma gráfica en un computador personal, permitiendo una realimentación al operador

INVERSOR

Es un circuito utilizado para convertir corriente continua en corriente alterna.

INTENSIDAD

Magnitud física que expresa la cantidad de electricidad que atraviesa un conductor en la unidad de tiempo. Su unidad es el amperio (A).

LÓGICA

Conjunto de reglas usadas para gestionar inferencias creíbles.

PANEL SOLAR

Un panel solar es un modulo que aprovecha la energía de la radiación solar.

PANEL FOTOVOLTAICO

Formados por celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas a veces son llamadas células fotovoltaicas, que significa "luz-electricidad". Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico para transformar la energía del Sol y hacer que una corriente pase entre dos placas con cargas eléctricas opuestas.

PLC

Controlador lógico programable (*Programmable Logic Controller*). Dispositivo electrónico de propósito especial utilizado en la industria como elemento de control y monitoreo de máquinas, motores, válvulas, sensores, medidores, etc. Este dispositivo tiene características de elemento programable y la capacidad de poder conectarse a una red.

PROTOCOLO ASINCRÓNICO

Se llama protocolo de red o protocolo de comunicación al conjunto de reglas que controlan la secuencia de mensajes que ocurren durante una comunicación entre entidades que forman una red. En este contexto, las entidades de las cuales se habla son programas de computadora o automatismos de otro tipo, tales y como dispositivos electrónicos capaces de interactuar en una red.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Técnicas eléctricas o mecánicas usadas para manipular datos para el empleo humano o de máquinas.

PROGRAMA

Secuencia de instrucciones que obliga al ordenador a realizar una tarea determinada. Serie de instrucciones que sigue el ordenador para llevar a cabo una tarea determinada.

PROTOTIPO

Modelo original sobre el cual se materializa un nuevo patrón y del cual se derivan representaciones o copias del mismo tipo.

PUERTO

Punto de conexión en la computadora. Los puertos se utilizan para conectar a la computadora dispositivos tales como impresoras, monitores o módems y para enviar información desde la computadora a dichos dispositivos.

RADIACIÓN SOLAR

Energía ondulatoria o partículas materiales que se propagan a través del espacio. Forma de propagarse la energía o las partículas.

RECTIFICADOR

Aparato que transforma una corriente alterna en corriente continua.

REGULADOR

Un regulador es un dispositivo electrónico creado para obtener un valor de salida deseado en base al nivel de entrada, ya sea mecánico o eléctrico.

SALIDA

Cualquier cambio producido en el entorno por un sistema. Variable en las fronteras de un organismo o máquina a través del cual la información existe. Productos, resultados o partes observables del comportamiento de un sistema

SENSOR

Dispositivo que convierte un parámetro físico (como temperatura, presión, flujo, velocidad, posición) en una señal eléctrica.

SEÑAL ANALÓGICA

Señal continua cuya amplitud puede adoptar un intervalo continuo de valores.

SEÑAL CONTINUA

Señal que se define sobre un intervalo continuo de tiempo. La amplitud puede tener un intervalo continuo de valores o solamente un número finito de valores distintos.

SEÑAL DIGITAL

Señal discreta con amplitud cuantificada. Dicha señal se puede representar mediante una secuencia de números (por ejemplo, binarios). En la práctica, los términos "tiempo discreto" y "digital" a menudo se cambian, pero estrictamente hablando no son sinónimos.

SETPOINT O PUNTO DE REFERENCIA.

Valor deseado de la variable controlada, expresada en sus mismas unidades.

SOFTWARE

Es el conjunto de programas que puede ejecutar el hardware para la realización de las tareas de computación a las que se destina. Se trata del

conjunto de instrucciones que permite la utilización del ordenador. El software es la parte intangible de la computadora, es decir programas, aplicaciones etc.

SISTEMA DE CONTROL

Sistema diseñado para lograr que una o varias variables se comporten de una manera deseada. La variable puede mantenerse constante o cambiar de una manera determinada.

SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO

Sistema de control que funciona sin intervención humana directa.

SOBRECARGA

Exceso de carga.

TCP/IP

Transport Control Protocol / Internet Protocol. Conjunto de protocolos desarrollados para permitir a diferentes ordenadores compartir datos y recursos a través de una red.

TIEMPO REAL

Modalidad de funcionamiento de un sistema de proceso de datos que controla una actividad en curso, con un tiempo de respuesta prácticamente nulo a la recepción de las señales de entrada.

VARIABLE DE CONTROL

Variable entregada por el controlador para ser aplicada al actuador, después de ser transformada y amplificada. Esta variable depende de la variable error.

VOLTAJE

Unidad de potencial eléctrico y fuerza electromotriz del Sistema Internacional, equivalente a la diferencia de potencial que hay entre dos puntos de un conductor cuando al transportar entre ellos un coulomb se realiza el trabajo de un julio. (Símb. V). Cantidad de voltios que actúan en un aparato o sistema eléctrico.

Sangolquí, Julio del 2006

ELABORADO POR:

Sr. Marco David Gutiérrez Alvarez

Tnte. Tec. Avi. Julio Delfin Villalta Espinoza

AUTORIDADES:

Sr. Ing. Xavier Martínez C.
Tnt. Crnl. Estado Mayor
Decano de la Facultad de Ingeniería Electrónica

Sr. Dr. Jorge Carvajal
Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería Electrónica