

Universidad Autónoma de Guadalajara

Escuela de Ingeniería

3²
Egen



TEJIS CON
FALLA DE ORIGEN

**"DISEÑO DE UNA FUENTE DE FUERZA ININTERRUMPIDA
DE 800 WATTS PARA SISTEMAS MICROCOMPUTACIONALES"**

Tesis Profesional

que para obtener el título de:

Ingeniero Mécanico Eléctricista

presenta:

Carlos Fernando Zapata Aramayo



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

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

POR MEDIO DE ESTE TRABAJO DE TESIS, SE PRETENDE ENCONTRAR LA MEJOR Y MAS OPTIMA SOLUCION AL PROBLEMA QUE IMPLICA LA ESPONTANEA INTERRUPCION DE ENERGIA ELECTRICA EN UN SISTEMA COMPUTACIONAL, DISENANDO UNA FUENTE DE FUERZA ELECTRICA QUE SEA CAPAZ DE SUPLIR INSTANTANEAMENTE LA AUSENCIA DE LA FUENTE ORIGINAL.

SE HA VISTO PRACTICAMENTE QUE AL PRODUCIRSE UNA INTERRUPCION EN EL SISTEMA ELECTRICO DE UNA COMPUTADORA, SE PIERDE INSTANTANEAMENTE TODA LA INFORMACION QUE SE ESTE PROCESANDO EN ESE PRECISO MOMENTO . VALE DECIR QUE TODOS LOS DATOS DE ENTRADA QUE AUN NO HAYAN SIDO GRABADOS EN MEMORIA CONSTANTE, ES DECIR YA SEA EN UNA UNIDAD DE DISCOS O CINTA MAGNETICA; QUE ESTEN EN PROCESO DE ENTRADA PARA COMPILACION O GRABACION, SE PIERDEN, SIENDO NECESARIO INICIAR NUEVAMENTE EL PROCESO O PROGRAMA QUE SE ESTE REALIZANDO, UNA VEZ RESTABLECIDO EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA.

ESTO OBTIENE ES UNA SITUACION MUY INCONVENIENTE PARA EL USUARIO DE SISTEMAS COMPUTACIONALES, EN CUAL BUSCA EN ELLOS FACILITAR Y AGILIZAR SU TRABAJO DE LA MEJOR FORMA POSIBLE, SIENDO ESTE EL USO DE UNA COMPUTADORA, POR LO QUE ESTE DE TIPO FALLAS DE ENERGIA ELECTRICA QUE POR CIERTO SON MUY COMUNES EN NUESTRO MEDIO, NO HACEN MAS QUE ENTORPECER EL NORMAL DESARROLLO DEL TRABAJO IMPLICANDO CON ELLO LA PERDIDA DE TIEMPO Y DINERO EN DETERMINADOS CASOS.

POR LO TANTO, LO QUE SE REQUIERE ES UN SISTEMA QUE PERMITA A LA COMPUTADORA SEGUIR TRABAJANDO POR UN DETERMINADO TIEMPO, EN EL CUAL SE PUEDA TERMINAR EL PROCESO O BIEN DETENERLO PREVIA GRABACION DE LA INFORMACION PRECEDENTE, EN AUSENCIA DE LA FUENTE DE PODER Y HASTA SU RESTABLECIMIENTO.

PARA ESTE PROCEDIMIENTO CABE HACER NOTAR Y RECALCAR QUE EL CAMBIO DE LAS FUENTE DE FUERZA DEBE SER INSTANTANEO, YA QUE BASTA UN LAPSO DE TIEMPO SUMAMENTE CORTO PARA QUE LA INFORMACION EN EL SISTEMA ELECTRONICO DE UNA COMPUTADORA SE

PIERDA POR COMPLETO. ESTE ES UN PUNTO DETERMINANTE EN EL DISEÑO DE LA FUENTE SUPLEMENTARIA.

EL DESARROLLO DE ESTE PROYECTO VA ENFOCADO A SISTEMAS COMPUTACIONALES PEQUEÑOS, ES DECIR, A MICROMPUTADORES, LOS CUALES NO SON DE ALTO CONSUMO DE POTENCIA Y TRABAJAN A TENSION MONOFASICA DE 117 VCA. A 60 HERTZ. ESTE TIPO DE COMPUTADORAS SON AMPLIAMENTE UTILIZADAS EN NUESTRO MEDIO A DISTINTOS NIVELES Y APLICACIONES COMO SER: DIDACTICOS, COMERCIALES, ACADEMICOS, MEDIOS DE INFORMACION, DESARROLLO PROFESIONAL, ETC.

POR ESTA RAZON, VEMOS QUE ES DE MUCHO PROVECHO DISPONER DE UN SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA PEQUEÑO Y ECONOMICO, DE MANERA QUE SEA ACCESIBLE A TODO TIPO DE USUARIO DE DICHAS MICROCOMPUTADORAS.

UNA MICROCOMPUTADORA, INCLUIDO EL MONITOR, TIENE UN CONSUMO PROMEDIO DE POTENCIA DE 90 WATTS, SI POSEE ALGUNAS UNIDADES PERIFERICAS COMO UNIDADES DE DISCOS, IMPRESOR, MONITORES U OTRO TIPO DE DISPOSITIVO, EL CONSUMO DE POTENCIA ES OBTIAMENTE MAYOR, LLEGANDO A CASI LOS 500 WATTS PROMEDIO POR SISTEMA, POR LO QUE SE REQUIERE QUE LA FUENTE A DISEÑAR PUEDA, HOLGADAMENTE, CUBRIR ESTE REQUERIMIENTO DE POTENCIA.

COMO HA DE SER UN SISTEMA QUE SE PODRIA LLAMAR SEMIIMPORTATIL, POR EL HECHO DE QUE UNA VEZ INSTALADO DEBE SER FACTIBLE EL CASO DE CAMBIARLO DE UBICACION SIN QUE ESTO IMPLIQUE COMPLICACIONES PARA EL USUARIO, HAY QUE PONER ESPECIAL INTERES EN EL TAMAÑO Y EN EL PESO AL DISEÑAR.

EL SISTEMA DE CONTROL Y PREVENCION DE LA FUENTE, DEBE DE SER BASTANTE ACCESIBLE AL USUARIO DEL MISMO, DE MANERA QUE SEA DE FACIL COMPRESION Y MANEJO YA QUE ESTE ES UN FACTOR PRIMORDIAL EN EL BUEN USO DEL SISTEMA A DESARROLLAR, ADEMÁS, DEBERA PROVEERSE DE UN INSTRUMENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA UNIDAD.

PARA ENCONTRAR LA MEJOR SOLUCION AL PROBLEMA QUE PRESENTA ESTE TRABAJO DE TESIS, SE DEBEN TOMAR EN CUENTA ESTOS Y ALGUNOS OTROS CRITERIOS EN EL DISEÑO, COMO SER EL COSTO DE CONSTRUCCION O FABRICACION EN SERIE, LA CONFIABILIDAD, LA SEGURIDAD PERSONAL DEL USUARIO ASI, COMO LA FACILIDAD DE MANTENIMIENTO O CONSERVACION DEL SISTEMA A DESARROLLAR.

SE PRESENTA A CONTINUACION UN BOSQUEJO DEL ANALISIS DEL PROBLEMA PARA SU MEJOR COMPRESION.

ANALISIS DEL PROBLEMA A SOLUCIONAR .-

VARIABLES DE ENTRADA LIMITACIONES DE ENTRADA

LINEA 117 VCA.	LINEA MONOFASICA
FRECUENCIA 60 HERTZ.	DEBE SER ESTABLE
CONSUMO DE POTENCIA	NO SEA ELEVADO
TOMA DE ENTRADA	DE USO COMUN

VARIABLES DE SALIDA LIMITACIONES DE SALIDA

VOLTAJE DE SALIDA	120 VAC. REGULADO
POTENCIA ENTREGADA	HASTA 800 WATTS
TIEMPO DE APROVE-- CHAMIENTO DE LA -- FUENTE	DEPENDIENDO CARGA

VARIABLES DE SOLUCION

TAMANO DE LA FUENTE.
FORMA Y UBICACION EN EL SISTEMA.
METODO DE OBTENCION DEL VOLTAJE DE SALIDA.
METODO DE COMBINACION DE LAS FUENTES.
FUENTE DE ENERGIA SUPLEMENTARIA.
MATERIAL PARA SU CONSTRUCCION.
PROCEDIMIENTO DE CONTROL.

RESTRICCIONES

EL SISTEMA NO DEBE SER MUY GRANDE Y/O PESADO.
DEBERA TRABAJAR A LINEA DE TENSION COMUN.
SU COSTO NO DEBE SER MUY ELEVADO.
DEBE OPERAR A PRUEBA DE ERRORES.
DEBERA SER DE FACIL ACCESO Y COMPRESION PARA
MANTENIMIENTO.

CRITERIOS GENERALES

ATRACTIVO DE VENTA.
COSTO DE FABRICACION.
FACILIDAD DE MANEJO Y OPERACION.
SEGURIDAD PARA EL USUARIO.
FACILIDAD DE MANTENIMIENTO.
CONFIABILIDAD

HASTA AQUI, HA SIDO PLANTEADO EL PROBLEMA DE LA
INTERRUPCION DE ENERGIA ELECTRICA PARA UN SISTEMA
COMPUTACIONAL Y SE HAN ESTABLECIDO LAS PRERROGATIVAS PARA
HALLAR LA MEJOR SOLUCION A ESTE.

LLEGA AHORA EL MOMENTO DE PLANTEAR ALGUNAS
SOLUCIONES U OPCIONES QUE PARA ELLO ESCOGEMOS, ANALIZANDO LA
FACTIBILIDAD EN CADA UNA DE ELLAS, PARA DETERMINAR CUAL ES LA
MAS OPTIMA Y CONFIABLE, FACTORES PREPONDERANTES PARA EL
DESARROLLO DEL PROYECTO.

COMO TODOS SABEMOS, UN METODO MUY CONOCIDO Y
AMPLIAMENTE UTILIZADO PARA REMEDIAR ESTE TIPO DE FALLAS DE
ENERGIA ELECTRICA, ES EL DE LA IMPLANTACION DE SUBESTACIONES

AUXILIARES EN DEPENDENCIAS DONDE ES MUY IMPORTANTE EL CONTINUO SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA. ESTE TIPO DE SISTEMAS TRABAJAN GENERALMENTE CON GENERADORES PROPULSADOS POR MEDIO DE MOTORES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO, QUE ENTRAN A SUPLIR LA FUENTE DE FUERZA ORIGINAL AL INTERRUMPIRSE LA MISMA, PRODUCIENDOSE EL CAMBIO DE FUENTE POR MEDIO DE DISPOSITIVOS ELECTROMECHANICOS.

SIN EMBARGO, ESTA OPCION PRESENTA ALGUNOS INCONVENIENTES DE MUCHA IMPORTANCIA PARA EL CASO DE SU APLICACION EN SISTEMAS "MICROCOMPUTACIONALES", UNO DE LOS MAS IMPORTANTES A NOTAR ES EL HECHO DEL TAMANO Y COSTO QUE REPRESENTA ESTE TIPO DE SISTEMAS, LOS CUALES REQUIEREN DE BASTANTE ESPACIO PARA SU IMPLANTACION Y LLEGADO EL MOMENTO ESTAN MUY FUERA DEL ALCANCE DE LOS USUARIOS DE MICROCOMPUTADORAS, DEBIDO AL COSTO QUE TIENEN, Y OBTIENIENDO ESTE TIPO DE SISTEMA NO ES, NI SE ACERCA A LA MEJOR SOLUCION AL PROBLEMA PLANTEADO. PODEMOS DECIR QUE ES MAS BIEN APTO PARA SOPORTE A EQUIPOS DE COMPUTO GRANDES DONDE SE MANEJA MUCHA POTENCIA Y LA VELOCIDAD DE CAMBIO DEBE ESTAR REGIDA POR OTRO TIPO DE DISPOSITIVOS.

OTRA MANERA DE SOLUCIONAR ESTE ASPECTO EN UNA MICROCOMPUTADORA, ES DISENAR UNA FUENTE DE CORRIENTE DIRECTA A SER INSTALADA DIRECTAMENTE EN LAS UNIDADES DE MEMORIA DE LA COMPUTADORA, DICHA FUENTE DEBERA PROPORCIONAR EL VOLTAJE SUFICIENTE COMO PARA QUE LOS DISPOSITIVOS COMPONENTES DE UNA RED DE MEMORIA ELECTRONICA PERMANEZCAN TRABAJANDO, AUNQUE LA UNIDAD EN SI CAREZCA DE ENERGIA ELECTRICA PERTINENTE PARA SU NORMAL FUNCIONAMIENTO. SU OPERACION DEBERA ESTAR SUPERDITADA A LA FUENTE PRINCIPAL, ES DECIR, QUE EN EL MOMENTO DE LA INTERRUPCION DE ENERGIA ELECTRICA LA FUENTE SUPLEMENTARIA DE VOLTAJE A LA UNIDAD DE MEMORIA EMPIECE A TRABAJAR.

ESTO SE PUEDE LOGRAR MEDIANTE UN INTERRUPTOR ESTADICO, EL CUAL ES UN DISPOSITIVO ELECTRONICO A DISENAR EN BASE A COMPONENTES ELECTRONICOS CAPAZ DE HACER EL CAMBIO INSTANTANEO DE LA FUENTE. LA BASE DE LA FUENTE DE RESERVA SUPLEMENTARIA PUEDEN SER ACUMULADORES O BATERIAS CAPACES DE PROPORCIONAR EL VOLTAJE Y POTENCIA REQUERIDOS POR EL SISTEMA DE MEMORIA. PARTE DE ESTE TIPO DE FUENTE DEBE SER INSTALADO DENTRO LA COMPUTADORA MISMA Y EN CADA UNA DE LAS UNIDADES O TERMINALES DE MEMORIA PARA EVITAR ASI CUALQUIER PERDIDA DE INFORMACION EN MEMORIAS DADO EL CASO.

UN TIPO DE FUENTE MAS DESARROLLADO QUE EL EXPUESTO ANTERIORMENTE, RESULTA AL DISENAR UNA FUENTE QUE SEA CAPAZ DE PROPORCIONAR UNA TENSION DE SALIDA DE CORRIENTE ALTERNA CON UNA POTENCIA DE ENTREGA CONSIDERABLEMENTE ALTA COMO PARA PODER MANEJAR UN EQUIPO O SISTEMA DE MICROCOMPUTADORAS CON SUS RESPECTIVOS PERIFERICOS, POR UN LAPSO DE TIEMPO

SUFICIENTE COMO PARA ORDENAR Y TERMINAR PROCESOS EN DESARROLLO AL INTERRUPIRSE LA ENERGIA ELECTRICA.

UTILIZANDO EL SISTEMA DE BATERIAS DE CD. COMO FUENTE SUPLEMENTARIA MEDIANTE UN CIRCUITO DE INTERRUPTOR ESTATICO PARA EL RESPECTIVO INTERCAMBIO. EL TIEMPO DE TRABAJO QUE PROPORCIONA EL SISTEMA DEPENDERA PRINCIPALMENTE DE LA CARGA QUE SOPORTE LA FUENTE Y LA POTENCIA DE LAS BATERIAS. DE ESTA FORMA SE TIENE UN SISTEMA QUE PERMITE SEGUIR TRABAJANDO A TODO EL EQUIPO EN CONDICIONES NORMALES AL INTERRUPIRSE LA FUENTE ORIGINAL Y DISENADO PRINCIPALMENTE PARA USO EN MICROCOMPUTADORAS.

PROPUESTA DEL PROYECTO.-

EN PARRAFOS ANTERIORES SE HAN PROPUESTO ALGUNAS DE LAS POSIBLES SOLUCIONES AL PROBLEMA QUE ENTRANA ESTE TRABAJO DE TESIS Y COMO SE HA PODIDO OBSERVAR, CADA UNA DE ELLAS TIENE SUS PROPIAS CARACTERISTICAS, QUE DE UN MODO U OTRO INTERVIENEN EN EL PUNTO DE DETERMINAR CUAL ES LA MEJOR PARA EL PROPOSITO QUE SE BUSCA, DADAS LAS VARIABLES, RESTRICCIONES, Y CRITERIOS CITADOS ANTERIORMENTE.

EL CASO ESPECIFICO DE LA IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE SUBESTACION COMO SOLUCION AL PROBLEMA HA SIDO CLARAMENTE DESCARTADO POR FACTORES QUE OBTIENEN FUERA DE LAS NORMAS IMPERANTES, SIN EMBARGO EN EL CASO DE LA FUENTE PARA EL SISTEMA DE MEMORIA DE LA COMPUTADORA, OBSERVAMOS QUE SE APEGA MAS A LOS REQUERIMIENTOS PREESTABLECIDOS PARA EL DISENO, PERO PRESENTA ASPECTOS NO MUY APRECIABLES COMO ES EL HECHO DE REQUERIR DE UNA INSTALACION UN TANTO COMPLICADA PARA SU BUENA OPERACION, ESTA INSTALACION INTERNA EN LA COMPUTADORA IMPLICA UNA SERIE DE INCOMODIDADES PARA LOS USUARIOS PARTIENDO DEL HECHO QUE OCUPA PERSONAL CALIFICADO PARA SU IMPLANTACION AL SISTEMA POR LO QUE LOS COSTOS INCREMENTAN Y SU MANTENIMIENTO SE TORNA UN POCO INACCESIBLE A NUESTROS REQUERIMIENTOS.

LA ULTIMA OPCION NOS PRESENTA UN SISTEMA QUE TRABAJA A TENSION MONOFASICA Y ES CAPAZ DE ENTREGAR UNA TENSION IGUAL A LA SALIDA DEL MISMO CON UNA POTENCIA SUFICIENTE PARA SOSTENER UNA MICROCOMPUTADORA CON TODO Y PERIFERICOS POR UN BUEN TERMINO DE TIEMPO. COMO FUENTE DE RESERVA UTILIZA LAS BATERIAS CITADAS ANTERIORMENTE Y EL SISTEMA DE CAMBIO A RESERVA INSTANTANEO LO CONTROLA EL INTERRUPTOR ESTATICO. LA TENSION DE SALIDA CUANDO EL SISTEMA ESTA TRABAJANDO SE LOGRA POR MEDIO DE CIRCUITOS RECTIFICADORES E INVERSORES QUE ADEMAS PROVEEN UNA TENSION REGULADA A LA SALIDA. POR MEDIO DE CIRCUITOS LOGICOS SE PROVEE DE UN SISTEMA DE CONTROL Y PREVENCION DE MAL

FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, DE FACIL COMPRESION Y ACCESO AL USUARIO. EN ESTA PARTE DE CONTROL SE PUEDEN INCLUIR DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y PREVENCION A DANOS DEL SISTEMA POR MANEJO U OPERACION INCORRECTA GARANTIZADA ADEMAS LA SEGURIDAD AL OPERADOR O USUARIO.

ESTA DEMAS HACER NOTAR QUE ESTA OPCION ES LA MAS ACERTADA PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA PLANTEADO YA QUE SE APEGA BASTANTE A LOS REQUERIMIENTOS PREESTABLECIDOS Y POSEE CARACTERISTICAS SUMAMENTE APRECIABLES, COMO SER EL HECHO DE SU FACIL INSTALACION E INDEPENDENCIA DE OPERACION AL NO REQUERIR INSTALACIONES COMPLICADAS DEL EQUIPO A SOPORTAR, LA CONFIABILIDAD QUE SE PUEDE OBTENER AL TENER CUIDADO EN EL DISENO DE CADA UNA DE SUS PARTES.

LA NECESIDAD QUE REPRESENTA LA UTILIZACION DE MICROCOMPUTADORAS HOY EN DIA ABARCAN CADA VEZ MAYORES CAMPOS EN EL DIARIO EXISTIR, RADICANDO SU IMPORTANCIA EN EL CONTINUO FUNCIONAMIENTO DE ESTOS DISPOSITIVOS.

EL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA A DESARROLLAR, DEBE TENER UN TIEMPO DE RESPUESTA EN LA TRANSFERENCIA, DE POCOS MILLISEGUNDOS , CARACTERISTICA QUE SE CONSIDERARA AMPLIAMENTE EN LA DETERMINACION DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRONICOS DE INTERRUPCION QUE SE UTILIZAN EN EL INTERRUPTOR ESTATICO . PARA ELLO EN EL CAPITULO SIGUIENTE SE DA UNA RELACION DE CARACTERISTICAS EN SEMICONDUCTORES DE INTERRUPCION PARA ENCONTRAR EL MAS OPTIMO EN EL DISENO DETALLANDO ADEMAS EL FUNCIONAMIENTO Y POLARIZACION DE LOS MISMOS.

OTRO FACTOR IMPORTANTE A CONSIDERAR ES EL ACOPLAMIENTO DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS , ESTO ES LA COMPATIBILIDAD DE LOS MISMOS EN SU FUNCIONAMIENTO RESPECTO AL CIRCUITO EN EL CUAL SE IMPLANTAN YA QUE EN EL CASO DE QUE NO SE ACOMODEN EXACTAMENTE CON LAS CARACTERISTICAS DE LOS DEMAS COMPONENTES , SE PUEDE AFECTAR EL FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL EQUIPO.

TAMBIEN DEBERA OBSERVARSE CON DETALLE EL DISENO DE CADA UNO DE LOS CIRCUITOS COMPONENTES , DE MANERA QUE SE UTILICEN SOLO LOS DISPOSITIVOS ELECTRONICOS NECESARIOS PARA CADA UNA DE LAS ETAPAS, ESTO VIENE DEL HECHO DE QUE SE REQUIERE DESARROLLAR UN SISTEMA COMPACTO Y ECONOMICO , DERIVANDO DE ELLO SU VERSATILIDAD Y OPTIMA CONFIABILIDAD, CONCEPTOS PREVIAMENTE CONSIDERADOS.

C A P I T U L O 1 . -

G E N E R A L I D A D E S D E L P R O Y E C T O

SE PRESENTA A CONTINUACION UNA EXPLICACION GENERAL DE LO QUE ES EL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA A DESARROLLAR EN ESTA TESIS PROFESIONAL.

EN PRIMERA INSTANCIA DEBEMOS DETERMINAR QUE SE ENTIENDE POR FUERZA ININTERRUMPIDA, COMO LA FRASE MISMA LO SUGIERE NOS CONDUCE A PENSAR QUE SE TRATA DE UNA FUENTE DE TENSION CAPAZ DE PROPORCIONAR UNA TENSION ALTERNA A UNA DETERMINADA CARGA EN FORMA ABSOLUTAMENTE CONTINUA, ES DECIR QUE LA SALIDA DE LA FUENTE DE TENSION PERMANESCA CONSTANTE, INDEPENDIENTEMENTE DE LA FUENTE DE FUERZA PRIMARIA O DE ENTRADA AL SISTEMA, CUMPLIENDO ASI CON EL OBJETIVO BUSCADO.

LA FUENTE DE FUERZA QUE SE VA PRESENTAR AQUI, VA A SER UN SISTEMA DE ESTADO SOLIDO, DISENADO PARA PROVEER UNA TENSION ALTERNA CONTINUA Y DE ALTA CALIDAD A UNA CARGA CRITICA, VALE DECIR UNA MICROCOMPUTADORA. EL SISTEMA CONSTA DE CUATRO PARTES PRINCIPALES QUE VIENEN A CONSTITUIR LA BASE MISMA DEL PROYECTO, ESTAS PARTES SON LAS SIGUIENTES:

RECTIFICADOR

INVERSOR

INTERRUPTOR ESTATICO

DETECTOR

CADA UNA DE ESTAS PARTES SE DESGLOSARA EN LOS SIGUIENTES PARRAFOS Y LA RELACION QUE EXISTE ENTRE ELLAS DENTRO EL SISTEMA SE ILUSTRAN EN LA FIGURA I.1, JUNTO CON LAS FUENTES PRIMARIAS.

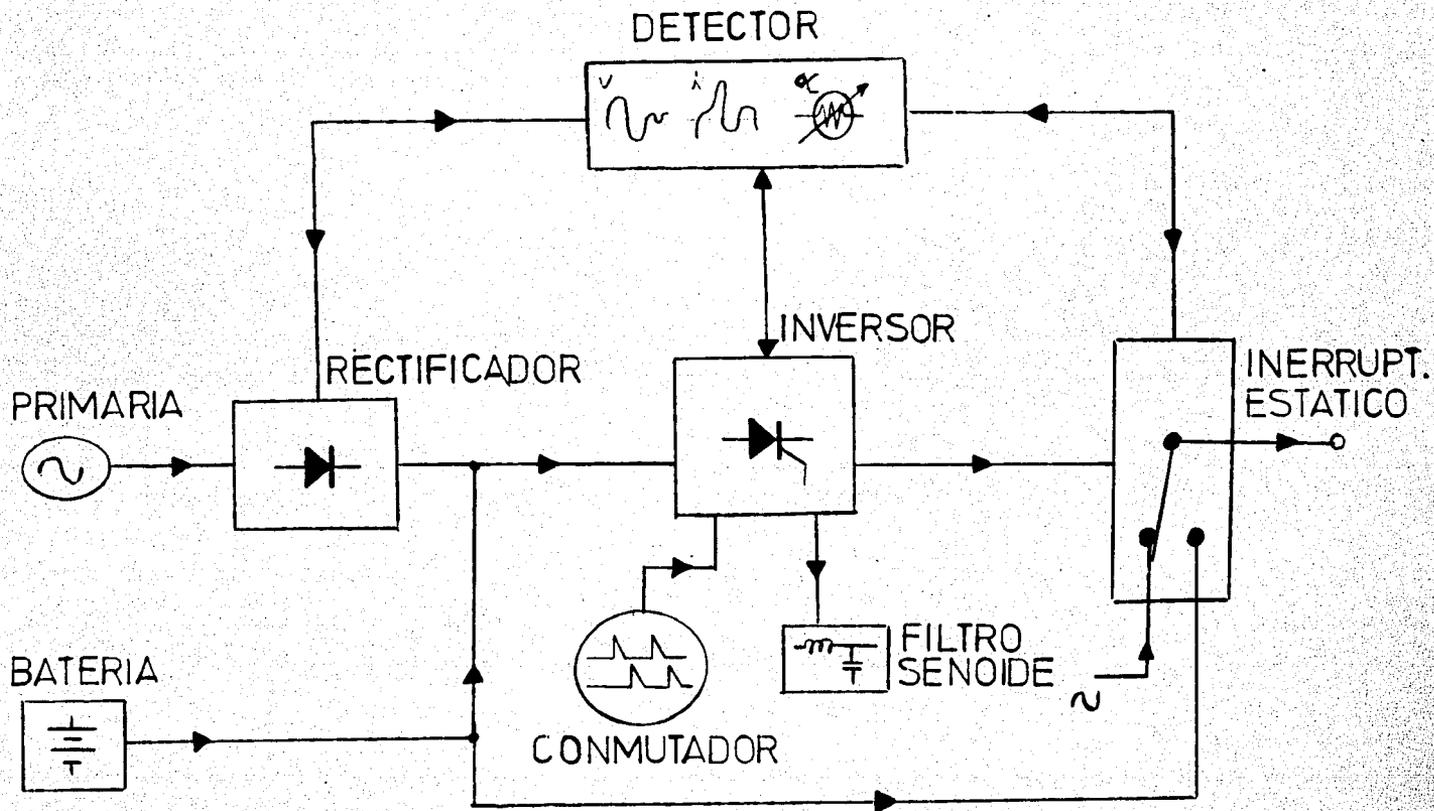


FIGURA I.1

RECTIFICADOR . -

LA FUNCION QUE DESARROLLA EL RECTIFICADOR EN EL SISTEMA ES LA CAMBIAR LA CORRIENTE ALTERNA PROVENIENTE DE LA FUENTE PRIMARIA A CORRIENTE DIRECTA REGULADA Y FILTRADA, LA CUAL ES APLICADA AL CIRCUITO INVERSOR Y AL DISPOSITIVO DE RECARGO DE BATERIAS DEL SISTEMA, EL RECTIFICADOR ES LA FUENTE DE CORRIENTE DIRECTA PRIMARIA PARA EL INVERSOR. EN EL CASO DE QUE LA ENTRADA PRIMARIA DE ALTERNA AL RECTIFICADOR NO ESTA DISPONIBLE, EL SISTEMA EXTERNO DE BATERIAS CONTINUARA PROPORCIONANDO LA CORRIENTE DIRECTA AL INVERSOR POR TIEMPO DETERMINADO, DEPENDIENDO ESTE DE LA CAPACIDAD DE DICHAS BATERIAS.

CON LA RESTAURACION DE LA ENTRADA DE CORRIENTE ALTERNA PRIMARIA EL RECTIFICADOR REASUMIRA LA OPERACION, SUPLIENDO NUEVAMENTE LA TENSION CONTINUA AL INVERSOR.

PARA EL SISTEMA DE BATERIAS, EL RECTIFICADOR MANTIENE EL MISMO EN CONDICIONES DE CARGADO. PARA LLEVAR A CABO ESTA OPERACION, EL RECTIFICADOR PODRA TRABAJAR EN DOS MODOS A LLAMARLOS EN RECARGA O FLOTANTE QUE SE DAN A ENTENDER POR SI MISMOS. CUANDO SE ENCUENTRA EN EL ESTADO " FLOTANTE " LA CORRIENTE DIRECTA DE SALIDA DEL RECTIFICADOR SE REGULA Y APLICA EL VOLTAJE OPTIMO PARA EL INVERSOR, ADEMAS DE PROVEER UNA PEQUENA CANTIDAD DE CORRIENTE DE MANTENIMIENTO A LAS BATERIAS. SI LA FUENTE DE BATERIAS SE DESCARGA, EL RECTIFICADOR SE COLOCARA EN EL ESTADO DE " CARGADO ", SUPLIENDO MAYOR CORRIENTE POR UN TIEMPO DETERMINADO PARA RESTAURAR LA CARGA DE LAS MISMAS.

LA OPERACION DE CAMBIO DE ESTADO DE FLOTANTE A RECARGADO SE REALIZA MEDIANTE UN CIRCUITO COMPARADOR DE VOLTAJE, TOMANDO COMO REFERENCIA EL VOLTAJE DE SALIDA DEL RECTIFICADOR Y " COMPARANDOLO " CON EL DE LAS BATERIAS, DETERMINANDO ASI LA NECESIDAD DE SUPLIR LA CANTIDAD DE CORRIENTE A LA FUENTE EXTERNA, VALE DECIR LAS BATERIAS.

POR MEDIO DEL SISTEMA REGULADOR EN EL RECTIFICADOR, SE PUEDE CONTROLAR LA DIFERENCIA DE VOLTAJE DE LA FUENTE PRIMARIA A LA SALIDA DEL MISMO, ES DECIR ANTE ELEVACIONES DE VOLTAJE ALTERNO EL RECTIFICADOR PROPORCIONA UNA SALIDA ESTABLE DE CORRIENTE AL INVERSOR, ASEGURANDO ASI EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE ESTA SIGUIENTE ETAPA.

INVERSOR .-

EL INVERSOR REALIZA LA FUNCION CONTRARIA AL RECTIFICAR, ES DECIR, QUE CAMBIA LA CORRIENTE DIRECTA PROVENIENTE DEL RECTIFICADOR O BIEN DE LA FUENTE DE BATERIAS A CORRIENTE ALTERNA LA CUAL ALIMENTARA LA CARGA REQUERIDA. COMO SE DIJO ANTERIORMENTE, EL RECTIFICADOR ES LA FUENTE PRIMARIA DE CORRIENTE DIRECTA PARA EL INVERSOR. EN EL CASO DE QUE EL RECTIFICADOR FALLE, LA FUENTE EXTERNA DE BATERIAS SUPLE ESTA TENSION REQUERIDA PARA MANTENER EL INVERSOR EN OPERACION POR EL TIEMPO EN QUE TOMEN DESCARGARSE Y CORTAR EL SUMINISTRO AUTOMATICAMENTE.

SI LA SALIDA DEL RECTIFICADOR NO ESTA DISPONIBLE POR UN PERIODO DE TIEMPO LARGO EL INVERSOR AUTOMATICAMENTE SE DARA DE BAJA SI ES QUE COMO DIJIMOS ANTES LA FUENTE DE BATERIAS SE DESCARGA HASTA UN DETERMINADO VALOR DE TENSION. ESTO COMO UN MEDIO DE SEGURIDAD PARA LA CARGA, SIN EMBARGO VALE HACER MENSION DE QUE SE DEBE CONTAR CON UN SISTEMA DE PREVENCION ANTE ESTE EFECTIVO, LO CUAL SE TRATA DETALLADAMENTE EN CAPITULOS POSTERIORES DE SISTEMAS DE CONTROL.

LA FRECUENCIA DE OPERACION DEL INVERSOR DEBE ESTAR EN FASE O SINCRONIZADA CON LA FUENTE DE RESERVA DE CORRIENTE ALTERNA, SIEMPRE Y CUANDO ESTA SE ENCUENTRE DENTRO DE UN RANGO PREDETERMINADO DE TOLERANCIA. EN EL CASO DE QUE TAL PARAMETRO SALGA DE LOS LIMITES TOLERADOS, EL INVERSOR DEBE ESTABLECER SU FRECUENCIA MEDIANTE UN SISTEMA OSCILADOR INTERNO, ASEGURANDO ASI EL FUNCIONAMIENTO A UNA FRECUENCIA ESTABLE DE 60 HZ.

LA SALIDA DE TENSION ALTERNA DEL INVERSOR SE APLICA DIRECTAMENTE AL INTERRUPTOR ESTATICO COMO UNA DE LAS DOS FUENTES DE CORRIENTE ALTERNA DE ESTE.

INTERRUPTOR ESTATICO .-

COMO SE HABIA ADELANTADO, SE SABE QUE EL INTERRUPTOR ESTATICO SELECCIONA UNA DE LAS DOS FUENTES DE CORRIENTE ALTERNA CONECTADAS AL MISMO, PARA APLICAR ESTA A LA CARGA.

LAS DOS FUENTES DE CORRIENTE ALTERNA CONECTADAS AL INTERRUPTOR SON:

LA SALIDA DE ALTERNA DEL INVERSOR Y LA ENTRADA DE TENSION ALTERNA O ENTRADA DE RESERVA AL SISTEMA. BAJO CONDICIONES NORMALES DE OPERACION EL INTERRUPTOR ESTATICO APLICARA A LA CARGA LA TENSION PROVENIENTE DEL INVERSOR.

EN EL CASO DE QUE LA SALIDA DEL INVERSOR NO ESTE DISPONIBLE O SALE FUERA DE LO ESPECIFICADO PREVIAMENTE, EL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PREVIENE AL USUARIO, PARA QUE ESTE TOMA LAS RESPECTIVAS MEDIDAS DE CONTROL. CUANDO LA SALIDA DEL INVERSOR VUELVE A ESTAR DENTRO EL RANGO TOLERADO EL INTERRUPTOR ESTATICO REALIZA EL CAMBIO, APLICANDO A LA CARGA LA SALIDA DEL INVERSOR EN CONDICIONES NORMALES.

PODEMOS CITAR ADEMAS QUE LA TRANSFERENCIA AUTOMATICA A LA FUENTE DE RESERVA SE INHIBE EN EL CASO DE QUE ESTA FUENTE SE ENCUENTRE FUERA DE SINCRONIA O DESFASADA CON LA TENSION DEL INVERSOR.

DETECTOR .-

EL DETECTOR ES LA PARTE DEL SISTEMA QUE SE ENCARGARA DE COMPARAR, CONTROLAR Y/O MONITOREAR DIFERENTES CONDICIONES DENTRO DEL SISTEMA MISMO Y GENERAR CIERTAS SENALES DE CONTROL, LAS CUALES AFECTAN LA OPERACION NORMAL, DE MANERA QUE SE RECTIFIQUE O SOLUCIONE EL PROBLEMA DEPENDIENDO DEL CASO DETECTADO.

EL DETECTOR MANTIENE ESTRECHA RELACION CON CADA UNO DE LOS DISPOSITIVOS CITADOS ANTERIORMENTE, SIENDO EL ENCARGADO DE CONTROLAR EL CORRECTO DESARROLLO DE LAS FUNCIONES DE LOS MISMOS. POR MEDIO DEL SUMINISTRO DE INFORMACION QUE RECIBE DETERMINARA LOS PARAMETROS DE OPERACION DE LOS DIFERENTES SISTEMAS.

DENTRO DE LAS SENALES DE CONTROL QUE MANEJA EL DETECTOR ESTAN : LA ELEVACION DE TENSION DIRECTA DEL RECTIFICADOR, OPERACION DEL INVERSOR, ADHERENTE CON SENALES DE CONTROL EXTERNO, BAJAS DE TENSION DIRECTA DEL INVERSOR, SOBRECARGA DEL MISMO, SOBRE TEMPERATURAS, CONTROL DE FASE PARA TRANSFERENCIA EN EL INTERRUPTOR ESTATICO, SISTEMA DE INHIBICION DE TRANSFERENCIA POR ALTA O BAJA DE TENSION EN LA FUENTE DE VOLTAJE PRINCIPAL Y/O DE RESERVA, Y OTRAS CARACTERISTICAS ESTRECHAMENTE RELACIONADAS CON EL SISTEMA DE CONTROL Y PREVENCION QUE SE TRATA MAS ADELANTE Y QUE EN SI VIENE A SER EL CORAZON MISMO DEL DETECTOR.

LA FUENTE DE RESERVA DE QUE SE HA ESTADO HACIENDO MENCION PUEDE SER UN DISPOSITIVO DE GENERACION ELECTRICA MEDIANTE MOTORES DE COMBUSTION, LO QUE SE CONOCE COMO SUBESTACION ELECTRICA. SIN EMBARGO, PARA EL CASO DE LA FUENTE QUE SE TRATA, ESTE DISPOSITIVO QUEDA EN CALIDAD DE OPCIONAL, DEPENDIENDO DE LA CAPACIDAD DE LA CARGAS A COLOCAR AL SISTEMA, YA QUE DE NO SER MUY CRITICA, TAL INVERSION RESULTA INNECESARIA.

EN EL CASO DE QUE SE CUENTE CON DICHA FUENTE DE RESERVA, ESTA PUEDE SER APLICADA DIRECTAMENTE A LA CARGA POR MEDIO DEL MODO DE OPERACION DE PASO DIRECTO A RESERVA QUE SE DETALLA EN LA FIGURA I.2 .

UNA DE LAS PRINCIPALES APLICACIONES DE ESTE MODO DE OPERACION ES QUE POR MEDIO DEL MISMO SE CUENTA CON LA FACILIDAD DE DAR MANTENIMIENTO AL EQUIPO SIN NECESIDAD DE QUE LA CARGA SEA DESCONECTADA O SUSPENDIDA SU ALIMENTACION. OBSERVANDO LA FIGURA VEMOS QUE POR MEDIO DE LOS CONTACTORES UNO Y DOS ABIERTOS Y EL CONTACTOR TRES EN POSICION CERRADO, LA FUENTE DE RESERVA ALIMENTA A LA CARGA DIRECTAMENTE, QUEDANDO EL INTERRUPTOR ESTATICO, Y POR CONSECUENCIA LA FUENTE DE SALIDA DEL INVERSOR FUERA DE OPERACION O ALIMENTACION A LA CARGA.

REQUERIMIENTOS Y CONSIDERACIONES EN EL DISENO DEL SISTEMA .-

EL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIBLE EL CUAL VAMOS A DESARROLLAR, COMO YA SE HA CONSIDERADO ANTERIORMENTE DEBE POSEER CIERTAS CARACTERISTICAS MUY PECULIARES, PARA CUMPLIR CON LA FUNCION ESPECIFICA PARA LA CUAL ESTA DISENADO, LOS ASPECTOS DE MAYOR CONSIERACION SON:

- * LA TENSION DE SALIDA
- * FRECUENCIA ESTABLE DE SALIDA
- * VELOCIDAD DE INTERRUPCION Y CONMUTACION
- * FUENTE DE RESERVA ESTABLE
- * SISTEMAS DE CONTROL
- * CIRCUITOS DE PROTECCION
- * MONITOREO A NIVEL USUARIO

TODOS Y CADA UNO DE ESTOS ASPECTOS, TIENEN UNA IMPORTANCIA RELEVANTE EN EL SISTEMA, Y CADA UNO ES UN ESPECIFICO REQUERIMIENTO QUE DEBEMOS SOLVENTAR EN EL DESARROLLO DEL DISENO, POR LO QUE A MEDIDA QUE SE AVANCE EN EL TRABAJO SE DETALLARAN LAS CONSIDERACIONES A TOMAR PARA

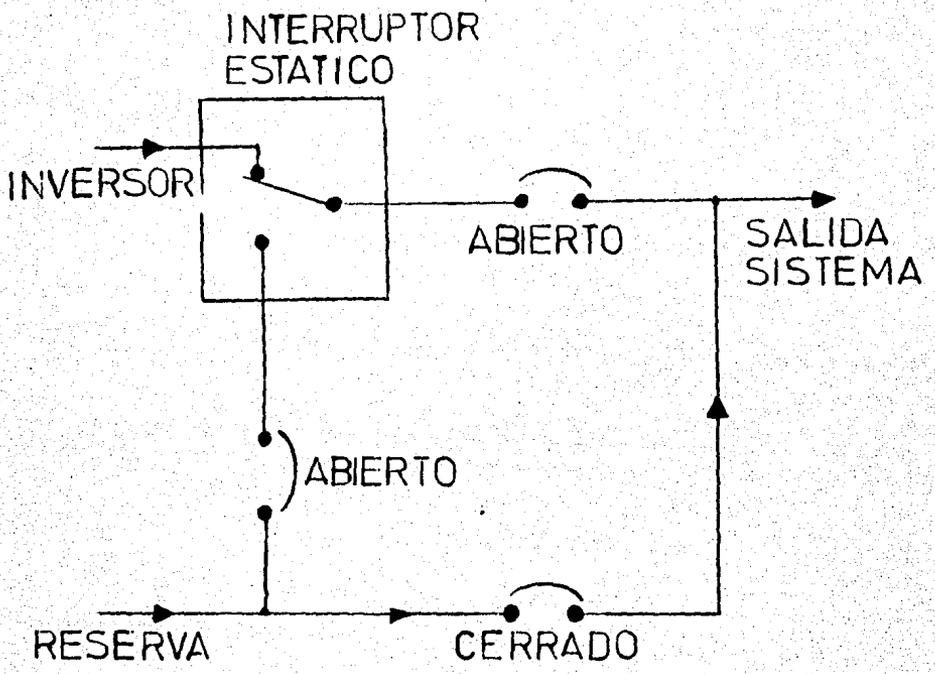


FIGURA I.2

CUMPLIR CON LOS MISMOS Y DE ESTA MANERA OBTENER EL MAS APROPIADO SISTEMA DE FUERZA.

MAS SIN EMBARGO EXITE UN FACTOR EL CUAL NO DEBEMOS PASAR POR ALTO, EL USO CORRECTO DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRONICOS Y/O ELECTRICOS A UTILIZAR, VIENDO DESDE EL ASPECTO TECNICO, PODEMOS CONSIDERAR DE ESTO EL HECHO DE ASEGURARSE EN CADA UNA DE LAS ETAPAS, LA UTILIZACION DE PARTES CONFIABLES Y QUE ADEMAS CUMPLAN CORRECTAMENTE CON LA FUNCION PARA LA CUAL HAN SIDO ESCOGIDAS; Y DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONOMICO, CONSIDERAR EL ASPECTO COSTO EN LA UTILIZACION DE DICHOS COMPONENTES, LA CALIDAD NO SIEMPRE ESTA REPRESENTADA POR EL PRECIO, VALE DECIR, DETERMINAR UN VALOR LO SUFICIENTEMENTE EXACTO COMO PARA QUE FUNCIONE Y PROTEJA SIN PISAR EL TERRENO DEL DEROCHE INNECESARIO ,CON LA BANDERA DE "PROTECCION", YA QUE ESTO PUEDE DERIVAR EN LA VERSATILIDAD DEL SISTEMA, ASI COMO SU ACCESIBILIDAD AL USUARIO.

AL DISENAR CADA UNA DE LAS ETAPAS, PONDREMOS ESPECIAL CUIDADO EN ESTOS ASPECTOS, SIN AFECTAR POR ELLO UN BUEN DESEMPEÑO DEL EQUIPO.

TOMANDO EN CUENTA LO DETALLADO, VAMOS A PROCEDER EN EL DISEÑO DE LAS PARTES MAS GRANDES DEL SISTEMA, PARA LUEGO DEPURAR DETALLES, QUE NO POR SER MAS PEQUEÑOS CARESEN DE IMPORTANCIA.

EN EL CAPITULO SIGUIENTE SE DESARROLLAN LOS CIRCUITOS RECTIFICADOR E INVERSOR CON TODOS SUS ANEXOS, QUE COMO MENSIONAMOS ANTERIORMENTE SON DE LAS PARTES IMPORTANTES DEL SISTEMA DE FUERZA AL IGUAL QUE EL CIRCUITO DETECTOR, SIN EMBARGO COMO ESTE ULTIMO VIENE A SER UNA RAMIFICACION DE LOS CIRCUITOS DE CONTROL EN EL SISTEMA, SE LO CONSIDERA NO SOLO EN UN CAPITULO, SINO POR CADA UNA DE SUS PARTES QUE VAN RELACIONADAS CON EL INTERRUPTOR ESTATICO Y LOS SISTEMAS DE CONTROL Y PREVENCION QUE VAYA A TENER EL SISTEMA, EN CAPITULOS POSTERIORES. TOMANDO EN CONSIDERACION ESTOS ASPECTOS, PROCEDAMOS.

C A P I T U L O I I

C I R C U I T O S P R I N C I P A L E S . -

ANTES DE INTRODUCIRNOS EN EL DISEÑO DE LAS DIFERENTES ETAPAS DEL SISTEMA EN CUESTIÓN, ES NECESARIO FAMILIARIZARNOS Y CONOCER LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DISPOSITIVOS DE MAYOR APLICACIÓN .

UNO DE LOS DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES MÁS UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE UNA FUENTE DE PODER, ES EL RECTIFICADOR CONTROLADO DE SILICIO (SCR). COMO CUALQUIER SEMICONDUCTOR DE SILICIO EL SCR ES COMPACTO, HERMETICAMENTE SELLADO, SILENCIOSO EN SU OPERACIÓN, LIBRE DE LOS EFECTOS DE LA VIBRACIÓN Y GOLPES, UN SCR PROPIAMENTE DISEÑADO Y FABRICADO NO TIENE NINGUNA POSIBILIDAD DE FALLAR Y SI SU DETERMINACIÓN ES CORRECTA PARA CADA APLICACIÓN ESPECÍFICA, VIRTUALMENTE TIENE UNA VIDA DE OPERACIÓN ILIMITADA, INCLUSO EN ATMÓSFERAS ESPECIALES ,POR LO TANTO TIENE INFINIDAD DE APLICACIONES INCLUSO EN AMBIENTES CORROSIVO Y/O EXPLOSIVOS.

EL SCR UTILIZADO COMO RECTIFICADOR, CONDUCIRÁ LA CORRIENTE EN UN SOLO SENTIDO ,CARACTERÍSTICA DE CUALQUIER SCR, PERO EN EL CASO DE CARGAS DE CORRIENTE DIRECTA ES UNA VENTAJA ,AQUI EL SCR SIRVE PARA CONTROLAR Y RECTIFICAR AL MISMO TIEMPO, APTITUD QUE NOS SERVIRÁ DE MUCHO AL DISEÑAR EL CARGADOR CONTROLADOR DE BATERIAS EN CAPITULOS POSTERIORES.

OTRA INTERESANTE APLICACIÓN DEL SCR ES COMO DISPOSITIVO INTERRUPTOR CON SEGURO. EL SCR PUEDE SER ENCENDIDO POR UNA APLICACIÓN MOMENTÁNEA DE UNA CORRIENTE DE CONTROL EN EL GATILLO (UN PULSO TAN CORTO COMO UNA FRACCIÓN DE MICROSEGUNDO PUEDE HACERLO), MIENTRAS QUE CUALQUIER OTRO DISPOSITIVO DE INTERRUPTOR OCUPARÁ DE UNA SEÑAL CONTINUA PARA TENERLO EN CONDUCCIÓN. EL SCR SE PUEDE ENCENDER EN APROXIMADAMENTE UN MICROSEGUNDO Y DESACTIVAR EN DIEZ A VEINTE MICROSEGUNDOS.

COMO INTERRUPTOR O CONTACTOR DE RELEVADOR ES

COMUNMENTE ESPECIFICADO EN TERMINOS DE LA CORRIENTE QUE PUEDE SOPORTAR E INTERRUMPIR, ASI COMO EL VOLTAJE AL CUAL ES CAPAZ DE OPERAR ,ES DECIR, ES DETERMINADO MEDIANTE EL VOLTAJE PICO PRINCIPAL Y LA CORRIENTE DE ADELANTO.

EL SCR, ES UN DISPOSITIVO AMPLIAMENTE CONOCIDO Y UTILIZADO EN EL CAMPO DEL DISENO ELECTRONICO, SIN EMBARGO, ES MUY FRECUENTE QUE AL CONSULTAR CATALOGOS SOBRE SEMICONDUCTORES (DATA BOOKS), NO SE TENGA UN CONOCIMIENTO EXACTO SOBRE EL SIGNIFICADO DE CADA UNA DE LAS VARIABLES DE ESPECIFICACION EN ESTE MATERIAL, DEBIDO A VECES A LA DIVERSIDAD DE FABRICANTES O BIEN POR LA FALTA DE CORRECTA INTERPRETACION, POR LO CUAL CARACTERISTICAS DE SUMA IMPORTANCIA SE PASAN POR ALTO O NO SE TOMAN EN CUENTA, CONDUCIENDO ESTO A LA POSIBILIDAD DE CREAR DISENOS FACTIBLES A FALLAR.

A MANERA DE PREVENCION ANTE ESTE ASPECTO ES MENESTER DAR UNA BREVE EXPLICACION DE CADA UNA DE LAS MAS IMPORTANTES VARIABLES Y CARACTERISITICAS DE ESPECIFICACION QUE SE TOMARAN EN CUENTA EN EL DESARROLLO DEL DISENO.

LAS CARACTERISTICAS DE UN SCR SON INHERENTES A UNA PROPIEDAD MEDIBLE DEL DISPOSITIVO. TAL PROPIEDAD PUEDE SER ELECTRICA, MECANICA, TERMICA, ELECTROMAGNETICA, ETC. Y PUEDE SER EXPRESADA COMO VALOR PARA ESPECIFICAS CONDICIONES.

LAS CARACTERISTICAS TAMBIEN PUEDEN SER UNA SERIE DE VALORES RELATIVOS, USUALMENTE DISPUESTAS EN UNA GRAFICA. EN DICHO ARREGLO SE ESPECIFICAN DETALLADAMENTE CADA UNA DE LAS VARIABLES CON SU VALOR RESPECTIVO.

EL RANGO DE VALORES, ES UNA CANTIDAD ESPECIFICA LA CUAL ESTABLECE LAS CAPACIDADES O CONDICIONES LIMITE (YA SEA MAXIMAS O MINIMAS) PARA CUALQUIER DISPOSITIVO.

LAS CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES SON LAS SIGUIENTES:

- * CARACTERISTICAS DE VOLTAJE-CORRIENTE PRINCIPALES USUALMENTE SE REPRESENTAN MEDIANTE UNA GRAFICA, RELACIONANDO EL VOLTAJE Y LA CORRIENTE PRINCIPAL CON LA CORRIENTE DE GATILLO COMO PARAMETRO.
- * CARACTERISTICAS DE VOLTAJE-CORRIENTE DE ANODO A CATODO.- TAMBIEN SE REPRESENTA GRAFICAMENTE,

RELACIONANDO EL VOLTAJE DE ANODO A CATODO CON LA CORRIENTE PRINCIPAL, TENIENDO COMO PARAMETRO LA CORRIENTE DE GATILLO.

- * ESTADO DE ENCENDIDO.- LA CONDICION DEL RECTIFICADOR CONTROLADO DE SILICIO O TIRISTOR, CORRESPONDIENTE A LA PORCION DE BAJA RESISTENCIA DE LA CARACTERISTICA DE VOLTAJE-CORRIENTE.
- * PUNTO DE RUPTURA.- CUALQUIER PUNTO DENTRO DE LA CARACTERISTICA VOLTAJE-CORRIENTE, PARA EL CUAL LA RESISTENCIA DIFERENCIAL ES CERO, Y DONDE EL VOLTAJE PRINCIPAL ALCANZA SU VALOR MAXIMO.
- * REGION DE RESISTENCIA DIFERENCIAL NEGATIVA.- CUALQUIER PORCION DE LA CARACTERISTICA PRINCIPAL EN LA CUAL LA RESISTENCIA DIFERENCIAL ES NEGATIVA.
- * VOLTAJE PRINCIPAL.- ES EL VOLTAJE ENTRE TERMINALES. EN EL CASO DE TIRISTORES DE BLOQUEO REVERSO, SE CONSIDERA POSITIVO CUANDO EL POTENCIAL DEL ANODO ES MAYOR QUE EL DE CATODO, Y NEGATIVO PARA EL CASO CONTRARIO. PARA TIRISTORES BIDIRECCIONALES, SE CONSIDERA POSITIVO CUANDO EL POTENCIAL EN EL TERMINAL DOS ES MAYOR QUE EN EL TERMINAL UNO.
- * VOLTAJE ANODO A CATODO.- EL VOLTAJE ENTRE EL ANODO Y EL CATODO, SE CONSIDERA POSITIVO DE IGUAL MANERA QUE EL CASO ANTERIOR, CON LA EXCEPCION DE QUE NO SE UTILIZA PARA DISPOSITIVOS BIDIRECCIONALES (TRIAC).
- * RANGO CRITICO DE AUMENTO DE VOLTAJE EN APAGADO. EL MINIMO VALOR DENTRO DEL RANGO DE AUMENTO DEL VOLTAJE PRINCIPAL EL CUAL CAUSE CAMBIAR DE ESTADO DE APAGADO A ENCENDIDO EL TIRISTOR.
- * VOLTAJE DE RUPTURA.- EL VOLTAJE PRINCIPAL EN EL PUNTO DE RUPTURA.
- * CORRIENTE PRINCIPAL.- EL TERMINO GENERICO DE LA CORRIENTE EN LA JUNTURA DE COLECTOR, ES DECIR, LA CORRIENTE ENTRE TERMINALES.
- * CORRIENTE DE ADELANTO.- LA CORRIENTE PRINCIPAL QUE CIRCULA DE ANODO A CATODO.
- * RANGO CRITICO DE AUMENTO DE LA CORRIENTE DE ENCENDIDO.- EL MAXIMO VALOR DENTRO DEL RANGO DE AUMENTO DE LA CORRIENTE LA CUAL EL TIRISTOR PUEDE SOPORTAR SIN SUFRIR DETERIOROS.

- * CORRIENTE DE RUPTURA.- EL VALOR DE LA CORRIENTE PRINCIPAL EN EL PUNTO DE RUPTURA.
- * CORRIENTE DE MANTENIMIENTO.- EL MINIMO VALOR DE LA CORRIENTE PRINCIPAL REQUERIDO PARA MANTENER EL TIRISTOR EN ESTADO DE CONDUCCION.
- * CORRIENTE DE SEGURO.- EL MINIMO VALOR DE LA CORRIENTE PRINCIPAL REQUERIDO PARA MANTENER AL TIRISTOR ENCENDIDO, INMEDIATAMENTE DESPUES DE HABERLO COLOCADO EN CONDUCCION Y HABERSE RETIRADO LA SENAL DE DISPARO DEL GATILLO.
- * VOLTAJE INVERSO DE INTERRUPCION.- VALOR DEL VOLTAJE NEGATIVO DE ANODO A CATODO EN EL CUAL LA RESISTENCIA DIFERENCIAL ENTRE LOS TERMINALES DE ANODO Y CATODO CAMBIA DE SU MAS ALTO VALOR AL MAS BAJO.
- * VOLTAJE DE GATILLO.- ES EL VOLTAJE ENTRE EL TERMINAL DE GATILLO Y UNA REFERENCIA DADA, LA POLARIDAD ESTA REFERIDA A UN TERMINAL EN ESPECIFICO.
- * CORRIENTE DE GATILLO.- ES LA CORRIENTE RESULTANTE DEL VOLTAJE DE GATILLO. SE CONSIDERA SENTIDO POSITIVO CUANDO DICHA CORRIENTE "ENTRA" EN EL TERMINAL DE GATILLO.
- * VOLTAJE DE DISPARO.- EL VOLTAJE DE GATILLO REQUERIDO PARA PRODUCIR LA CORRIENTE DE ACTIVADO DEL TIRISTOR O SCR.
- * VOLTAJE DE NO DISPARO.- EL VALOR TOLERADO DE VOLTAJE EN EL GATILLO ANTES DE QUE SE PRODUZCA EL DISPARO .
- * CORRIENTE DE GATILLO PARA DISPARO.- LA MINIMA CORRIENTE REQUERIDA PARA ACTIVAR O ENCENDER EL TIRISTOR.
- * RESISTENCIA TERMAL O TERMICA.- LA DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE DOS PUNTOS ESPECIFICOS O REGIONES DIVIDIDAS POR UN DISIPADOR DE POTENCIA BAJO CONDICIONES DE EQUILIBRIO TERMICO.
- * TIEMPO DE ENCENDIDO EN GATILLO.- EL INTERVALO DE TIEMPO ENTRE UN PUNTO ESPECIFICO AL PRINCIPIO DEL PULSO DE ENCENDIDO Y EL INSTANTE EN QUE EL VOLTAJE PRINCIPAL DISMINUYE A UN VALOR ESPECIFICO DURANTE EL PERIODO DE ENCENDIDO DEL TIRISTOR MEDIANTE EL PULSO.

EL TERMINO GENERICO TIRISTOR SE DEFINE COMO UN SEMICONDUCTOR CUYA ACCION BIESTABLE DEPENDE DE LA RETROALIMENTACION REGENERATIVA P-N-P-N. PUEDEN SER DISPOSITIVOS DE DOS, TRES O CUATRO TERMINALES Y CON LA CARACTERISTICA UNIDIRECCIONALES O BIDIRECCIONALES.

ESPECIFICAMENTE, EL SCR ES UN TIRISTOR UNIDIRECCIONAL DE TRES TERMINALES EN EL CUAL LA CORRIENTE FLUYE DE ANODO A CATODO.

AL DISENAR CIRCUITOS CON SCR ESTAMOS SUJETOS A INCREMENTAR NIVELES DE ESFUERZO DE OPERACION Y DEMANDAR UN SATISFACTORIO DESEMPEÑO DEL DISPOSITIVO (SCR), POR LO TANTO SE DEBEN CONSIDERAR CONCEPTOS TALES COMO VOLTAJES DE BLOQUEOS ALTOS, CAPACIDADES DE MANEJAR MAYORES CORRIENTES, ALTAS RELACIONES DE CORRIENTE-VOLTAJE RESPECTO AL TIEMPO, TIEMPOS DE ACTIVADO SUMAMENTE RAPIDOS, CORRIENTES DE DISPARO MINIMAS Y OPERACION A ALTAS FRECUENCIAS. TODO ESTO ENFOCADO A APROVECHAR EN UNA MEJOR FORMA LA VERSATILIDAD DEL DISPOSITIVO.

EXISTE EN EL MERCADO DIVERSIDAD DE SCR, LOS CUALES PUEDEN CUMPLIR CON UNO O MAS DE DICHS REQUERIMIENTOS. PERO COMO SIEMPRE ES USUAL SACRIFICAR UNA A EXPENSAS DE OTRA, POR LO TANTO ES CONSTRUCTIVO CONSIDERAR LOS ATRIBUTOS DE VARIOS DISPOSITIVOS LOS CUALES EN COMBINACION DETERMINAN LAS CARACTERISTICAS DEL DISEÑO.

OBSERVAMOS EN LA FIGURA II.1 LAS CARACTERISTICAS DE UN TIPICO RECTIFICADOR CONTROLADO DE SILICIO, EN LA REGION DE BLOQUEO ADELANTADO, INCREMENTANDO EL VOLTAJE DE ADELANTO NO SE TIENDE A INCREMENTAR LA CORRIENTE DE ESCAPE HASTA QUE SE ALCANZA EL PUNTO DONDE SE PRODUCE LA AVALANCHA. PASADO ESTE PUNTO, LA CORRIENTE DE ESCAPE AUMENTA RAPIDAMENTE HASTA QUE LA CORRIENTE TOTAL A TRAVES DEL DISPOSITIVO ES SUFICIENTE PARA AUMENTAR LA INTERNA MAYOR O IGUAL A UNO. EN ESTE PUNTO EL DISPOSITIVO ENTRARA EN LA ZONA DE ALTA CONDUCCION, PREVIENIENDO QUE LA CORRIENTE DE ANODO SOBREPASE EL VALOR ESTABLECIDO PARA LA CORRIENTE DE MANTENIMIENTO. CUANDO LA CORRIENTE DE ANODO CAE POR DEBAJO DE LA CORRIENTE DE MANTENIMIENTO, LA GANANCIA INTERNA DISMINUYE HASTA UNA VALOR MENOR A UNO Y EL DISPOSITIVO P-N-P-N RETORNA A SU ESTADO DE BLOQUEO. EN LA MAYORIA DE ESTOS DISPOSITIVOS EL VOLTAJE INVERSO DE PICO ES DESIGNADO A SER POR LO MENOS IGUAL EN MAGNITUD AL VALOR MINIMO DEL VOLTAJE DE RUPTURA DE ADELANTO.

PARA INCREMENTOS DE MAGNITUD DE LA CORRIENTE DE GATILLO, LA REGION CARACTERISTICA ENTRE LA CORRIENTE DE RUPTURA Y LA CORRIENTE DE MANTENIMIENTO ES ESTRECHADA O REDUCIDA Y EL VOLTAJE DE RUPTURA DISMINUYE. PARA CORRIENTES

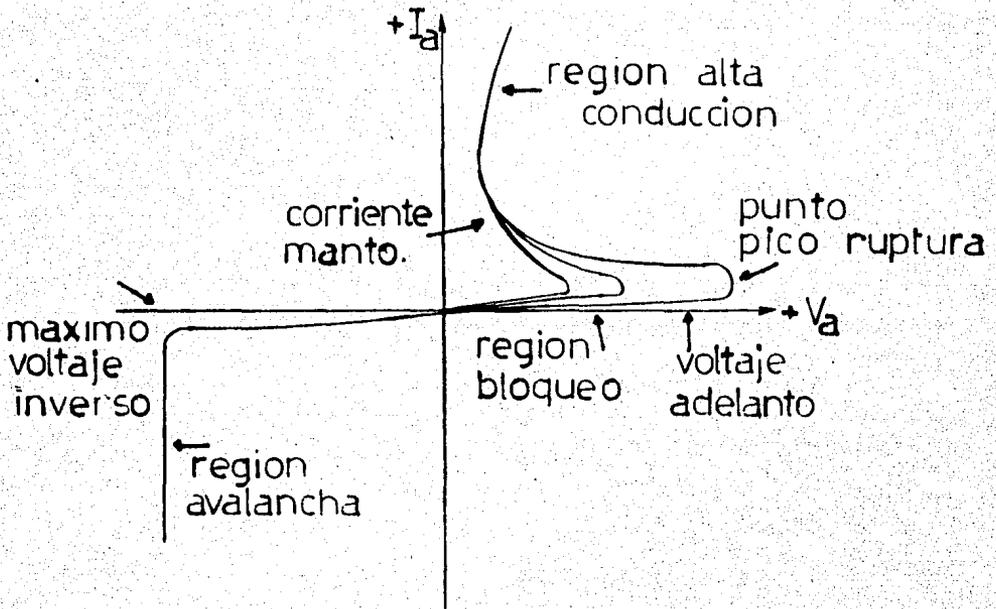


FIGURA II.1

DE GATILLO ELEVADAS , LA REGION DE BLOQUEO EN ADELANTO SE REMUEVE Y LAS CARACTERISTICAS VOLTAJE-CORRIENTE SON ESENCIALMENTE IDENTICAS A LA DE UN RECTIFICADOR DE JUNTURA P-N, VALE DECIR UN DIODO COMUN.

CIRCUITOS RECTIFICADORES .-

COMO INTRODUCCION A LOS RECTIFICADORES Y PARA ENTENDER COMO FUNCIONAN, BASTA CON MIRAR EN SU ESQUEMA:

- LOS CONJUNTOS DE SEMICONDUCTORES, QUE LLAMAMOS "CONMUTADORES".
- LA FORMA COMO ESTAN CONECTADOS LOS DEVANADOS QUE DAN ASIENTO A LAS TENSIONES ALTERNAS A RECTIFICAR, QUE DEFINE EL "MODO DE CONMUTACION".

LOS CONMUTADORES

PARA RECTIFICAR q TENSIONES ALTERNAS, v_1, v_2, \dots, v_q SE UTILIZA UNO O DOS GRUPOS DE q DIODOS QUE PUEDEN TENER SUS CATODOS O ANODOS UNIDOS.

UN CONMUTADOR MAS POSITIVO, ESTA FORMADO POR UN GRUPO DE SEMICONDUCTORES CON SUS CATODOS UNIDOS AL MISMO POTENCIAL; EN CADA INSTANTE LA TENSION DE SALIDA u_c ES IGUAL A LA MAS POSITIVA DE TODAS LAS TENSIONES DE ENTRADA. FIG. II.2 EN EFECTO, DURANTE EL INTERVALO EN QUE v_1 ES MAYOR QUE v_2, \dots, v_q CONDUCE EL DIODO D_1 , HACIENDO u_c IGUAL A v_1 Y BLOQUEADO, POR ELLO, LOS DEMAS DIODOS:

$$v_{d2} = v_2 - u_c = v_2 - v_1 < 0$$

$$v_{d3} = v_3 - v_1 < 0, \text{ ETC.}$$

POSTERIORMENTE, CUANDO v_2 SEA LA MAYOR DE LAS q TENSIONES, EL DIODO D_2 SERA EL UNICO EN CONDUCCION YA QUE, SIENDO u_c IGUAL A v_2 , BLOQUEARA A TODOS LOS DEMAS.

ASI, EN CADA INSTANTE, EL DIODO CONDUCTOR ES EL QUE ESTA UNIDO A LA ENTRADA MAS POSITIVA.

PARA QUE UN DIODO CONDUZCA, ES PRECISO QUE ESTE RECORRIDO POR UNA INTENSIDAD POSITIVA.

CUANDO $v_1 > v_2, v_3, \dots, v_q$ SI D_1 CONDUCE

$$i_c = i_1 = \frac{v_1 - E}{R}$$

D1 NO PUEDE CONDUCIR SI v_1 ES SUPERIOR A E.

SI EXISTEN INTERVALOS DE TIEMPO DURANTE LOS QUE LA MAYOR DE LAS TENSIONES DE ENTRADA ES INFERIOR A E, DURANTE ESTOS NO PUEDE CONDUCIR NINGUN DIODO Y u_c ES IGUAL A E. EN ESTE CASO DECIMOS QUE EL MONTAJE FUNCIONA EN REGIMEN DE CONDUCCION DISCONTINUA POR CONTRASTE CON EL FUNCIONAMIENTO EN REGIMEN DE CONDUCCION CONTINUA, QUE ES CUANDO SIEMPRE HAY UN DIODO QUE CONDUCE.

UN CONMUTADOR MAS NEGATIVO, ESTA FORMADO POR UN CONJUNTO DE SEMICONDUCTORES CON LOS ANODOS UNIDOS. GRACIAS A LA CONDUCCION DEL DIODO CORRESPONDIENTE, LA TENSION DE SALIDA ES, EN CADA INSTANTE, IGUAL A LA MAS NEGATIVA DE LAS TENSIONES DE ENTRADA. (FIGURA II.3).

DURANTE EL INTERVALO DE TIEMPO EN QUE v_2 , POR EJEMPLO, ES MAS NEGATIVA QUE LAS $q-1$ TENSIONES DE ENTRADA RESTANTES, D'2 CONDUCE HACIENDO u_c IGUAL A v_2 Y BLOQUEADO ASI A LOS OTROS DIODOS.

$$v_d'1 = u_c - v_1 = v_2 - v_1 < 0$$

$$v_d'3 = v_2 - v_3 < 0, \text{ ETC.}$$

DURANTE EL INTERVALO CONSIDERADO, D'2 ES ATRAVESADO

POR:

$$i_c = i'2 = \frac{E - v_2}{R}$$

PARA QUE D'2 SEA EFECTIVAMENTE CONDUCTOR ES PRECISO QUE E SEA SUPERIOR A v_2 . SI, EN ALGUN INSTANTE, E FUERA INFERIOR A LA TENSION MAS NEGATIVA DE ENTRADA, EL MONTAJE FUNCIONARIA EN REGIMEN DE CONDUCCION DISCONTINUA.

TIPOS DE CIRCUITOS RECTIFICADORES.-

PARA OBTENER UNA TENSION CONTINUA, SE RECTIFICA UN CONJUNTO DE q TENSIONES ALTERNAS SENOIDALES QUE FORMAN UN SISTEMA POLIFASICO EQUILIBRADO. ESTAS TENSIONES LA SUMINISTRA

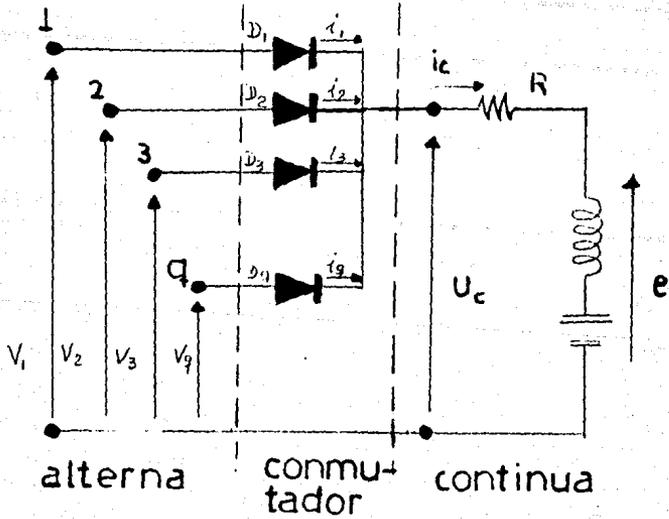


FIGURA II.2

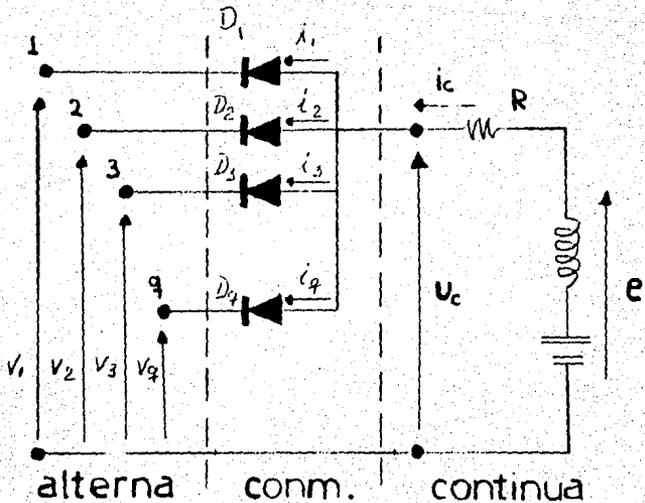


FIGURA II.3

UNA RED MONOFASICA O, EN LA MAYOR PARTE DE LOS CASOS, UNA RED TRIFASICA NORMALMENTE A TRAVES DE UN TRANSFORMADOR.

LOS SEMICONDUCTORES, AGRUPADOS EN UNO A DOS CONMUTADORES EFECTUAN UNA CONMUTACION, ES DECIR, MODIFICAN PERIODICAMENTE LAS CONEXIONES ENTRE LOS BORNES DONDE APARECEN LAS TENSIONES ALTERNAS Y AQUELLOS DONDE SE RECOGE LA TENSION RECTIFICADA.

SE PROPONE LA CLASIFICACION DE LOS RECTIFICADORES POR LA FORMA QUE SE CONECTAN LOS DEVANADOS QUE SON ASIENTO DE LAS TENSIONES ALTERNANTES, LO QUE SE LLAMA MODO DE CONMUTACION. ELLO NOS LLEVA A DISTINGUIR TRES TIPOS DE RECTIFICADORES:

- * RECTIFICADORES DE CONMUTACION PARALELA
- * RECTIFICADORES DE CONMUTACION PARALELA DOBLE
- * RECTIFICADORES DE CONMUTACION SERIE.

VAMOS AHORA A DAR UNA EXPLICACION DE CADA UNO DE ESTOS TIPOS DE RECTIFICADORES, PARA DETERMINAR EL QUE MAS NOS CONVIENE.

RECTIFICADORES DE CONMUTACION PARALELA.- EN ESTA DISPOSICION, LAS q FASES, DONDE RESIDEN LAS q TENSIONES A RECTIFICAR, ESTAN CONECTADAS EN ESTRELLA. GRACIAS A q DIODOS, EL BORNE M ESTA UNIDO EN CADA INSTANTE AL BORNE MAS POSITIVO $1, 2, \dots, q$. LA TENSION RECTIFICADA u_c SE RECOGE ENTRE M Y EL PUNTO NEUTRO N. EN LA FIGURA II.4.- SE REPRESENTA EL RECTIFICADOR DE CONMUTACION PARALELA PARA TRES FASES. EN ESTOS RECTIFICADORES LOS DIODOS REALIZAN, UNA SOLA ELECCION.

RECTIFICADORES DE CONMUTACION PARALELA DOBLE.- PARA ESTE CASO, LOS q DEVANADOS, DONDE SE ENCUENTRAN LAS q TENSIONES ALTERNAS v_1, v_2, \dots, v_q ESTAN TAMBIEN CONECTADOS EN ESTRELLA, PERO SE UTILIZAN $2q$ DIODOS.

EL PRIMER GRUPO D_1, D_2, \dots, D_q FORMA UN CONMUTADOR MAS POSITIVO UNIENDO M AL MAS POSITIVO DE LOS BORNES $1, 2, \dots, q$. LA SEGUNDA SERIE D'_1, D'_2, \dots, D'_q CON ANODOS UNIDOS, LIGA N AL BORNE MAS NEGATIVO. LA TENSION RECTIFICADA u_c , RECOGIDA ENTRE M Y N, ES, EN CADA INSTANTE, IGUAL A LA DIFERENCIA ENTRE LA MAS POSITIVA Y LA MAS NEGATIVA DE LAS TENSIONES ALTERNAS. LOS DIODOS EFECTUAN PUES, UNA DOBLE ELECCION. EN LA FIGURA II.5 SE REPRESENTA ESTE TIPO DE RECTIFICADOR.

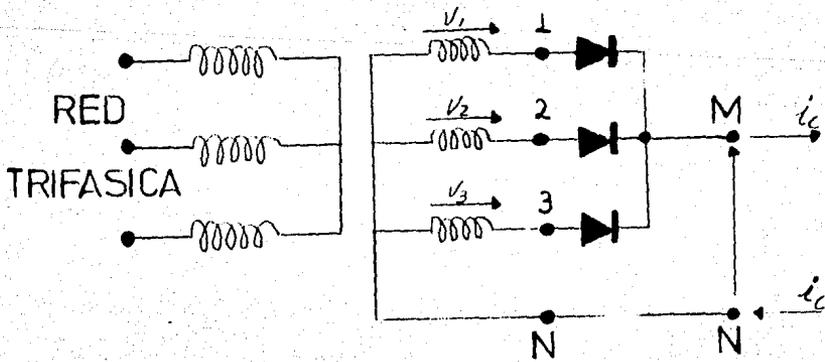


FIGURA II.4

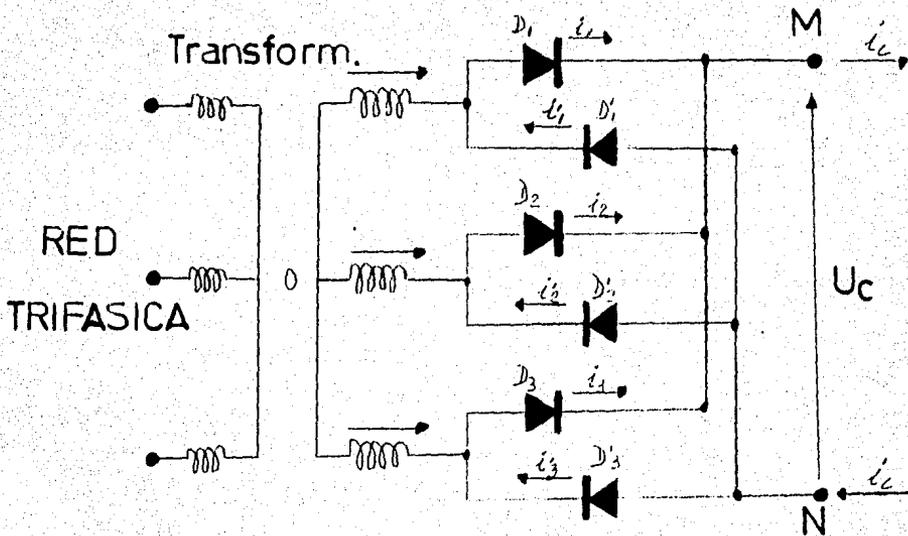


FIGURA II.5

CUANDO $v_1 > v_3 > v_2$, D1 Y D'2 CONDUCCEN, $u_c = v_1 - v_2$;
 $v_2 > v_1 > v_3$, D2 Y D'3 CONDUCCEN, $u_c = v_2 - v_3$;
ETC.

RECTIFICADORES DE CONMUTACION SERIE.- POR ULTIMO PARA EL CASO DE ESTE TIPO DE RECTIFICADOR, LOS DEVANADOS CUYOS BORNE APARECEN LAS TENSIONES ALTERNAS SE MONTAN EN POLIGONO (LA SUMA DE q TENSIONES QUE FORMAN UN SISTEMA EQUILIBRADO ES NULA). EXISTEN TAMBIEN EN ESTE CASO 2q DIODOS, q CON LOS CATODOS UNIDOS AL MISMO BORNE M Y q CON LOS ANODOS UNIDOS AL BORNE N.

LA FIGURA II.6 MUESTRA LAS SEIS FASES DEL SECUNDARIO DE UN TRANSFORMADOR TRIFASICO-HEXAFASICO, AGRUPADAS EN POLIGONO Y LOS DOS CONMUTADORES QUE LIGAN A M Y N A LOS BORNE MAS POSITIVOS Y MAS NEGATIVOS RESPECTIVAMENTE.

EN CADA INSTANTE, TRES DE LAS SEIS TENSIONES SON POSITIVAS MIENTRAS QUE LAS RESTANTES SON NEGATIVAS. DURANTE EL INTERVALO EN QUE v_5, v_6 Y v_1 SON POSITIVAS Y v_2, v_3 Y v_4 NEGATIVAS, EL POTENCIAL EN EL BORNE 5 ES MAYOR QUE EN EL BORNE 4, EL DEL 6 MAYOR QUE EL DEL 5 Y EL DE 1 MAYOR QUE 6. SIN EMBARGO, 2 ES MAS NEGATIVO QUE 1, 3 QUE 2 Y 4 QUE 3. EL VERTICE MAS POSITIVO ES POR TANTO 1, CON LO QUE D1 CONDUCE; EL VERTICE MAS NEGATIVO ES 4, POR CONSIGUIENTE D'4 CONDUCE.

LA TENSION RECTIFICADA ES ENTONCES:

$$u_c = v_5 + v_6 + v_1 = - (v_2 + v_3 + v_4)$$

TRANSCURRIDO UN SEXTO DE PERIODO, v_6 , v_1 Y v_2 SON POSITIVOS Y v_3, v_4 Y v_5 NEGATIVOS; LOS DIODOS QUE CONDUCCEN SON D2 Y D'5.

ESTE TIPO DE MONTAJE NO TRABAJA POR COMPARACION SINO POR SUMA: LA TENSION RECTIFICADA ES, EN CADA INSTANTE, IGUAL A LA SUMA DE LAS TENSIONES POSITIVAS O, LO QUE ES LO MISMO, LA SUMA DE LAS TENSIONES NEGATIVAS CAMBIADAS DE SIGNO.

PROCESO DE ESTUDIO .-

PARA EL ESTUDIO DE UN RECTIFICADOR SE DEBE SEGUIR UNA SECUENCIA DE PASOS, QUE NOS SERVIRAN PARA UNA MEJOR

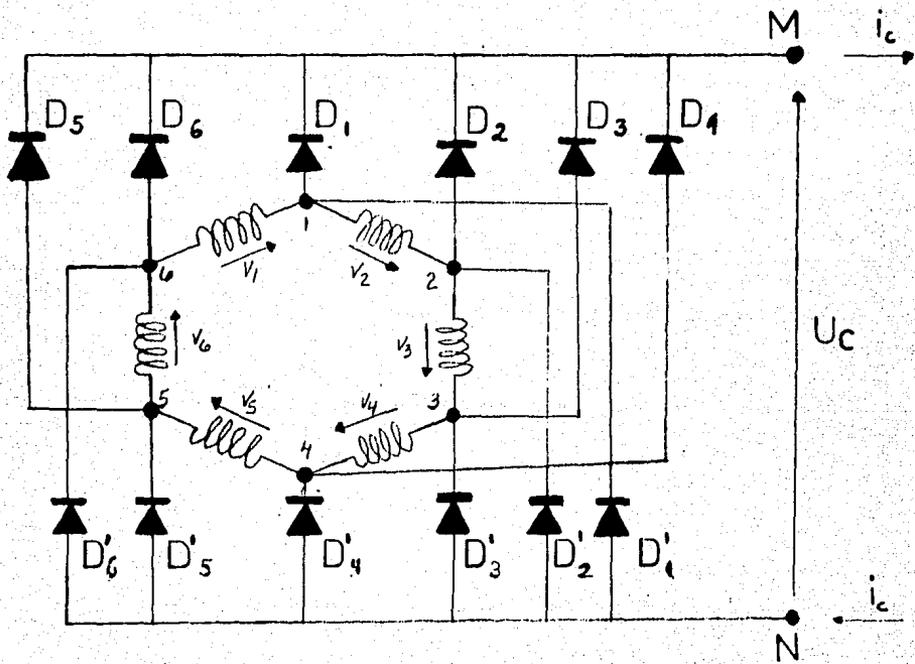


FIGURA II.6

COMPRESION DE LO QUE ESTAMOS DESARROLLANDO, Y LLEGAR DE MEJOR MANERA A LA DETERMINACION DEL RECTIFICADOR QUE MEJOR SE ACOPLA A NUESTRAS NECESIDADES. LA SECUENCIA EN MENSION ES LA SIGUIENTE:

* ESTUDIO DE TENSIONES.

PRIMERAMENTE SE DESPRECIAN LAS CAIDAS DE TENSION EN CARGA; A PARTIR DE LAS TENSIONES ALTERNAS, SE DEDUCE LA TENSION RECTIFICADA EN VACIO U_0 Y LA TENSION INVERSA MAXIMA EN BORNES DE LOS DIODOS.

* ESTUDIO DE CORRIENTES.

DESPRECIANDO SIEMPRE LAS CAIDAS DE TENSION, SE DEDUCE LA CORRIENTE A TRAVES DE LOS DIODOS, A PARTIR DE LA CORRIENTE SUMINISTRADA AL LADO CONTINUO. EN SEGUIDA SE DEDUCE LA INTENSIDAD DE LOS DEVANADOS SECUNDARIOS DEL TRANSFORMADOR, POR LOS PRIMARIOS Y FINALMENTE LA CORRIENTE DE LINEA.

* ESTUDIO DE LAS CAIDAS DE TENSION.

CON LAS INTENSIDADES YA DETERMINADAS, SE PUEDE CALCULAR LA CAIDA DE TENSION U_c DEBIDA A LAS RESISTENCIAS, A LAS REACTANCIAS Y A LA CAIDA INTERNA DE LOS DIODOS.

ESTA FORMA DE OPERAR CONDUCE A RELACIONES QUE PERMITEN CALCULAR COMODAMENTE LOS ELEMENTOS DEL RECTIFICADOR ESCOGIDO.

LOS SEMICONDUCTORES DE SILICIO SON ELEMENTOS DE PRESTACIONES MUY INTERESANTES, PERO SON SENSIBLES A LAS SOBRECARGAS AUN CUANDO ESTAS SEAN DE CORTA DURACION. POR ELLO ES DE INTERES ANADIR UNA CUARTA ETAPA, EN EL ESTUDIO DE LOS MONTAJES. SE TRATA DE ESTUDIAR SU FUNCIONAMIENTO EN CORTOCIRCUITO. PERMITIRA ESTO, CONOCER LAS PEORES CONDICIONES A QUE SE VEN SOMETIDOS LOS DIODOS Y EL TRANSFORMADOR, PUDIENDOSE DETERMINAR LAS PROTECCIONES PERTINENTES, DE LA MEJOR FORMA POSIBLE.

EL FUNCIONAMIENTO DE UN RECTIFICADOR DEPENDE DE LA NATURALEZA DE LA CARGA QUE ESTA ALIMENTANDO, ACENTUANDOSE ESTE FENOMENO CUANDO MAS RIZADA ESTE LA TENSION RECTIFICADA.

EN LOS MONTAJES DE POTENCIA SE UTILIZAN GENERALMENTE ESQUEMAS QUE DAN UNA TENSION CON POCO RIZADO Y CUYA CORRIENTE CONTINUA TODAVIA LO PRESENTA MENOR, DEBIDO A QUE LA CARGA TIENE UNA CIERTA REACTANCIA A VECES AUMENTADA

POR LA INTRODUCCION DE UNA INDUCTANCIA DE AISLADO.

DE ESTA FORMA SE PUEDE EFECTUAR EL ESTUDIO GENERAL SUPONIENDO QUE LA CORRIENTE RECTIFICADA ES RIGUROSAMENTE CONSTANTE, CONFUNDIENDOSE, POR TANTO, SU VALOR INSTANTANEO i_c CON EL VALOR MEDIO I_c .

DE ENTRE LOS TRES TIPOS DE RECTIFICADORES QUE HEMOS CONSIDERADO HASTA AQUI, VAMOS A DESARROLLAR EL ESTUDIO GENERAL PARA EL RECTIFICADOR DE CONMUTACION PARALELA DOBLE, QUE VAMOS A UTILIZAR EN EL CIRCUITO RECTIFICADOR DEL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA EN DESARROLLO, YA QUE ES EL QUE MEJOR FUNCIONAMIENTO DESEMPEÑA Y EL DE MAS AMPLIO USO EN SISTEMAS RECTIFICADORES, JUSTAMENTE POR SU EFICIENCIA. ESTE TIPO DE RECTIFICADORES SE CONOCE COMUNMENTE COMO RECTIFICADOR DE PUENTE DE GRAETZ O SIMPLEMENTE DE PUENTE, POR LA DISPOSICION QUE PRESENTAN LOS DIODOS EN SU CONFIGURACION, COMO PUEDE OBSERVARSE EN LA FIGURA II.7. SE DENOMINARON CIRCUITOS DE CONMUTACION PARALELA DOBLE PARA DISTINGUIRLOS DE LOS QUE UTILIZAN CONMUTACION SERIE.

UTILIZANDO UNA RED DE ALIMENTACION MONOFASICA, EL PUENTE CON CUATRO DIODOS PUEDE ENTRAR, EN LA CATEGORIA DE LOS RECTIFICADORES DE CONMUTACION PARALELA DOBLE SI SE CONSIDERA EL PUNTO MEDIO DEL DEVANADO SECUNDARIO, (FICTICIO), 0.

SE DESCOMPONE LA TENSION :

$$u = U_m \text{SEN } \omega t = 2V_m \text{SEN } \omega t \quad \text{EN}$$

$$v_1 = u/2 \quad \text{Y} \quad v_2 = -u/2$$

PARA $0 < t < T/2$,

$$v_1 > v_2, \text{ D1 CONDUCE } v_M - v_o = v_1$$

$$v_{D2} = v_2 - (v_M - v_o) = v_2 - v_1 = -u.$$

$$v_2 < v_1, \text{ D'2 CONDUCE } v_N - v_o = v_2$$

$$v_{D'1} = (v_N - v_o) - v_1 = v_2 - v_1 = -u.$$

$$u_c = (v_M - v_o) - (v_N - v_o) = v_1 - v_2 = u$$

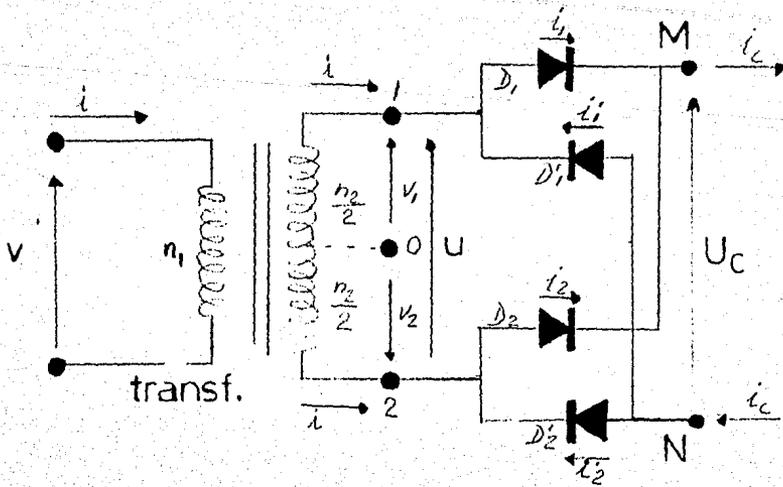


FIGURA II.7

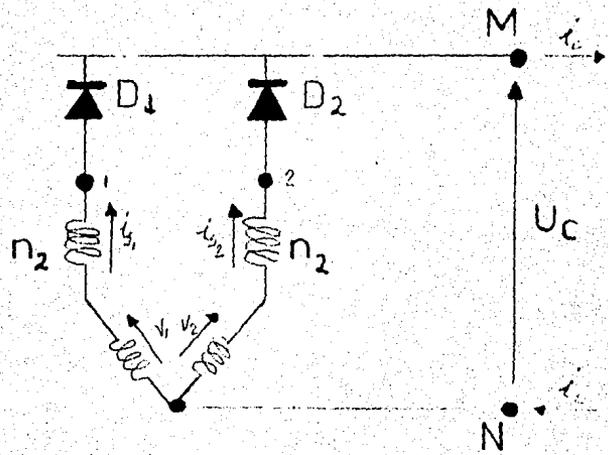


FIGURA II.8

PARA $T/2 < t < t$,

$$v_2 > v_1, D_2 \text{ CONDUCE } v_M - v_o = v_2$$

$$v_{D1} = v_1 - (v_M - v_o) = v_1 - v_2 = u.$$

$$v_1 < v_2, D'_1 \text{ CONDUCE } v_N - v_o = v_1$$

$$v_{D'2} = (v_N - v_o) - v_2 = v_1 - v_2 = u.$$

$$u_c = (v_M - v_o) - (v_N - v_o) = v_2 - v_1 = -u$$

PARA ESTE RECTIFICADOR, EL TRANSFORMADOR NO MULTIPLICA EL NUMERO DE FASES. POR OTRA PARTE, EL NEUTRO QUE EN ESTE CASO ES FICTICIO, YA QUE SE CONSIDERA ESTE COMO LA DERIVACION CENTRAL DEL SECUNDARIO, NO SE UTILIZA EN EL LADO DE CONTINUA. PARA CASOS ESPECIFICOS EL TRANSFORMADOR PUEDE SUPRIMIRSE, A NO SER QUE INTERESE OBTENER UNA CIERTA RELACION ALTERNA-CONTINUA O PARA CONTRIBUIR A LA LIMITACION DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.

ESTUDIO DE LAS TENSIONES

TENSION RECTIFICADA.-

DE UNA FORMA GENERAL, CUANDO SE RECTIFICAN q TENSIONES DE PERIODO T , LA TENSION RECTIFICADA u_c ESTA FORMADA POR q FRAGMENTOS SIMETRICOS DE SENOIDE POR PERIODO T . ASI PUES, EL PERIODO DE u_c ES T/q .

DURANTE EL INTERVALO

$$\frac{T}{4} - \frac{T}{2q} < t < \frac{T}{4} + \frac{T}{2q}$$

LA TENSION ES IGUAL A $v_1 = V_m \text{ SEN } \omega t$, SIENDO v_1 LA MAYOR DE LAS q TENSIONES ALTERNAS.

EL VALOR MEDIO U_{co} DE LA TENSION RECTIFICADA EN VACIO ESTA DADO POR

$$U_{co} = (v_M - v_o)_{med} - (v_N - v_o)_{med}$$

AHORA BIEN, $v_M - v_o$ ES LA TENSION RECTIFICADA QUE DA EL RECTIFICADOR DE CONMUTACION PARALELA SIMPLE, RECTIFICANDO LAS MISMAS TENSIONES, SABEMOS QUE

$$(v_M - v_o)_{med} = (q/\pi) V_m \text{ SEN}(\pi/q)$$

LA TENSION $v_N - v_o$, FORMADA POR LOS MINIMOS Y NO LOS MAXIMOS DE LAS TENSIONES ALTERNAS, TIENE UN VALOR MEDIO IGUAL Y OPUESTO AL DADO POR EL COUMUTADOR MAS POSITIVO, ASI:

$$U_{co} = \frac{2q}{\pi} V_m \text{ SEN} \frac{\pi}{q}$$

RECTIFICANDO LAS MISMAS TENSIONES, AL PASAR DEL RECTIFICADOR SIMPLE AL DOBLE, SE DOBLA LA TENSION RECTIFICADA MEDIA.

VAMOS AHORA A DETERMINAR EL FACTOR DE RIZADO DE LA TENSION RECTIFICADA, DEFINIDO POR LA RELACION

$$K_o = \frac{u_{c \max} - u_{c \min}}{2 U_{co}}$$

DURANTE SU PERIODO $T/4 - T/2q$, $T/4 + T/2q$, u_c ES MAXIMO A LA MITAD DE ESTE INTERVALO Y MINIMO EN SUS DOS EXTREMOS

$$u_{c \max} = V_m$$

$$u_{c \min} = V_m \text{ COS } \pi/q$$

POR LO TANTO:

$$K_o = \frac{\pi}{2n} \frac{1 - \text{COS}(\pi/n)}{\text{SEN}(\pi/n)}$$

EL RIZADO DE LA TENSION RECTIFICADA SOLO DEPENDE DEL NUMERO DE FRAGMENTOS DE SENOIDE QUE LA COMPONEN DURANTE CADA PERIODO T DE LAS TENSIONES RECTIFICADAS. ESTE NUMERO ES EL LLAMADO ORDEN DE LA TENSION RECTIFICADA.

EL ORDEN "n" DE LA TENSION RECTIFICADA DEPENDE DEL VALOR Y PARIDAD DEL NUMERO DE FASES "q".

PARA EL SISTEMA MONOFASICO, QUE TRATAMOS, A CADA TENSION ALTERNA LE CORRESPONDE OTRA IGUAL Y OPUESTA; CUANDO UNA TENSION PASA POR SU MAXIMO, LA QUE SE OPONE PASA POR EL MINIMO, LOS MAXIMOS DE $v_m - v_o$ COINCIDEN CON LOS MINIMOS DE $v_n - v_o$. CABE HACER LA ACLARACION QUE EL SISTEMA MONOFASICO ES UN CASO ESPECIAL Y SE LO CONSIDERA DE PARIDAD PAR, EN LOS CALCULOS QUE SE REALICEN.

DE ACUERDO A ESTO, PODEMOS DECIR QUE, LA TENSION RECTIFICADA uc ESTA FORMADA POR q FRAGMENTOS SIMETRICOS DE SENOIDE POR PERIODO T.

TENSION INVERSA.-

LAS TENSIONES EN BORNES DE UN DIODO, D1 POR EJEMPLO, VALE SUCESIVAMENTE v_1-v_1 , v_1-v_2 ,...Y FINALMENTE v_1-v_q .

LA TENSION INVERSA MAXIMA CORRESPONDE AL VALOR MAXIMO DE ESTAS DIFERENCIAS.

LA TENSION MAS ALEJADA DE $v_1 = V_m \text{ SEN } \omega t$ ES

$$v(q/2)+1 = - V_m \text{ SEN } \omega t$$

LA DIFERENCIA DE ESTA CON v_1 , IGUAL A $2V_m \text{ SEN } \omega t$, PASA POR EL VALOR MAXIMO NEGATIVO PARA $\omega t = 3\pi/2$ Y VALE EN ESTE MOMENTO $-2 V_m$. LA TENSION INVERSA MAXIMA APLICADA A LOS DIODOS ES, PUES,

$$v_i \text{ max} = 2 v_m$$

ESTUDIO DE LAS INTENSIDADES

INTENSIDAD EN LOS DIODOS.-

SI EL MONTAJE SUMINISTRA UNA INTENSIDAD I_c CONSTANTE, CADA DIODO GARANTIZA EL PASO DE I_c DURANTE EL INTERVALO DE DURACION T/q EN QUE ES CONDUCTOR.

DE ELLO SE DEDUCEN LOS VALORES MAXIMO, MEDIO Y EFICAZ DE LA CORRIENTE EN CADA UNO DE LOS q DIODOS.

DURANTE CADA PERIODO T , CADA DIODO D_1, D_2, \dots, D_q SUMINISTRA LA INTENSIDAD I_c A LA CARGA AL TOCARLE EL TURNO DE CONDUCCION. CADA CORRIENTE i_1, i_2, \dots, i_q ES POR TANTO IGUAL A I_c DURANTE T/q Y NULA EL RESTO DEL PERIODO.

AL MISMO TIEMPO EL RETORNO DE LA INTENSIDAD I_c REQUIERE QUE UNO DE LOS q DIODOS DE LA SERIE D'_1, \dots, D'_q ESTE CONDUCIENDO. CADA UNA DE LAS INTENSIDADES i'_1, \dots, i'_q ES IGUAL POR TANTO A I_c DURANTE T/q Y CERO HASTA EL PERIODO SIGUIENTE.

LOS VALORES DE LA INTENSIDADES DE CORRIENTE EN LOS $2q$ DIODOS MONTADOS SON:

$$i_{\max} = I_c$$

$$i_{\text{med}} = I_c / q$$

$$I = I_c / \sqrt{q}$$

INTENSIDAD Y FACTOR DE POTENCIA EN EL SECUNDARIO.-

PARA DETERMINAR LA INTENSIDAD EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR, CONSIDERAMOS EL HECHO DE QUE CADA BOBINA SECUNDARIA, AL ESTAR UNIDA A DOS DIODOS, ES RECORRIDA POR LA CORRIENTE DURANTE DOS INTERVALOS DE DURACION T/q .

ASI,

$$i_s = + I_c \quad \text{CUANDO } D_1 \text{ CONDUCE}$$

$$= - I_c \quad \text{CUANDO } D'_1 \text{ CONDUCE}$$

EL VALOR EFICAZ DE LAS INTENSIDADES ES POR TANTO:

$$I_s = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_s^2 dt = \sqrt{\frac{1}{T} \left(I_c^2 \frac{T}{q} + I_c^2 \frac{T}{q} \right)} = \sqrt{\frac{2}{q}} I_c$$

$$I_s = I_c \sqrt{2/q}$$

AHORA SI SUPONEMOS LAS CAIDAS DE TENSION DESPRECIABLES, PUESTO QUE LA INTENSIDAD I_c SE HA PUESTO CONSTANTE, LA POTENCIA SUMINISTRADA POR EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR ES :

$$P_c = U_{co} I_c$$

AHORA BIEN, LA POTENCIA APARENTE DEL SECUNDARIO FORMADO POR q DEVANADOS, SOPORTES DE TENSIONES DE VALOR EFICAZ $V = V_m / \sqrt{2}$ Y RECORRIDO POR INTENSIDADES DE VALOR EFICAZ I_s ES

$$S = q V I_s$$

DE DONDE EL FACTOR DE POTENCIA DEL SECUNDARIO SERA:

$$f_s = \frac{2}{\pi} \sqrt{q} \text{SEN} (\pi/q)$$

PARA UN NUMERO DE FASES q DETERMINADO, EL FACTOR DE POTENCIA EN EL SECUNDARIO ES $\sqrt{2}$ VECES MAYOR QUE EN CONMUTACION PARALELA, YA QUE LA TENSION RECTIFICADA Y, PARA UNA I_c DADA, LA POTENCIA SE MULTIPLICA POR DOS MIENTRAS QUE LA INTENSIDAD POR EL SECUNDARIO SOLO SE MULTIPLICA POR $\sqrt{2}$.

EL FACTOR DE POTENCIA f_s ES CERCANO A LA UNIDAD PARA VALORES DE q PEQUEÑOS, PARA ESTE CASO VALE 0.90, Y DISMINUYE AL AUMENTAR q .

QUIEN DETERMINA EL DIMENSIONADO DEL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR ES LA POTENCIA APARENTE $q V I_s$, YA QUE

q DA EL NUMERO DE FASES
 V , EL NUMERO DE ESPIRAS POR FASE
 I_s , LA SECCION DE LOS CONDUCTORES

INTENSIDAD Y FACTOR DE POTENCIA EN EL PRIMARIO.-

NO ES POSIBLE ESTABLECER LAS RELACIONES GENERALES

QUE NOS DEN LA INTENSIDAD Y EL FACTOR DE POTENCIA PRIMARIOS, BASTARA SIN EMBARGO, PLANTEAR LAS ECUACIONES QUE PERMITAN, EN CADA CASO, PASAR DE LOS AMPERIOS-VUELTA SECUNDARIOS A LOS PRIMARIOS.

PARA ESTO, SE CUENTAN LOS AMPERIOS-VUELTA PRIMARIOS EN UN SENTIDO Y EN SENTIDO INVERSO LOS AMPERIOS-VUELTA DE LOS DEVANADOS SECUNDARIOS. SI ESTOS ULTIMOS Tienen UNA RESULTANTE DE VALOR MEDIO NO NULO, ESTE VALOR MEDIO NO PODRA SER COMPENSADO POR LOS AMPERIOS-VUELTA PRIMARIOS, YA QUE LA INTENSIDAD EN EL PRIMARIO ES NECESARIAMENTE ALTERNA, DE VALOR MEDIO NULO. LA COMPONENTE NO COMPENSADA SATURA EL CIRCUITO MAGNETICO.

PARA ENCONTRAR LA INTENSIDAD EN EL PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR, SE DESPRECIA LA CORRIENTE MAGNETIZANTE Y SE ESCRIBE LA COMPENSACION DE AMPERIOS VUELTA ALTERNOS

$$n_1 i_p = \sum n_2 i_s$$

SIENDO $\sum n_2 i_s$ LA SUMA DE LOS AMPERIOS-VUELTA DEL SECUNDARIO CONTADOS EN EL MISMO SENTIDO, HABIENDO HECHO LA DEDUCCION DEL VALOR MEDIO DE ESTA SUMA EN CASO DE EXISTIR.

PARA ESTE CASO SERIA:

$$n_1 i_p = \frac{n_2}{2} (i_{s1} - i_{s2}) = n_2 i_{s1}$$

ASI,

$$n_1 i_p = n_2 i_s = n_2 i_c$$

Y

$$f_p = f_s = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} = 0.9$$

LA IGUALDAD DE LOS FACTORES DE POTENCIA Y DE LAS INTENSIDADES DEL PRIMARIO Y DEL SECUNDARIO, SI NO SE TIENE EN CUENTA n_2/n_1 , HACE POSIBLE LA SUPRESION DEL TRANSFORMADOR.

CAIDA DE TENSION EN FUNCIONAMIENTO NORMAL

LAS IMPEDANCIAS DE LOS ELEMENTOS DEL RECTIFICADOR Y DE LAS DE SU RED DE ALIMENTACION HACEN QUE AL AUMENTAR LA

CORRIENTE CONTINUA I_c , LA TENSION MEDIA RECTIFICADA U_c DISMINUYA.

AL PRINCIPIO DE LA CARACTERISTICA DE TENSION $U_c(I_c)$, ES DECIR, ENTRE EL FUNCIONAMIENTO EN VACIO Y EL DE PLENA CARGA, LA CAIDA DE TENSION TOTAL ΔU_c ES NORMALMENTE DEBIL CON RELACION A LA TENSION EN VACIO U_{c0} . ESTO PERMITE CALCULAR ΔU_c CON UNA BUENA APROXIMACION,

* TOMANDO COMO CAIDA DE TENSION ΔU_c LA SUMA DE LAS CAIDAS DE TENSION PARCIALES VALORADAS POR SEPARADO.

* CALCULANDO CADA CAIDA DE TENSION PARCIAL SIN TENER EN CUENTA LOS FENOMENOS QUE DAN LUGAR A LAS DEMAS CAIDAS.

LA CAIDA DE TENSION TOTAL SE OBTIENE SUMANDO:

LA CAIDA DEBIDA A LAS REACTANCIAS $\Delta 1U_c$
LA CAIDA DEBIDA A LAS RESISTENCIAS $\Delta 2U_c$
LA CAIDA DEBIDA A LOS DIODOS $\Delta 3U_c$

ESCRIBIMOS PUES,

$$U_c = U_{c0} - \Delta U_c$$

DONDE

$$U_c = \Delta 1U_c + \Delta 2U_c + \Delta 3U_c$$

EN LOS RECTIFICADORES DE GRAN POTENCIA, LA CAIDA DE TENSION MAS IMPORTANTE LA PROVOCAN LAS REACTANCIAS.

CAIDA DE TENSION DEBIDA A LA CONMUTACION NO INSTANTANEA.-

CUANDO UN DIODO PASA A CONDUCIR, LA INTENSIDAD QUE LO ATRAVIESA NO PUEDE DE MANERA INSTANTANEA PASAR DE CERO A I_c ; DE IGUAL FORMA LA INTENSIDAD POR EL DIODO QUE ESTABA CONDUCIENDO NO PUEDE ANULARSE DE FORMA BRUSCA. ELLO SUPONDRIA DISCONTINUIDADES DE INTENSIDAD EN LAS BOBINAS DEL SECUNDARIO, DEL PRIMARIO Y DE LA LINEA DE ALIMENTACION, DISCONTINUIDADES QUE NO SON POSIBLES DEBIDO A LAS REACTANCIAS DE ESTOS ELEMENTOS.

CUANDO UN DIODO ENTRA EN CONDUCCION, EL QUE VA A DEJAR DE CONDUCIR NO LO HACE DE FORMA INSTANTANEA, PRODUCIENDOSE SIMULTANEIDAD DE CONDUCCION DE LOS DIODOS. ESTE

"SOLAPE" DE LOS INTERVALOS DE CONDUCCION DA LUGAR A UNA DISMINUCION Δ i_{uc} DE LA TENSION MEDIA RECTIFICADA.

DESIGNAREMOS POR N_2w LAS REACTANCIAS DE FUGAS DE LOS DEVANADOS Y DE LA RED REFERIDAS AL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.

SIGUIENDO, SOBRE LA FIGURA II.8, LA CONMUTACION DE LAS FASES 1 Y 2 REPRESENTADAS CON SUS REACTANCIAS.

CUANDO EL DIODO D_1 ERA EL UNICO QUE CONDUCA, i_{s1} ERA CONSTANTE E IGUAL A I_c .

EN EL INSTANTE $t = T/4 + T/2q$, v_2 SE HACE MAYOR QUE v_1 Y D_2 PASA A CONducIR. LA CONDUCCION SIMULTANEA DE D_1 Y D_2 DURARA HASTA QUE i_{s1} HAYA PASADO DE I_c A CERO E i_{s2} DE CERO A I_c .

LA TRANSFERENCIA DE I_c DE LA FASE 1 A LA FASE 2 PARA $t = T/4 + T/2q + \alpha/w$; RECIBE EL NOMBRE DE ANGULO DE CONMUTACION O DE SOLAPE. HASTA EL INSTANTE $t = T/4 + 3T/2q$ EN QUE D_3 EMPIEZA A CONducIR, $u_c = v_2$.

MIENTRAS D_1 Y D_2 CONducEN SIMULTANEAMENTE, LA EXPRESION DE LA TENSION RECTIFICADA ES:

$$u_c = v_1 - N_2 \frac{di_{s1}}{dt}$$

$$u_c = v_2 - N_2 \frac{di_{s2}}{dt}$$

DADO QUE LA SUMA $i_{s1} + i_{s2}$ IGUAL A I_c ES CONSTANTE,

$$u_c = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

EL VALOR DEL ANGULO DE CONMUTACION SE DEDUCE DE LAS ECUACIONES ANTERIORES.

REALIZANDO EL DESARROLLO MATEMATICO DE LA COMBINACION DE ESTAS ECUACIONES, Y CONSIDERANDO QUE IGUAL FENOMENO SE DESARROLLA ALREDEDOR DEL PUNTO N AL HACER PASAR LA ENTRADA DE I_c DE UN BORNE AL SIGUIENTE. EL ANGULO α SE PUEDE RELACIONAR DE LA SIGUIENTE FORMA:

$$1 - \cos \alpha = \frac{N^2 w I_c}{V_m \text{SEN}(\pi/q)}$$

LA CAIDA DE TENSION SE DEBE A QUE, DURANTE EL INTERVALO $T/4 + T/2q$, $T/4 + T/2q + \alpha/w$, LA TENSION RECTIFICADA u_c EN LUGAR DE SER IGUAL A v_2 SOLO VALE $(v_1+v_2)/2$ LA CAIDA DE TENSION MEDIA SERA, PUES:

$$\Delta 1U_c = \frac{q}{2\pi} N^2 w I_c$$

LA CAIDA DE TENSION QUE SE PRODUCE DURANTE LA CONMUTACION ES PROPORCIONAL A LA INTENSIDAD I_c , A LA REACTANCIA N^2w Y TAMBIEN AL NUMERO DE FASES q .

COMO OBSERVACION, DEBEMOS CONSIDERAR, QUE LAS RELACIONES PRECEDENTES SOLO SON APLICABLES SI NO HAY MAS DE DOS DIODOS DE LA MISMA SERIE EN CONDUCCION SIMULTANEA, POR TANTO SI EL ANGULO DE CONMUTACION ES MENOR A $2\pi/q$, Y ADEMAS SI LOS DOS DIODOS UNIDOS AL MISMO BORNE DEL SECUNDARIO NO CONDUCCION A LA VEZ, ES DECIR, SI $\alpha < \pi - (2\pi/q)$.

CAIDA DE TENSION DEBIDA A LAS RESISTENCIAS.-

LA CAIDA $\Delta 2U_c$ DE LA TENSION RECTIFICADA DEBIDA A LAS RESISTENCIAS SE DEDUCE DE LA EXPRESION DE LAS PERDIDAS POR EFECTO JOULE, CONSIDERANDO EL NUMERO DE FASES, LA RESISTENCIA POR FASE A CADA LADO DEL TRANSFORMADOR Y LAS INTENSIDADES EFICACES RESPECTIVAS, EXPRESADAS EN FUNCION DE I_c , DE ELLO PODEMOS DECIR QUE:

$$p_j = R_c I_c^2$$

SIENDO R_c LA RESISTENCIA TOTAL DEL MONTAJE REDUCIDA AL LADO DE CONTINUA, VALE DECIR EL SECUNDARIO. POR LO TANTO LA CAIDA OHMICA SERA:

$$R_c I_c = p_j / I_c = \Delta 2U_c$$

PARA CALCULARLO DEBEMOS CONSIDERAR

$$I_s = I_c, \quad I_p = I_c(n_2/n_1)$$

$$\Delta 2U_c = \frac{2!}{r_2 + (r_1 + r'1)(n_2/n_1)} I_c$$

DONDE r_2, r_1 Y $r'1$, SON LA RESISTENCIAS POR FASE DEL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR, DEL PRIMARIO Y DE LA RED, RESPECTIVAMENTE.

CAIDA DE TENSION DEBIDA A LOS DIODOS.-

COMO EL PASO DE LA INTENSIDAD I_c REQUIERE LA CONDUCCION DE DOS DIODOS, UNO DE CADA SERIE, LA CAIDA DE TENSION SERA:

$$\Delta 3U_c = \frac{2(u)}{I_c}$$

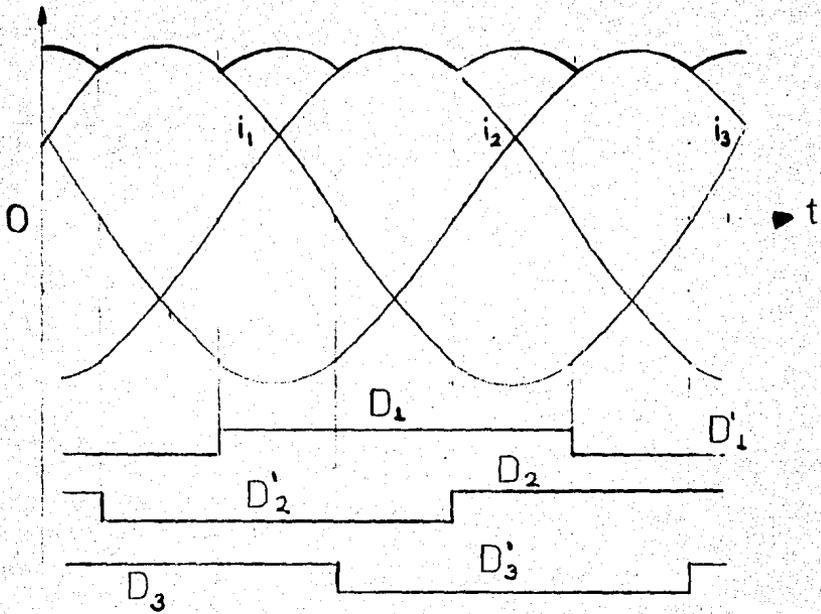
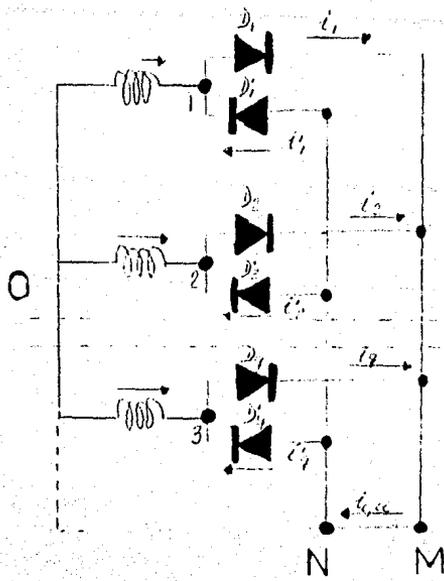
SIENDO (u) , LA CAIDA DE TENSION DIRECTA LEIDA EN LA CARACTERISTICA DE LOS DIODOS UTILIZADOS PARA UNA CORRIENTE I_c .

FUNCIONAMIENTO EN CORTO CIRCUITO

EN FUNCIONAMIENTO NORMAL, LAS IMPEDANCIAS DE LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO SON MOLESTAS, PUES PROVOCAN LAS CAIDAS DE TENSION. PERO EN EL CASO DE SOBRECARGA Y EN PARTICULAR EL CASO DE CORTOCIRCUITO, ESTAS IMPEDANCIAS SON QUIENES LIMITAN LAS INTENSIDADES. EN PRIMERA APROXIMACION, LA LIMITACION SE CALCULA TENIENDO EN CUENTA SOLO LAS REACTANCIAS n_2w .

INTENSIDAD DE CORTO CIRCUITO.-

CUANDO SE UNEN M Y N, CADA UNO DE LOS q BORNES SECUNDARIOS ESTA LIGADO AL CORTOCIRCUITO MEDIANTE DOS DIODOS MONTADOS EN SENTIDO INVERSO. OBSERVAR FIGURA 11.9. PARA LOS DEVANADOS SECUNDARIOS ES COMO SI LOS BORNES ESTUVIERAN UNIDOS DIRECTAMENTE AL CORTOCIRCUITO. SI LA INTENSIDAD i_{s1} , POR EJEMPLO, ES POSITIVA, CIRCULA DEL BORNE 1 AL CORTOCIRCUITO A TRAVES DEL DIODO $D1$; SI ES NEGATIVA VA AL CORTOCIRCUITO A



FIGURAS II.9

TRAVES DEL DIODO D'1. NO HAY OPOSICION ALGUNA A QUE CIRCULE CORRIENTE ALTERNA EN LAS BOBINAS SECUNDARIAS.

DEBIDO A LOS 2q DIODOS Y AL CORTOCIRCUITO, LOS q BORNES SECUNDARIOS ESTAN AL MISMO POTENCIAL, FORMANDO UN PUNTO NEUTRO. LAS BOBINAS ESTAN COLOCADAS ENTRE ESTE Y EL PUNTO NEUTRO DEL TRANSFORMADOR. AL ESTAR LOS DOS PUNTOS NEUTROS AL MISMO POTENCIAL, ES COMO SI CADA FASE ESTUVIERA EN CORTOCIRCUITO DIRECTO, RESULTANDO LAS INTENSIDADES SECUNDARIAS, EN REGIMEN PERMANENTE, ALTERNAS.

ASI PARA LA FASE UNO DA:

$$i_{s1} = \frac{-V_m}{N_2 \omega} \cos \omega t$$

Y EL VALOR DE LAS INTENSIDADES SECUNDARIAS ES

$$I_{s_{cc}} = V / N_2 \omega$$

LA INTENSIDAD MEDIA QUE ATRAVIESA UN DIODO ES POR LO TANTO

$$i_{med} = \frac{V_m}{\pi N_2 \omega}$$

Y EL VALOR MEDIO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO, SUMA DE LOS VALORES MEDIOS DE LAS INTENSIDADES QUE LLEGAN A M O DE LAS QUE SALEN DE N, ES IGUAL A:

$$I_{c,cc} = q i_{med} = \frac{q V_m}{\pi N_2 \omega}$$

LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NO ES CONSTANTE, SINO QUE ESTA FORMADA POR q FRAGMENTOS SIMETRICOS DE SENOIDE.

RELACION DE CORTOCIRCUITO.-

LA CARACTERISTICA TOTAL DE TENSION ES LA CURVA $U_c(I_c)$ QUE VA DESDE EL PUNTO DE VACIO ($U_{c0}, 0$) AL DE CORTO CIRCUITO, ($0, I_{c,cc}$). LA CARACTERISTICA IDEAL (LINEA DE TRAZOS EN LA FIGURA II.10) ES AQUELLA EN LA QUE LAS IMPEDANCIAS:

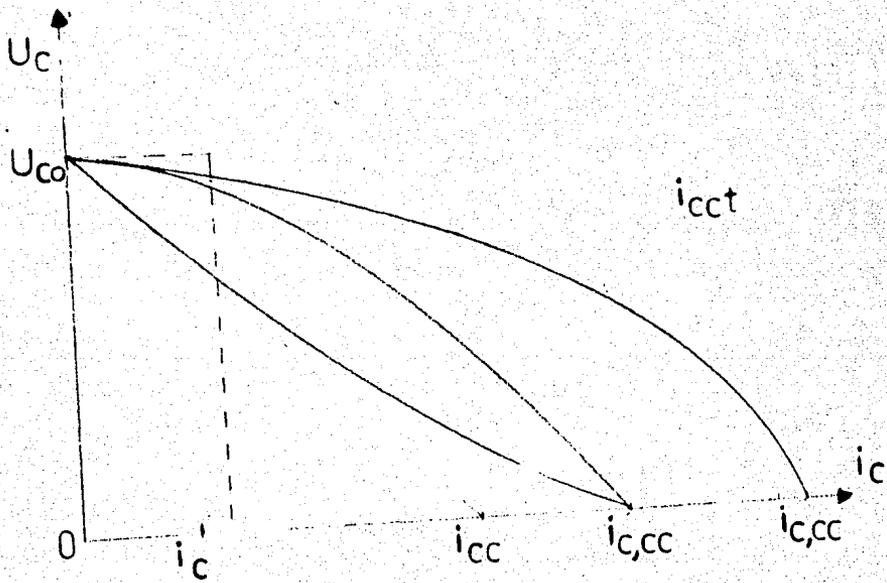


FIGURA II.10

* NO PROVOCAN NINGUNA CAIDA DE TENSION ENTRE EL FUNCIONAMIENTO EN VACIO Y EL DE SOBRECARGA ADMISIBLE DE FORMA TRANSITORIA.

* DESPUES DAN LUGAR A UNA CAIDA BRUSCA HASTA EL PUNTO DE CORTOCIRCUITO.

UN MONTAJE ES TANTO MEJOR CUANTO MENOR ES LA PENDIENTE DE LA CARACTERISTICA EN SU INICIO Y LA LIMITACION DE LA INTENSIDAD AL PRODUCIRSE EL CORTO CIRCUITO.

PARA CARACTERIZAR, CON ESTE PUNTO DE VISTA, LA CALIDAD DE UN RECTIFICADOR, SE PROPONE LA DEFINICION DE LA "RELACION DE CORTOCIRCUITO", K_{cc} .

K_{cc} ES EL COCIENTE ENTRE LA INTENSIDAD DE CORTO CIRCUITO $I_{c,cc}$ Y LA CORRIENTE I_{cc} QUE SE OBTIENE PROLONGANDO LA PARTE INICIAL DE LA CARATERISTICA HASTA EL EJE DE TENSION NULA. CUANTO MENOR ES K_{cc} MEJOR ES EL RECTIFICADOR.

EL VALOR TEORICO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ES:

$$I_{cc} = 2 \frac{V_m}{N_2 \omega} \text{ SEN } \frac{\pi}{q}$$

AHORA BIEN, COMO $I_{c,cc} = (q/\pi)(V_m/N_2\omega)$, LA RELACION DE CORTOCIRCUITO ES POR LO TANTO

$$K_{cc} = \frac{q}{2 \pi \text{ SEN}(\pi/q)}$$

ESTA RELACION INDICA LA FORMA DE LA CARACTERISTICA TOTAL DE LA TENSION. A UNA CAIDA DE TENSION EN FUNCIONAMIENTO NORMAL DADA, CUANTO MAS PEQUEÑO SEA K_{cc} , EN CASO DE CORTOCIRCUITO, LAS CORRIENTES QUEDARAN LIMITADAS A UN VALOR MAS PEQUEÑO Y LOS DIODOS SERAN FACILES DE PROTEGER.

CALCULO DE ELEMENTOS.-

DE ACUERDO AL DESARROLLO ADOPTADO PARA EL ESTUDIO DE LOS RECTIFICADORES (TENSIONES, CORRIENTES, CAIDA DE TENSION

FUNCIONAMIENTO NORMAL, FUNCIONAMIENTO CORTOCIRCUITO), VAMOS AHORA A CALCULAR LOS ELEMENTOS DEL RECTIFICADOR PARA EL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA, EL CUAL ESTAMOS DISEÑANDO.

NORMALMENTE SE PIDE DETERMINAR LOS ELEMENTOS DE UN RECTIFICADOR QUE, A PARTIR DE UNA RED ALTERNA DE TENSION Y FRECUENCIA DADAS, SEA CAPAZ DE SUMINISTRAR UNA INTENSIDAD CONTINUA I_c , BAJO UNA TENSION CONTINUA U_c .

RESUMIENDO LA CRONOLOGIA ANTERIOR, PODEMOS ENCAMINAR EL DESARROLLO SIGUIENDO LOS SIGUIENTES PASOS:

* TOMAR UNA CAIDA DE TENSION EN CARGA PROBABLE U_c CON LO QUE LA TENSION EN VACIO DEBERA SER $U_{co} = U_c + U_c$. EL ESTUDIO DE LAS TENSIONES NOS DARA LAS TENSIONES NECESARIAS EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR, Y POR LO TANTO LA RELACION DE TRANSFORMACION EN VACIO DEL TRANSFORMADOR Y LA TENSION INVERSA MAXIMA DE LOS DIODOS.

* DEL VALOR DE LA INTENSIDAD I_c SE DEDUCEN LAS INTENSIDADES EN LOS DIODOS, EN LOS DEVANADOS DEL TRANSFORMADOR Y EN LA LINEA DE ALIMENTACION.

* EN ESTE MOMENTO SE PUEDEN ESCOGER LOS DIODOS (CORRIENTE DIRECTA MEDIA, TENSION INVERSA MAXIMA) Y CALCULAR EL TRANSFORMADOR, YA QUE SE DISPONE DE LAS TENSIONES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS ASI COMO DE LAS INTENSIDADES EN TODOS LOS DEVANADOS.

* DE ESTE CALCULO SE DEDUCEN LAS RESISTENCIAS Y REACTANCIAS. SE DEBE COMPROBAR SI LA CAIDA DE TENSION QUE RESULTA ES LA QUE SE HABIA PREVISTO AL PRINCIPIO, EN CASO CONTRARIO DEBERAN REHACERSE TODOS LOS CALCULOS.

* TENIENDO EN CUENTA LAS RESTRICCIONES EN CASO DE CORTOCIRCUITO, DEBERAN DETERMINARSE LAS PROTECCIONES.

VAMOS PUES, A DETERMINAR LOS ELEMENTOS DEL RECTIFICADOR CON LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES:

- ALIMENTACION MONOFASICA DE 117 V., 60 HERTZ;
- SALIDA DE 24 V., 50 AMPERES;

* ESTUDIO DE LAS TENSIONES *

UN TRANSFORMADOR DE UN KVA TIENE UNA CAIDA OHMICA APROXIMADAMENTE DEL ORDEN DEL 0.4 %.

LA CAIDA INDUCTIVA ES REDUCIDA, PUES LA DISTANCIA

QUE EXIGE EL AISLAMIENTO ENTRE PRIMARIO Y SECUNDARIO ES MINIMA. VAMOS A CONSIDERAR UN 0.15 % DE CAIDA INDUCTIVA, CONTANDO CON LAS RESISTENCIAS PARA LIMITAR LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.

LA CAIDA DE TENSION PROVOCADA POR LOS DIODOS EN SERIE ES DEL ORDEN DE 1.4 V. POR LO TANTO:

$$U_{co} = 24 \times 1.0055 + 1.4 = 25.53 \text{ V}$$

$$V_m = \frac{U_{co}(\pi)}{2 q \text{ SEN}(\pi/2)}$$
$$= \frac{25.53(\pi)}{4 \text{ SEN}(\pi/2)} = 20.05 \text{ V.}$$

$$V_{ef} = 20.05 / \sqrt{2} = 14.17 \text{ V.}$$

$$n_2/n_1 = 14.17 / 117 = 0.1212$$

$$v_{i \text{ max}} = 2 V_m = 40.10 \text{ V.}$$

* ESTUDIO DE LAS CORRIENTES*

LA INTENSIDAD RECTIFICADA NOMINAL $I_c = 50 \text{ A.}$

LA INTENSIDAD MEDIA DE LOS DIODOS $50 / 2 = 25 \text{ A.}$

LA INTENSIDAD EFICAZ SECUNDARIA $I_s = I_c(1) = 50 \text{ A}$

INTENSIDAD EFICAZ PRIMARIA $I_p = 50(.1212) = 6.06 \text{ A}$

ELECCION DE LOS DIODOS

DEBIDO A LAS SOBRECARGAS NORMALES Y A LA DEBIL CONSTANTE DE TIEMPO TERMICA DE LOS DIODOS, LA INTENSIDAD MEDIA EN LOS DIODOS SE SUPONDRA ALGO SUPERIOR, Y POR RAZONES DE SEGURIDAD, LA TENSION INVERSA SE CONSIDERARA AL REDEDOR DE UN 50 % SUPERIOR A LA TENSION INVERSA DE DEFINICION DE LOS DIODOS.

POR LO TANTO DEDUCIMOS QUE, VAMOS A UTILIZAR 4 DIODOS DE CORRIENTE MEDIA 30 A. Y TENSION INVERSA 100 V.

CALCULO DEL TRANSFORMADOR

LA POTENCIA APARENTE DEL TRANSFORMADOR ES

$$14.17 \times 50 = 708.5 \text{ VA. } o'$$

$$117 \times 6.06 = 708.5 \text{ VA.}$$

LOS DATOS ANTERIORMENTE OBTENIDOS, RELACIONANDO EN TERMINALES DEL SECUNDARIO O DEL PRIMARIO, NOS LLEVAN A TOMAR LA DECISION DE UTILIZAR UN TRANSFORMADOR, MONOFASICO DE 1 KVA.

OMITIMOS EL CALCULO DE LAS RESISTENCIAS Y LAS REACTANCIAS DEL TRANSFORMADOR, YA QUE AL SER DEL TIPO MONOFASICO, Y DE BAJA CAPACIDAD, ESTOS FACTORES NO REPERCUTEN EN UNA CAIDA DE TENSION IMPORTANTE EN TERMINALES.

FUNCIONAMIENTO EN CORTO CIRCUITO

CONSIDERANDO UNA IMPEDANCIA EN EL SECUNDARIO DE APROXIMADAMENTE 0.103 OHMS, PARA UN TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 1 KVA, COMO DATO PRACTICO, VAMOS A DETERMINAR LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DADA POR:

$$I_s = 14.17 / 0.103 = 137.5 \text{ A.}$$

$$I_p = 137.5 (.1212) = 16.67 \text{ A.}$$

LA INTENSIDAD MEDIA QUE ATRAVIESA CADA DIODO ES:

$$i_{\text{med,cc}} = \frac{16.67}{\pi(.103)} = 51.51 \text{ A.}$$

POR LO TANTO

$$I_{c,cc} = 2 \times 51.51 = 103.03 \text{ A.}$$

LOS DIODOS DE 30 AMPERES, PUEDEN SOPORTAR 103 A, DURANTE EL TIEMPO QUE SE REQUIERA PARA ABRIR UN FUSIBLE, INSTALADO ENTRE LA RED Y LOS BORNES DEL PRIMARIO.

DE ESTA FORMA HEMOS TERMINADO CON EL DISEÑO DEL RECTIFICADOR Y SUS COMPONENTES, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES REQUERIDAS POR EL SISTEMA.

CIRCUITOS INVERSORES.-

VAMOS AHORA A INTRODUCIRNOS EN EL DISEÑO DEL CIRCUITO INVERSOR DEL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA. COMO PRELUDIO A ESTA ETAPA, DEBEMOS HACER MENCION DEL HECHO DE QUE UN INVERSOR ES BASICAMENTE LA CONTRAPARTE A UN CIRCUITO RECTIFICADOR; HEMOS VISTO QUE ESTE ULTIMO TRANSFORMA LA CORRIENTE ALTERNA EN CORRIENTE CONTINUA, PUES, UN CIRCUITO INVERSOR REALIZA EXACTAMENTE LO CONTRARIO, CONVIERTE LA CORRIENTE CONTINUA EN CORRIENTE ALTERNA. LA CONFIGURACION BASICA DE AMBOS CIRCUITOS ES LA MISMA, CON LA UNICA DIFERENCIA DE QUE EN EL CASO DEL INVERSOR SE DEBEN UTILIZAR TIRISTORES (SCR), EN LUGAR DE DIODOS EN LA ETAPA DEL PUENTE, (SI ES EL CASO DEL INVERSOR EN CONMUTACION PARALELA DOBLE) ESTO SE DEBE AL HECHO DE QUE, PARA EL CASO DE LOS INVERSORES ES IMPERATIVO "MANEJAR", LA ENTRADA EN CONDUCCION DE LOS RECTIFICADORES.

UN CIRCUITO RECTIFICADOR, COMO TAL, PUEDE FUNCIONAR COMO INVERSOR, PASANDO LA ENERGIA DEL LADO DE CONTINUA AL DE ALTERNA ; CUANDO EL SISTEMA FUNCIONA COMO INVERSOR, LA RED ALTERNA RECIBE POTENCIA ACTIVA, PERO SIGUE SUMINISTRANDO POTENCIA REACTIVA. SOBRETUDO SIGUE IMPONIENDO LA FORMA DE ONDA Y LA FRECUENCIA DE LAS TENSIONES ALTERNAS. UN VERDADERO INVERSOR REQUIERE QUE SUMINISTRE ENERGIA A UN RECEPTOR DE ALTERNA, ADEMAS DE LA FRECUENCIA Y LA FORMA DE ONDA DE LA TENSION ALTERNA, QUE SOLO DEPENDEN DEL CIRCUITO Y DE LA CARGA.

LOS INVERSORES REQUIEREN DE ELEMENTOS AUXILIARES PARA PROVOCAR LA CONDUCCION Y/O EXTINSION DE UN TIRISTOR EN ESTADO DE REPOSO Y/O CONDUCCION. CUANDO EL SISTEMA FUNCIONA COMO INVERSOR, POR TANTO COMO UN GENERADOR EN EL LADO DE CONTINUA, LA PERDIDA DE CONTROL EN LA ENTRADA EN CONDUCCION DE LOS TIRISTORES ES MUCHO MAS GRAVE QUE CUANDO FUNCIONA COMO RECTIFICADOR, POR LO TANTO EL GOBIERNO DE LOS TIRISTORES DEBE SER ENERGETICO Y SEGURO.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN INVERSOR

VAMOS A DESARROLLAR EL FUNCIONAMIENTO BASICO DE UN INVERSOR A FRECUENCIA FIJA Y CONMUTACION FORZADA; PARA PRECISAR MEJOR LA FUNCION DE LOS TIRISTORES LOS VAMOS HA

SUSTITUIR POR INTERRUPTORES MECANICOS SITUADOS EN EL MISMO LUGAR QUE LUEGO OCUPARAN LOS PRIMEROS.

MONTAJE CON DOS TIRISTORES .-

CONSIDERANDO EL MONTAJE CON DOS TIRISTORES DE LA FIGURA II.11, OBSERVAMOS QUE PARA OBTENER UNA TENSION ALTERNA A PARTIR DE UNA TENSION CONTINUA, CON DOS INTERRUPTORES, HACE FALTA UN PUNTO MEDIO.

ESTE PUNTO MEDIO PUEDE REALIZARSE EN EL LADO DE LA SALIDA CON UN TRANSFORMADOR CON TOMA MEDIA O REFERENCIA AL CENTRO, COMO QUIERA LLAMARSE Y DOS INTERRUPTORES EN "PARALELO". DURANTE UN SEMICICLO, T1 ESTA CERRADO:

$$v_o - v_B = E, \quad v = \frac{2 n_2}{n_1} E.$$

OBSERVAMOS QUE ES ABSOLUTAMENTE INDISPENSABLE QUE EL CIERRE DE T1 PROVOQUE LA ABERTURA DE T2.

OTRA FORMA DE OBTENER UN ARREGLO SIMILAR, ES REALIZAR EL PUNTO MEDIO EN LA ENTRADA, CON UNA FUENTE DE TOMA MEDIA Y DOS TIRISTORES COLOCADOS EN "SERIE", FIGURA II.12.

PARA ESTE CASO, AL CERRAR T1 SE APLICA A LA CARGA LA TENSION v IGUAL A $v_M - v_o$, POR TANTO $E/2$. DURANTE LA SEGUNDA MITAD DEL CICLO SE APLICA A LA CARGA $v_N - v_o$, A TRAVES DE T2 CERRADO.

AL IGUAL QUE EN EL CASO ANTERIOR, DEBE EVITARSE LA POSIBILIDAD DE CIERRE SIMULTANEO DE DOS INTERRUPTORES, PUES SE PONDRIA LA FUENTE EN CORTOCIRCUITO. CON ESTOS MONTAJES, SE PUEDE REGULAR LA PERIODICIDAD DE APERTURA Y CIERRE DE LOS DOS INTERRUPTORES Y EN CONSECUENCIA LA FRECUENCIA. SIN EMBARGO, NO ES POSIBLE ACTUAR SOBRE LA RELACION DE TRANSFORMACION CONTINUA-ALTERNA.

MONTAJE CON CUATRO TIRISTORES.-

MEDIANTE EL ARREGLO DE LA FIGURA II.13, DONDE UTILIZAMOS CUATRO INTERRUPTORES (O TIRISTORES), SE OBTIENE UN MONTAJE EN PUENTE QUE PERMITE REGULAR LA RELACION DE TRANSFORMACION MEDIANTE CONTROL DECALADO.

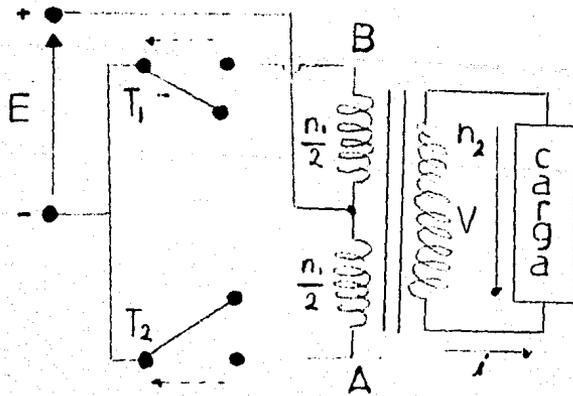


FIGURA II.11

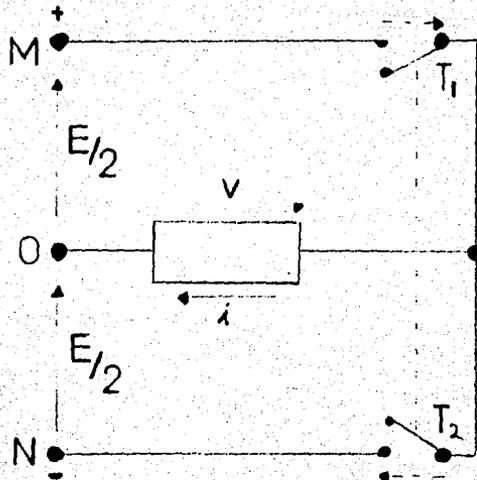


FIGURA II.12

PARA ESTE ARREGLO, T1 Y T'1, T2 Y T'2 DEBEN BLOQUEARSE MUTUAMENTE, PERO EL CONTROL DE LOS DOS GRUPOS PUEDE SER SIMULTANEO O NO.

* CON CONTROL SIMETRICO, EN EL INSTANTE $t=0$, SIMULTANEAMENTE SE CIERRAN T1 Y T'2 Y SE ABREN T2 Y T'1 LA TENSION DE SALIDA TOMA EL VALOR $+E$.

PARA $t=T/2$, SE ABREN T1 Y T'2 Y SE CIERRAN T2 Y T'1 ; LA TENSION v SERA IGUAL A $-E$. PARA $t=T$ SE EMPIEZA DE NUEVO EL CICLO.

LA TENSION DE SALIDA LA FORMAN LAS ONDAS RECTANGULARES CUYO VALOR EFICAZ v VALE E .

ESTE COMPORTAMIENTO SE DETALLA EN LA FIGURA II.14.

* CON CONTROL DECALADO, SE CIERRA T1 DE $t=0$ HASTA $t=T/2$. T'1 DE $t=T/2$ A T , COMO EN EL CASO ANTERIOR. PERO SE RETARDA UN ANGULO BETA (β) LAS FASES DE CONDUCCION DE T'2 Y T2; T'2 SE CIERRA PARA $\beta/\omega < t < T/2 + \beta/\omega$, Y T2 PARA $T/2 + \beta/\omega < t < T + \beta/\omega$, DESIGNANDO SIEMPRE POR ω LA PULSACION $2(\pi)/T$.

LA TENSION DE SALIDA ES IGUAL A $+E$ CUANDO T1 Y T'2 CONDUCCION SIMULTANEAMENTE, Y A $-E$ CUANDO LO HACEN T2 Y T'1. OBSERVAMOS QUE APARECEN DOS INTERVALOS DE DURACION β/ω , CORRESPONDIENTES A LA CONDUCCION SIMULTANEA DE T1 Y T2 EN EL PRIMERO DE ELLO Y DE T'1 Y T'2 EN EL SEGUNDO, DURANTE LOS CUALES LA CARGA ESTA CORTOCIRCUITADA Y LA TENSION DE SALIDA ES NULA.

ACTUANDO SOBRE EL ANGULO β SE PUEDE VARIAR v DE E A CERO. LA POSIBILIDAD DE PODER VARIAR LA TENSION DE SALIDA JUSTIFICA PLENAMENTE EL PASO DE DOS A CUATRO TIRISTORES PRINCIPALES.

ASPECTOS IMPORTANTES DE LA CONMUTACION.-

UNO DE LOS FACTORES MAS IMPORTANTES, PARA EL BUEN DESEMPEÑO DE UN CIRCUITO INVERSOR, ES LA CORRECTA Y EFICIENTE FORMA DE CONMUTACION DE LOS TIRISTORES QUE LO COMPONEN; COMO DIJIMOS ANTES, LA MALA CONMUTACION PUEDE CAUSAR GRAVES PROBLEMAS DE FUNCIONAMIENTO ADEMÁS DE PRODUCIR DAÑOS YA SEA EN EL INVERSOR MISMO O EL SISTEMA AL CUAL ESTE CONECTADO, SI NO SE PROVEE DE CORRECTOS SISTEMAS DE PROTECCION.

ES POR ELLO QUE HOY EN DIA SE HAN DESARROLLADO VARIAS FORMAS DE CONMUTACION, MUCHAS DE ELLAS ESPECIFICAMENTE

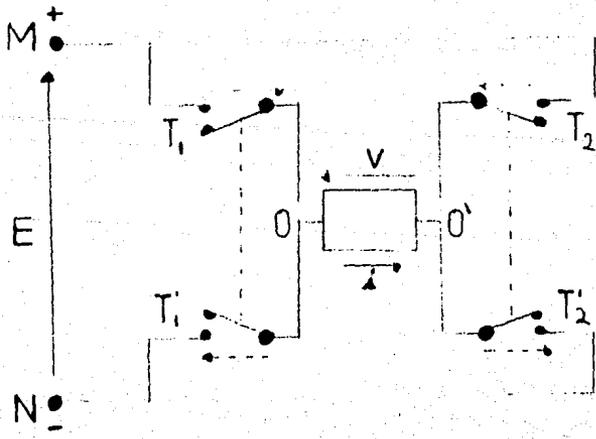


FIGURA II.13

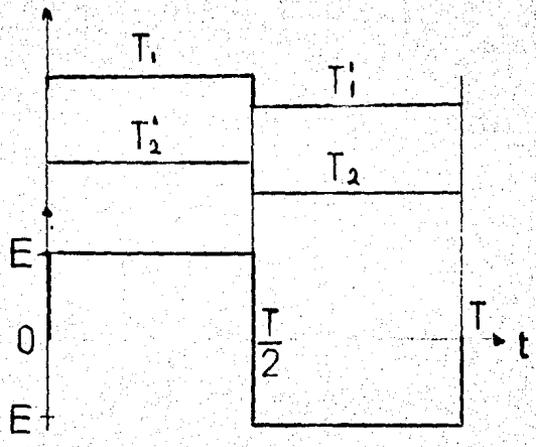


FIGURA II.14

DISENADAS PARA INVERSORES. ENTRE LAS MAS IMPORTANTES PODEMOS CITAR LAS SIGUIENTES:

- * AUTOCONMUTACION POR RESONANCIA DE LA CARGA
- * AUTOCONMUTACION CON CIRCUITOS LC
- * INTERRUPCION DE C O LC MEDIANTE OTRO SCR PORTADOR DE LA CARGA
- * INTERRUPCION DE C O LC MEDIANTE UN SCR AUXILIAR
- * FUENTE EXTERNA DE PULSO PARA CONMUTACION
- * CONMUTACION MEDIANTE LINEA DE CORRIENTE ALTERNA

ESTAS SON LAS SEIS MANERAS MAS COMUNES DE INTERRUPCION O BLOQUEO DE UN TIRISTOR, CONSIDERANDOLO PREVIAMENTE EN CONDUCCION, MEDIANTE UN PULSO EN EL GATILLO, CIRCUITO INDEPENDIENTE QUE DESARROLLAREMOS MAS ADELANTE.

DESARROLLAR CADA UNA DE LAS ESTAS FORMAS DE CONMUTACION, NOS LLEVARIA DEMASIADO Y NO ES EL CASO, POR LO QUE VAMOS A OPTAR POR ESCOGER UNA DE ELLAS DE ACUERDO AL MODO ESPECIFICO EN QUE ESTAMOS TRABAJANDO Y SE APEGUE MEJOR A NUESTRAS CARACTERISTICAS.

CONMUTACION NATURAL.-

OTRA FORMA DE CONMUTACION, ES LA CONOCIDA COMO CONMUTACION NATURAL, SIN EMBARGO ESTE TIPO DE CONMUTACION PRESENTA ALGUNOS INCONVENIENTES, QUE VAMOS A OBSERVAR.

SI UN CIRCUITO RESONANTE POCO AMORTIGUADO SE ALIMENTA CON UNA TENSION CONTINUA, ESTE ES ATRAVESADO POR UNA INTENSIDAD QUE LLEGA A ANULARSE. ESTA PROPIEDAD PUEDE UTILIZARSE PARA REALIZAR LA CONMUTACION DE LOS TIRISTORES, LO QUE FUNCIONARIA EN CONMUTACION NATURAL.

TOMEMOS COMO EJEMPLO EL ESQUEMA DE LA FIGURA II.11 REEMPLAZANDO LOS INTERRUPTORES POR TIRISTORES T1 Y T2 Y MONTEMOS EN SERIE CON LA CARGA DE CONSTANTES R,L, UN CONDENSADOR DE CAPACIDAD C (FIGURA II.15).

LA CORRIENTE i IGUAL A $n1i1/n2$, QUE APARECE AL CERRAR T1, PUEDE EXTINGUIRSE POR SI MISMA. EN EFECTO, SI EL CIRCUITO R,L,C ES POCO AMORTIGUADO, SU REGIMEN LIBRE ES PSEUDOPERIODICO, ESTO ES $\alpha < \beta_0$, CON $\alpha = R/2L$ Y $\beta_0 = 1/\sqrt{LC}$ POR TANTO $R < 2\sqrt{L/C}$.

A PARTIR DE $t=0$, EN QUE T1 ESTA CERRADO, EL

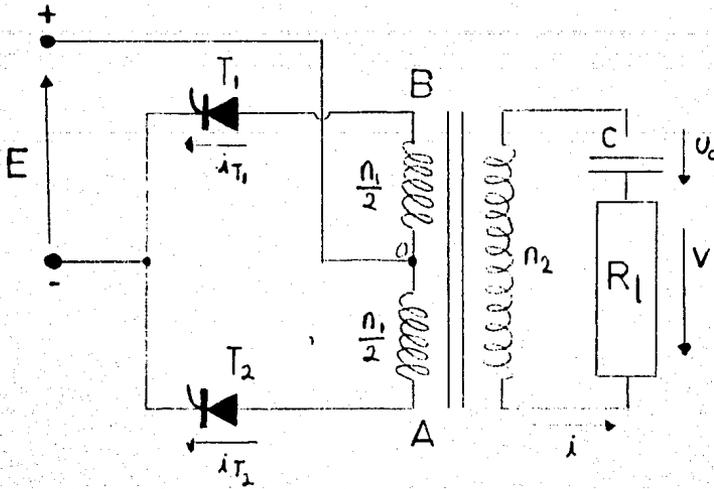


FIGURA II.15

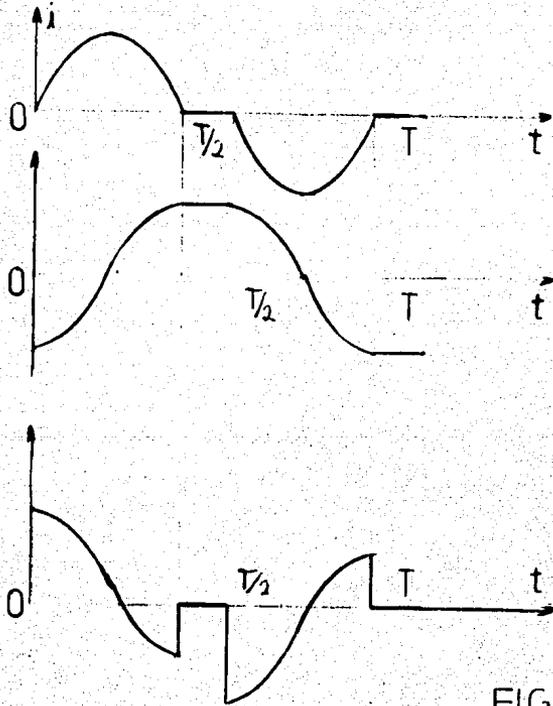


FIGURA II.16

CIRCUITO SECUNDARIO SE RIGE POR LA ECUACION

$$L \frac{di}{dt} + Ri + uc = \frac{2n_2 E}{n_1}$$

$$LC \frac{d^2 uc}{dt^2} + RC \frac{duc}{dt} + uc = \frac{2n_2 E}{n_1}$$

LA TENSION uc EN BORNES DEL CONDENSADOR TIENE POR EXPRESION

$$uc = \frac{2n_2}{n_1} E + uc - \frac{2n_2}{n_1} E \cos \beta t + \frac{\omega}{\beta} \frac{2n_2}{n_1} E \sin \beta t e^{-\omega t}$$

SIENDO $\frac{\omega}{\beta}$ EL VALOR DE uc PARA $t=0$ Y LA PSEUDOPULSACION $\sqrt{\beta_0^2 - \omega^2}$. EL VALOR DE LA CORRIENTE i ES

$$i = C \frac{duc}{dt} = C \frac{\beta_0^2}{\beta} \frac{2n_2}{n_1} E - uc \sin \beta t e^{-\omega t}$$

QUE PARTE DE CERO PARA $t=0$ Y VUELVE A SER NULA PARA $t_1 = \pi/\beta$. COMO i_{T1} ES IGUAL A $\frac{2n_2}{n_1} i$, EL TIRISTOR T1 SE BLOQUEA EN EL INSTANTE $t = t_1$. LA TENSION v EN BORNES DE LA CARGA DURANTE LA CONDUCCION DE T1 VIENE DADA POR:

$$v = \frac{2n_2}{n_1} E - uc$$

PARA $t_1 < t < T/2$, v E i SON NULAS, uc SE MANTIENE CONSTANTE.

ENTRE $t = T/2$ Y $t = T/2 + t_1$, EL TIRISTOR T2 CONDUCE:

$$i_{T2}(T/2 + t) = i_{T1}(t); \quad i(T/2 + t) = -i(t)$$

$$v(T/2 + t) = -v(t); \quad uc(T/2 + t) = -uc(t)$$

DE ESTO SE DEDUCEN LAS FORMAS DE ONDA DE i , u_c Y v REPRESENTADAS EN LA FIGURA II.16.

EL BLOQUEO ESPONTANEO DE LOS TIRISTORES REQUIERE QUE EL INTERVALO DE CONDUCCION $0, t_1$ SEA INFERIOR A MEDIO PERIODO. COMO $\beta t_1 = \pi$, SI SE SUPONE EL CIRCUITO SUFICIENTEMENTE AMORTIGUADO PARA PODER CONFUNDIR β CON β_0 , LA CONDICION DE AUTOEXTINCION SERA:

$$\frac{\pi}{\beta_0} < \frac{T}{2} \quad \text{o} \quad \sqrt{LC} < \frac{T}{2\pi}$$

SI DESIGNAMOS POR w LA PULSACION DEL TERMINO FUNDAMENTAL DE LA CORRIENTE i , w ES IGUAL A $2(\pi)/T$ Y LA CONDICION DE AUTOEXTINCION RESULTA SER

$$\sqrt{LC} < \frac{1}{w} \quad \text{o} \quad Lw < \frac{1}{Cw}$$

ES NECESARIO QUE EL CONJUNTO R,L,C SEA, A LA FRECUENCIA DE FUNCIONAMIENTO, UNA IMPEDANCIA CAPACITIVA. EL CONDENSADOR DEBE SOBRECOMPENSAR LA REACTANCIA DE LA CARGA.

EL EXAMEN DEL FUNCIONAMIENTO EN CONMUTACION NATURAL DE CUALQUIER MONTAJE NOS LLEVA A LAS SIGUIENTES CONCLUSIONES:

* ES DESEABLE ELIMINAR EL INTERVALO $t_1, T/2$ DE CORRIENTE NULA Y LAS DESAPARICIONES Y APARICIONES BRUSCAS DE TENSION v QUE ESO PROVOCA. ESTA ELIMINACION SUPONE QUE EXISTE LA CORRIENTE i A LO LARGO DE LOS DOS SEMICICLOS, EN CONSECUENCIA UNA CONMUTACION FORZADA;

* EL FUNCIONAMIENTO EN CONMUTACION NATURAL EXIGE QUE LA CARGA TENGA UN FACTOR DE POTENCIA BAJO PARA QUE EL CIRCUITO R,L,C SEA POCO AMORTIGUADO. NO SE PUEDE, CON ESTE MODO DE FUNCIONAMIENTO, ALIMENTAR UNA CARGA RESISTIVA PURA;

* SOBRE TODO EL FUNCIONAMIENTO EN CONMUTACION NATURAL ESTA SUPERDITADO A LAS CARACTERISTICAS DE LA CARGA. A UNA FRECUENCIA FIJA, LA VARIACION DE CARGA QUE SE PODRIA TOLERAR ES REDUCIDA. SOLO SE PUEDE MANTENER REGIMEN ALTERNO ACTUANDO SOBRE LA FRECUENCIA.

ESTAS DIVERSAS RAZONES, Y EN ESPECIAL LA ULTIMA, NOS MUESTRAN EN FORMA CLARA QUE LA CONMUTACION NATURAL SOLO

PUEDA UTILIZARSE EN CASOS MUY PARTICULARES DE USO, ES DECIR CON CARGAS DE CARACTERISTICAS ESPECIALES, PARA LAS CUALES NO CUMPLE CON NUESTROS OBJETIVOS.

POR LO TANTO, EL TIPO DE CONMUTACION FORZADA, QUE VAMOS A UTILIZAR PARA EL DISEÑO DEL CIRCUITO INVERSOR EN ESTUDIO, VA SER UN ARREGLO DERIVADO DE LA INTERRUPTOR CON CIRCUITO LC, MEDIANTE OTRO TIRISTOR PORTADOR DE LA CARGA, QUE ES EL TIPO DE CONMUTACION FORZADA QUE MEJORES CARACTERISTICAS OFRECE Y SE APEGA MAS AL TIPO DE CIRCUITO INVERSOR QUE UTILIZAREMOS.

ASPECTOS DE CONSIDERACION EN EL INVERSOR.-

PARA QUE EL INVERSOR SE COMPORTE COMO UNA FUENTE DE TENSION DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA CARGA DE CORRIENTE ALTERNA, CONSTANTEMENTE DEBE IMPONER LA TENSION v EN BORNES DE LA MISMA. LOS SEMICONDUCTORES QUE REEMPLAZAN A LOS INTERRUPTORES, QUE UTILIZAMOS AL PRINCIPIO, DEBEN UNIR LA CARGA A LA FUENTE DE CORRIENTE CONTINUA O PONERLA EN CORTOCIRCUITO, CUALQUIERA QUE SEA LA CORRIENTE i .

EN ESTAS CONDICIONES, SALVO CASO PARTICULAR, LA APERTURA DE LOS TIRISTORES QUE CONDUCE SE PRODUCE CUANDO POR ELLOS PASA CORRIENTE Y LA FASE SIGUIENTE DE FUNCIONAMIENTO NO ANULA DE FORMA NATURAL LA CORRIENTE CORTADA, ES DECIR SE TRABAJA EN CONMUTACION FORZADA.

A MENUDO, AL CERRAR UN "INTERRUPTOR", EL SENTIDO DE LA CORRIENTE QUE LO ATRAVIESA VARIA. SI LA MAYOR PARTE DEL TIEMPO LA CORRIENTE PASA EN EL SENTIDO INDICADO POR LAS FLECHAS A TRAZOS DISCONTINUOS DE LAS FIGURAS II.12 Y II.13, DEBE PODER PASAR EN SENTIDO INVERSO.

DE ESTO DEDUCIMOS QUE HACE FALTA MONTAR UN DIODO EN ANTIPARALELO EN BORNES DE CADA TIRISTOR. ESTE DIODO CONDUCE CUANDO EL INVERSOR DEVUELVE CORRIENTE A LA FUENTE EN LUGAR DE RECIBIRLA; DE AHI QUE SE LO CONOCE COMO DIODO DE RECUPERACION.

BASICAMENTE, ESTOS DIODOS DEBEN CUMPLIR DOS FUNCIONES:

- * PERMITIR EL PASO DE LA CORRIENTE PROCEDENTE DE LA FUENTE DURANTE CIERTOS INTERVALOS,
- * ASEGURAR LAS CONMUTACIONES FORZADAS EN LOS INSTANTES DESEADOS.

CUANDO UN TIRISTOR SE CEBAR, DEBE ESTABLECER LA UNION CORRESPONDIENTE AL INTERRUPTOR QUE SUSTITUYE Y PROVOCAR LA APERTURA DEL INTERRUPTOR "COMPLEMENTARIO". EL BLOQUEO DE UN TIRISTOR O UN DIODO CUANDO EL TIRISTOR COMPLEMENTARIO ENTRA EN CONDUCCION NECESITA LA AYUDA DE UN CIRCUITO AUXILIAR DE CONMUTACION, QUE MENSIONAMOS ANTERIORMENTE, Y EL CUAL DESARROLLAREMOS MAS ADELANTE.

SI AHORA SUSTITUIMOS LOS INTERRUPTORES POR TIRISTORES, OBSERVAMOS QUE ESTOS TIENE SUS CATODOS UNIDOS Y SUS ANODOS LIGADOS A TRAVES DE LAS DOS MEDIAS BOBINAS PRIMARIAS AL MISMO BORNE DE LA FUENTE; ES POR ESTO QUE SE LOS CONOCE COMO INVERSORES CON DOS TIRISTORES EN PARALELO. DETALLE FIGURA II.17.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.-

VEAMOS, PARA PODER IMPONER UNA TENSION v FORMADA, APROXIMADAMENTE, POR DOS ONDAS RECTANGULARES POR PERIODO, ES DECIR, PARA QUE DIFIERA POCO DE $2E n_2/n_1$ PARA $0 < t < T/2$ Y DE $-2E n_2/n_1$ PARA $T/2 < t < T$, Y ELLO PARA CUALQUIER CARGA, SE HA DE ANADIR A LOS TIRISTORES Th_1 Y Th_2 QUE SUSTITUYEN A LOS INTERRUPTORES:

*LOS DIODOS DE RECUPERACION D_1 Y D_2 ,

*EL CONDENSADOR DE CONMUTACION C ,

*LA INDUCTANCIA L ENCARGADA DE LIMITAR LA PUNTA DE CORRIENTE i_e TOMADA DE LA FUENTE.

VAMOS A ESTUDIAR EL FUNCIONAMIENTO CUANDO SE ALIMENTA UNA CARGA DE CONSTANTES R Y L . FIGURA II.18.

CUANDO, PARA $t=0$, SE CEBAR EL TIRISTOR Th_1 , ESTE UNE EL BORNE B DEL TRANSFORMADOR AL N DE LA FUENTE.

SI LA INDUCTANCIA L NO EXISTIERA, LAS TENSIONES v_0-v_B , v_A-v_B Y v , QUE CON EL DIAGRAMA ESTUDIADO (FIGURA II.18) SON NULAS AL FINAL DE CADA PERIODO, TOMARIAN BRUSCAMENTE LOS VALORES SIGUIENTES PARA $t=0$:

$$v_0-v_B = E ; v_A-v_B = u_C = 2E ; v = 2E n_2/n_1$$

LA INDUCTANCIA LIMITA LA PUNTA DE CORRIENTE TOMADA

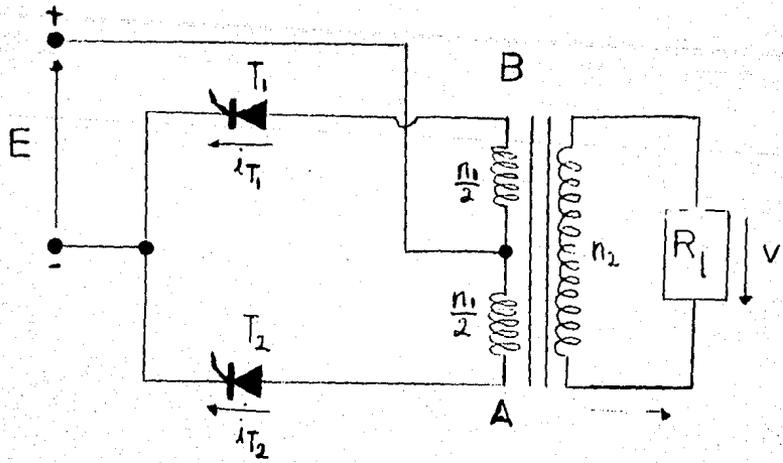


FIGURA II.17

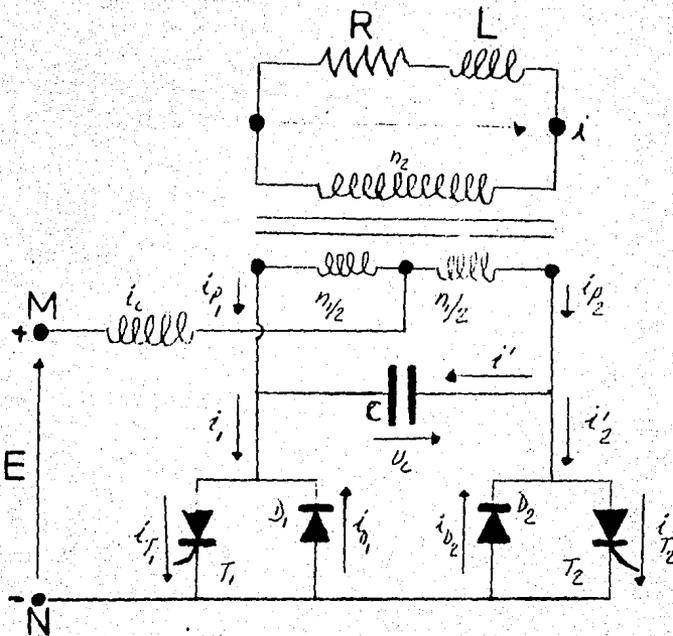


FIGURA II.18

DE LA FUENTE PARA CARGAR C . SIN ELLA, uc TOMARIA INSTANTANEAMENTE EL VALOR $2E$, LA PUNTA SERIA DE VALOR INFINITO.

DEBIDO A LA INDUCTANCIA L, LA TENSION uc TIENE APROXIMADAMENTE LA FORMA DE ONDA REPRESENTADA EN LA FIGURA II.19 LA CUAL TAMBIEN ES LA FORMA DE ONDA DE v, YA QUE $v=uc n2/n1$.

DE uc SE PASA A LA CORRIENTE i' DE CARGA DE C MEDIANTE $i'=C duc/dt$. CONOCIENDO LA NATURALEZA DE LA CARGA, DE v SE DEDUCE LA CORRIENTE i QUE LA ATRAVIESA.

DURANTE LA MITAD DEL PERIODO $0, T/2$ EN QUE B ESTA LIGADO A N, LA CORRIENTE $i2$ EN LA MITAD DEL PRIMARIO OA ES IGUAL A i' . EN LA PARTE OB DE ESTE DEVANADO, LA CORRIENTE $i2'$ VIENE DADA POR LA ECUACION DE LOS AMPERIOS-VUELTA

$$i2' n1/2 - i2 n1/2 - in2 = 0$$

$$i2' = \frac{2 n2}{n1} i + i'$$

DE DONDE LA CORRIENTE ic DADA POR LA FUENTE, QUE ES TAMBIEN LA CORRIENTE i' QUE ATRAVIESA EL CONJUNTO $Th1-D1$,

$$ic = i2' + i' = \frac{2n2}{n1} i + 2i'$$

AL PRINCIPIO DE ESTA MITAD DEL PERIODO, i ES NEGATIVA, PERO i' ES POSITIVA Y DE VALOR TAN ELEVADO QUE HACE QUE SEA POSITIVA LA CORRIENTE HACIA EL ARREGLO TIRISTOR-DIODO Y EL TIRISTOR $Th1$ ES QUIEN CONDUCE.

DEBIDO A LA INDUCTANCIA DE LA CARGA QUE RETRASA EL PASO DE LA CORRIENTE i A UN VALOR POSITIVO, i' NO SE ANULA HASTA EL INSTANTE $t=t1$; Y ES AQUI DONDE EL DIODO SE HACE ENTONCES CONDUCTOR. LA CONDUCCION DEL DIODO $D1$, QUE CORRESPONDE A UN RETORNO DE ENERGIA A LA FUENTE, ACABA PARA $t=t2$ EN QUE LA CORRIENTE HACIA EL TIRISTOR SE HACE DE NUEVO POSITIVA.

DURANTE EL INTERVALO $t2, T/2, Th1$ ENTRA EN CONDUCCION NUEVAMENTE.

EN EL INSTANTE $t=T/2$, LA TENSION EN BORNES DEL TIRISTOR Th_2 , PRACTICAMENTE IGUAL A u_c , ES CON UNA LIGERA DIFERENCIA, IGUAL A $2E$. LA SENAL DE CEBADO RECIBIDA POR Th_2 LO HACE ENTRAR EN CONDUCCION. AL CONducIR Th_2 SE APLICA EN BORNES DE Th_1 LA TENSION DE BLOQUEO $-u_c$.

CABE HACER NOTAR EL HECHO DE QUE C SE DESCARGA BRUSCAMENTE EN EL CIRCUITO FORMADO Th_2 Y D_1 . SI NO SE LIMITARA, ESTA DESCARGA PODRIA DESTRUIR A LOS DOS SEMICONDUCTORES. DE CUALQUIER FORMA, PROVOCA LA ANULACION BRUSCA DE u_c Y POR TANTO DE v , QUE ES LA TENSION QUE NOS INTERESA SEA CONSTANTE. ADEMAS, PRACTICAMENTE HACE NULO EL TIEMPO DURANTE EL CUAL LA TENSION EN BORNES DEL TIRISTOR Th_1 A BLOQUEAR ES NEGATIVA.

SIGUIENDO CON EL ANALISIS, OBSERVAMOS QUE A PARTIR DE $t=T/2$, SI SE SUPONE CORTADA LA UNION B-N Y ESTABLECIDA LA UNION A-N, EMPIEZA EL SEGUNDO SEMICICLO DE v , IDENTICO AL PRIMERO A EXCEPCION DEL SIGNO. LAS EXPRESIONES DE LAS DIVERSAS VARIABLES PARA $T/2 < t < T$ SE DEDUCEN DIRECTAMENTE DE LAS ENCONTARDAS PARA $0 < t < T/2$, POR LO TANTO :

$$\begin{aligned} u_c(t+T/2) &= -u_c(t) & v(t+T/2) &= -v(t) \\ i(t+T/2) &= -i(t) & i_c(t+T/2) &= i_c(t) \\ i'(t+T/2) &= -i'(t) & i_2'(t+T/2) &= i_2(t) \\ i_{Th_2}(t+T/2) &= i_{Th_1}(t) & i_{D_2}(t+T/2) &= i_{D_1}(t) \end{aligned}$$

EN LA FIGURA II.19, SE REPRESENTAN LAS FORMAS DE ONDA DE ESTAS ECUACIONES.

COMO CONCLUSION DEL ESTUDIO DEL CIRCUITO INVERSOR EN PROCESO OBSERVAMOS QUE NO DEBEN MONTARSE LOS DIODOS DIRECTAMENTE EN BORNES DE LOS TIRISTORES, DE LO CONTRARIO PONEN PRACTICAMENTE EN CORTOCIRCUITO LA FUENTE DE TENSION DE BLOQUEO, ES DECIR, EL CONDENSADOR DE CONMUTACION CONVENIENTEMENTE CARGADO.

EL MONTAJE DEBE SER TAL QUE EL DIODO COLOCADO EN ANTIPARALELO EN BORNES DE UN TIRISTOR NO CONDUZCA DURANTE EL INTERVALO DE BLOQUEO DEL MISMO.

COMO EL DIODO D_1 DEVUELVE ENERGIA A LA FUENTE DURANTE EL INTERVALO t_1-t_2 , EL RENDIMIENTO DEL INVERSOR SERA

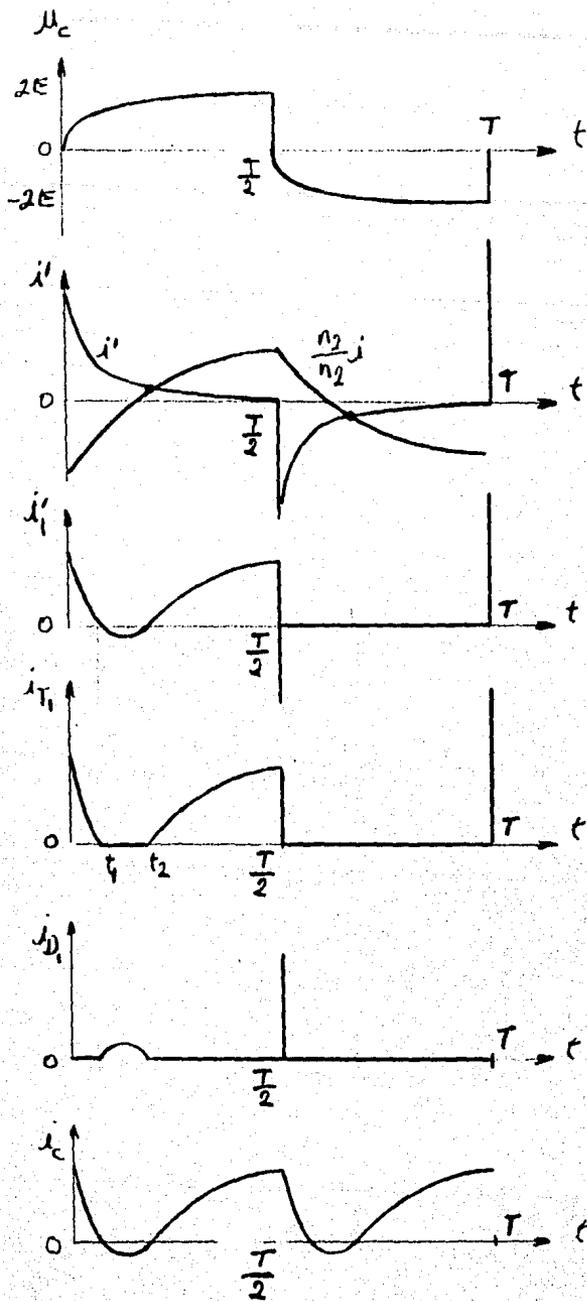


FIGURA II.19

TANTO MAS ELEVADO CUANTO MAS CERCA ESTE LA ENERGIA DEVUELTA A LA CORRESPONDIENTE A LA PARTE NEGATIVA DE LA ONDA QUE REPRESENTA $2 n_2 i / n_1$ A LO LARGO DEL SEMICICLO POSITIVO DE v , LA DIFERENCIA CORRESPONDERA A LAS PERDIDAS POR CONMUTACION.

DADA LA CORRIENTE EN LA CARGA, CUANTO MAS RETRASADA ESTA LA CORRIENTE i RESPECTO A LA TENSION v , MAYORES SON LOS INTERVALOS DE RECUPERACION. LA ABSORCION DE ENERGIA REACTIVA POR LA CARGA NO SE TRADUCE EN UN AUMENTO DEL CONSUMO DE LA FUENTE CONTINUA.

CUANDO EL DESFASE DE LA CORRIENTE RESPECTO A LA TENSION SE HACE SUPERIOR A $\pi/2$, ES DECIR, CUANDO EN EL LADO DE ALTERNA NO HAY UN RECEPTOR DE ENERGIA SINO UN GENERADOR, LOS INTERVALOS DE RECUPERACION A TRAVES DE LOS DIODOS SON SUPERIORES A LOS DE ABSORCION A TRAVES DE LOS TIRISTORES, POR LO TANTO, EL MONTAJE TRABAJARA EN RECUPERACION.

PARA EL MEJOR FUNCIONAMIENTO DEL INVERSOR EN CUESTION REALIZAMOS UNA PEQUENA VARIACION, TAL COMO SE DETALLA EN LA FIGURA II.20.-, HACEMOS NOTAR QUE LA INDUCTANCIA L NECESARIA PARA LIMITAR LAS PUNTAS DE CORRIENTE i_c AL ENTRAR LOS TIRISTORES EN CONDUCCION, SE COLOCA EN SERIE CON ELLOS. POR EL CONTRARIO, L , QUE FRENARIA LA RECUPERACION NO SE COLOCA EN EL CIRCUITO DE LOS DIODOS. ESTOS ULTIMOS SE DISPONEN EN TOMAS INTERMEDIAS DEL TRANSFORMADOR DE FORMA QUE PUEDAN SER "ACTIVADOS".

VAMOS AHORA ANALIZANDO COMO FUNCIONA CON EL NUEVO ARREGLO, DURANTE LA MITAD DEL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL CEBADO DE Th_1 Y EL DE Th_2 .

ANTES QUE NADA, CABE HACER NOTAR QUE DEBIDO A LA POSIBLE INDUCTANCIA PRESENTE EN LA CARGA, LA CORRIENTE SECUNDARIA i NO PUEDE PRESENTAR DISCONTINUIDAD ALGUNA. ADEMAS QUE DEBIDO A LA CAPACIDAD C LA TENSION u_c IGUAL A $v_a - v_b$, NO PUEDE SER DISCONTINUA. LO MISMO PUEDE DECIRSE PARA LA TENSION SECUNDARIA v .

NOTEMOS TAMBIEN QUE POR LA PRESENCIA DE L , LA SUMA DE LAS CORRIENTES DE LOS TIRISTORES NO PUEDE SER UNA FUNCION DISCONTINUA.

PERO VEAMOS, AL FINAL DEL INTERVALO ANTERIOR AL QUE ESTAMOS ANALIZANDO, Th_2 CONDUCE, LA TENSION $v_0 - v_a$, DADA POR $E - L(diTh_2/dt)$ ES APROXIMADAMENTE IGUAL A E YA QUE iTh_2 SIGUE LA LENTA VARIACION DE i . POR LO TANTO i_c VALE APROXIMADAMENTE

-2E Y v_{Th1} SERA +2E.

PARA EL INTERVALO DE CONDUCCION DE $Th1$, EN EL INSTANTE $t=0$, LA SENAL ENVIADA A LA PUERTA DE $Th1$ LO CEEBA Y COMO CONSECUENCIA DE ELLO SE APLICA u_c A $Th2$ FORZANDO SU BLOQUEO. A CAUSA DE LA REACTANCIA L, LA CORRIENTE i_{Th1} TOMA EL VALOR QUE ANTES TENIA i_{Th2} .

DEBIDO A QUE LOS AMPERIOS-VUELTA SE MANTIENEN, LA INTENSIDAD i' AUMENTA BRUSCAMENTE HASTA EL VALOR $2i_{Th1}$. A PARTIR DEL INSTANTE $t=0$

$$v_0 - v_B = E + L \frac{di_{Th1}}{dt} = +u_c/2$$

SIENDO EL VALOR DE LA TENSION u_c INICIAL CERCANA A -2E, LA DERIVADA DE LA INTENSIDAD i_{Th1} AL PRINCIPIO DE ESTE INTERVALO SERA APROXIMADAMENTE IGUAL A $2E/L$; POR LO TANTO, LA INTENSIDAD i_{Th1} AUMENTA.

EL CONDENSADOR C SE CARGA RAPIDAMENTE Y LA TENSION u_c TIENDE A PASAR DE -2E A +2E.

LA TENSION EN BORNES DE $Th2$, IGUAL A u_c , SE ANULA AL FINAL DEL TIEMPO DE BLOQUEO t_B , EN EL INSTANTE $t=t_B$ EN QUE LA TENSION u_c PASA POR CERO.

EL CRECIMIENTO DE i_{Th1} SE HACE CADA VEZ MAS LENTO A MEDIDA QUE u_c CRECE; ESTA CORRIENTE TOMA UN VALOR MAXIMO PARA u_c IGUAL A 2E Y A PARTIR DE ENTONCES DISMINUYE.

LA TENSION EN BORNES DEL DIODO D1 ESTA DADA POR:

$$v_{D1} = \frac{n''1}{n'1+n''1} (v_B - v_0) - L \frac{di_{Th1}}{dt}$$

$$= \frac{n''1}{n'1+n''1} \frac{u_c}{2} + \frac{u_c}{2} - E$$

EN EL INSTANTE $t=t_1$ EN QUE u_c ES IGUAL A $2(1 + n''1/n'1)E$, v_{D1} DEJA DE SER NEGATIVO Y EL DIODO D1 ENTRA EN CONDUCCION.

INTERVALO t_1, t_2 ; CONDUCCION DE $Th1$ Y DE D1.

LA CONDUCCION DE D1 IMPONE A LA TENSION v_0-v_B UN VALOR CONSTANTE E IGUAL A E, ASI UC ES DE IGUAL FORMA CONSTANTE. EN EL INSTANTE $t=t_1$, AL INTERRUMPIRSE BRUSCAMENTE LA VARIACION DE uc, LA INTENSIDAD DE CARGA DEL CONDENSADOR i_c SE ANULA.

AL TENER QUE MANTENERSE CONSTANTE LOS AMPERIOS-VUELTA, ES PRECISO QUE LA DESAPARICION DE i' QUE ATRAVESABA LA PARTE OA DEL PRIMARIO VAYA ACOMPAÑADO DE UNA DISMINUCION DE $n' i_1 + n' i_1'$ IGUAL A $(n' + n'') i_1'$. PERO LA INTENSIDAD i_1 NO PUEDE SER DISCONTINUA DEBIDO A L, LA DIFERENCIA $i_1 - i_1'$ DEBE PASAR DE CERO A $(n' + n'') i_1' / n'$. EN EL INSTANTE $t=t_1$, LA INTENSIDAD POR EL DIODO D1 PASA BRUSCAMENTE DE CERO A $(1 + n''/n') i_1'$, SIENDO i_1' EL VALOR DE LA INTENSIDAD DE CARGA DEL CONDENSADOR QUE HA SIDO INTERRUMPIDA.

EN EL INSTANTE $t=t_2$, LA INTENSIDAD i_1 IGUAL A i_{th1} ALCANZA EL VALOR CERO Y EL TIRISTOR SE BLOQUEA POR EXTINSION NATURAL.

INTERVALO t_2, t_3 ; CONDUCCION DE D1.

LA CONDUCCION DE D1 HACE QUE LAS TENSIONES EN BORNES DE LOS DEVANADOS TENGAN LOS MISMOS VALORES QUE DURANTE EL INTERVALO PRECEDENTE.

A PARTIR DE $t=t_2$ TENEMOS QUE

$$i_{s1} = -i_1' = -i_{n2}/n'$$

LA INTENSIDAD i_1 NEGATIVA SIGUE AUMENTANDO E i_{D1} TIENDE A CERO.

EL DIODO D1 CESA DE CONDUCIR EN EL INSTANTE $t=t_3$ EN QUE EL VALOR CRECIENTE DE i_1 ALCANZA EL CERO.

INTERVALO $t_3, T/2$; CONDUCCION DE Th_1 .

LA SENAL APLICADA EN AL PUERTA DE Th_1 EN EL INSTANTE $t=0$ DEBE MANTENERSE, PARA QUE EN $t=t_3$ DICHO TIRISTOR PUEDEA TOMAR EL RELEVO DE D1 PARA HACER POSIBLE QUE i_1 SIGA CRECIENDO.

A PARTIR DE $t=t_3$, OBSERVAMOS

$$v_0 - v_B = uc/2$$

$$i_{th1} = i_1 + i'$$

$$i' = C \text{ duc/dt}$$

LA TENSION u_c DISMINUYE LIGERAMENTE, PARTIENDO DE $2(1 + n''1/n'1)E$, TIENDE A $2E$; LA INTENSIDAD i SIGUE CRECIENDO PORQUE LA TENSION EN BORNES DE LA CARGA ES POSITIVA; LA INTENSIDAD i_{th1} , APROXIMADAMENTE IGUAL A $n_2(n'1 + n''1)i$, AUMENTA.

ESTE MODO DE FUNCIONAMIENTO CESA EN EL INSTANTE $t=T/2$ EN QUE EL TIRISTOR th_2 DEBE RECIBIR EN SU GATILLO LA SENAL DE ENTRADA EN CONDUCCION.

PARA $T/2 + t$, LOS VALORES DE u_c, i' E i SON LOS MISMOS, CAMBIADOS DE SIGNO, QUE PARA t . EL PERIODO DE LA INTENSIDAD ABSORBIDA DE LA FUENTE ES $T/2$.

HEMOS DETALLADO EL FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO INVERSOR QUE VAMOS A UTILIZAR EN NUESTRA FUENTE, ES AHORA NECESARIO DETERMINAR LOS VALORES DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS DEL ARREGLO, PARA LUEGO SEGUIR CON LAS SIGUIENTES ETAPAS COMPLEMENTARIAS AL INVERSOR, COMO SON LA ETAPA DE FILTRAJE A LA SALIDA Y EL CIRCUITO DE CONMUTACION DE LOS TIRISTORES.

CALCULO DE COMPONENTES CIRCUITO INVERSOR.-

EN EL CALCULO DEL CIRCUITO RECTIFICADOR, DETERMINAMOS EL VALOR DE LA CORRIENTE DEL SECUNDARIO O SEA LA DE SALIDA DE UN VALOR DE 50 AMPERIOS, POR LO TANTO ESTA ES LA CORRIENTE QUE VAMOS A TENER DISPONIBLE ENTRE LOS TERMINALES M Y N DEL CIRCUITO INVERSOR. DE ACUERDO AL ANALISIS DE FUNCIONAMIENTO PREVIO, DEL INVERSOR, OBSERVAMOS QUE ESTA CORRIENTE CIRCULARA ALTERNANTEMENTE A TRAVES DE LOS TIRISTORES th_1 Y th_2 , POR MEDIO DE LA DERIVACION CENTRAL DEL PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR, A LOS PUNTOS A O' B.

POR LO TANTO REQUERIMOS QUE LOS TIRISTORES th_1 Y th_2 SEAN DE CORRIENTE MEDIA 50 AMPERIOS, O LO QUE ES LO MISMO CORRIENTE PRINCIPAL 50 AMP.

COMO EL VALOR MEDIO DE LA TENSION A LA ENTRADA ESTA DADO POR :

$$V_m = 20.05 \text{ VOLTIOS.}$$

$$v_i \text{ max} = 2(20.05) = 40.10 \text{ V.}$$

COMO PARA EL RECTIFICADOR, HACEMOS LA CONSIDERACION DE AUMENTAR UN 50 % EL VALOR DE DEFINICION DE TENSION INVERSA, Y DE ELLO DEDUCIMOS UTILIZAR UN v_i DE 100 V.

DEBEMOS HACER NOTAR QUE CUANDO UNO DE LOS TIRISTORES ESTA CONDUCIENDO Y EL OTRO ESTA BLOQUEADO, UNA REACCION DE AUTOTRANSFORMADOR EN EL PRIMARIO PRODUCE UNA TENSION DE $2E$ VOLTIOS EN EL ANODO DEL TIRISTOR EN BLOQUEO, MIENTRAS CARGA EL CONDENSADOR C, COMO SE HA VISTO ANTERIORMENTE; Y CUANDO ESTE ULTIMO ENTRA EN CONDUCCION EL PUNTO K ALCANZA UN VALOR APROXIMADO DE $2E$ V, POLARIZANDO INVERSAMENTE AL PRIMER TIRISTOR, LO QUE CAUSA SU APAGADO. RESUMIENDO, LA TENSION PRESENTE ES APROXIMADAMENTE 40 VOLTIOS. CON LO CUAL OBSERVAMOS QUE UN VALOR DE v_i 100 VOLTIOS ES BASTANTE RAZONABLE.

LOS DIODOS DE RECUPERACION MANEJARAN NOMINALMENTE LA CORRIENTE DE LOS TIRISTORES, ES DECIR, 50 AMP. COMO MAXIMO VALOR, Y DE IGUAL MANERA SE DEBE CONSIDERAR UN VOLTAJE INVERSO PARA CADA DIODO DE 100 V.

PARA EL CALCULO DE LOS ELEMENTOS DE CONMUTACION C Y L, DEBEMOS CONSIDERAR UN ASPECTO MUY IMPORTANTE, EL CUAL ES EL TIEMPO MINIMO DE APAGADO DE CADA UNO DE LOS TIRISTORES YA QUE DEPENDERA DE ESTO PARA QUE CADA ELEMENTO CUMPLA CORRECTAMENTE CON SU FUNCION, EL CONDENSADOR CONMUTA A LOS TIRISTORES Y LA INDUCTANCIA LIMITAR LAS PUNTAS DE CORRIENTE.

ESTOS VALORES SE RELACIONAN TAMBIEN CON EL VALOR MAXIMO DE CORRIENTE EN LA CARGA A LA CONMUTACION, MEDIANTE LAS SIGUIENTES FORMULAS:

$$C = \frac{t_c (i)}{1.7 E}$$

$$L = \frac{t_c E}{.425(i)}$$

DEDUCIDAS DE LAS ECUACIONES FUNDAMENTALES QUE RELACIONAN VOLTAJE Y CORRIENTE EN CADA UNO DE ESTOS ELEMENTOS

LA VARIABLE DE TIEMPO t_c ES EL INTERVALO ENTRE EL INSTANTE EN QUE LA CORRIENTE DE ANODO DISMINUYE HASTA CERO, Y EL INSTANTE CUANDO EL TIRISTOR ESTA LISTO PARA SER POLARIZADO NUEVAMENTE CON UN VOLTAJE DE ADELANTO. ESTE VALOR, t_c , NO ES CONSTANTE, MAS BIEN DEPENDE DE LAS CONDICIONES BAJO LAS CUALES ES MEDIDO, COMO POR EJEMPLO LA TEMPERATURA DE LA JUNTURA, POR LOS PICOS DE CORRIENTE PRINCIPAL, EN EL CASO DE TIRISTORES DE ALTA VELOCIDAD, LUEGO, INFLUIRA TAMBIEN EL VOLTAJE INVERSO APLICADO, ETC. ES POR ESO QUE CONSIDERANDO UN VALOR PROMEDIO QUE PROPORCIONA EL FABRICANTE ES RECOMENDABLE DARLE UNA TOLERANCIA DE UN 50 % MAS GRANDE, ASEGURANDOSE ASI QUE EL TIRISTOR SE APAGE Y NO REINCIDA EN EL ESTADO DE CONDUCCION, SI ES QUE DICHO TIEMPO ES DEMASIADO CORTO.

PARA EL TIRISTOR QUE HEMOS ESCOGIDO, EL VALOR DE t_c EN ESPECIFICACION DE FABRICANTE ES DE 15 MICROSEGUNDOS, POR LO TANTO, NOSOTROS VAMOS A UTILIZAR UN VALOR DE t_c DE 22.5 MICROSEGUNDOS. (POCO MENOS DEL 50 % MAS.)

SUSTITUYENDO VALORES EN LAS ECUACIONES, OBTENEMOS RESPECTIVAMENTE:

$$C = \frac{22.5\text{ms}(50)}{1.7(20.05)} = 33 \text{ MICROFARADIOS}$$

POR LO TANTO C DEBE SER DE 33 mf. A 50 VOLTIOS.

$$L = \frac{22.5(20.05)}{0.425(50)} = 22 \text{ MICROHENRIOS}$$

VAMOS AHORA A DETERMINAR LA RELACION DE VUELTAS DEL PRIMARIO AL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.
LA RELACION DE TRANSFORMACION ESTA DADA POR:

$$\frac{n_2}{2(n'1+n''1)}$$

DEL ANALISIS REALIZADO ANTERIORMENTE TOMAMOS LAS ECUACIONES QUE RELACIONAN LOS VOLTAJES DEL PRIMARIO AL SECUNDARIO COMO:

$$v_0 - v_B = E$$

$$v_A - v_B = v_C = 2E$$

$$v = 2 E n_2/n_1$$

DONDE $n_1 = 2(n''_1 + n''_1)$

SABEMOS QUE REQUERIMOS EN LA SALIDA DEL INVERSOR UN VOLTAJE DE 120 VOLTIOS, VALE DECIR $v = 120 V.$, Y CONOCEMOS LA TENSION E QUE ES DE 24 V. COMO VALOR RMS. ENTONCES:

$$120 = 48 n_2/n_1$$

POR LO TANTO, TENEMOS QUE

$$120/48 = n_2/n_1 = 2.5$$

PODEMOS CONSIDERAR QUE EN TERMINALES DE n_1 ESTAN EN DETERMINADO MOMENTO 2E VOLTIOS, CON LA DERIVACION CENTRAL SE DEFINE EL VALOR REAL DE E DE LA ENTRADA DE DIRECTA, DE IGUAL MANERA DEL PUNTO CENTRAL A CADA EXTREMO SE DIVIDE EN DOS PARTES, COMO SE OBSERVA EN LA FIGURA II.19.-, DE AQUI QUE

$$n_1/2 = n''_1 + n''_1$$

$$n''_1 = n''_1 = n_1 / 4$$

LA RELACION DEL SECUNDARIO A n''_1 SERA

$$n_2 / n''_1 = n_2 / (n_1/4) = 4n_2/n_1$$

$$n_2 / n''_1 = 10$$

DE ESTA FORMA HEMOS TERMINADO CON EL DISEÑO DE LA ETAPA PRINCIPAL DE LO QUE ES EL CIRCUITO INVERSOR, VAMOS AHORA A ENTRAR EN EL CALCULO DEL FILTRO DE SALIDA DEL INVERSOR.

FILTRO DE SALIDA.-

LA FUNCION PRINCIPAL QUE SE BUSCA EN ESTE FILTRO ES LA DE PROVEER UNA SALIDA COMPLETAMENTE SENOIDAL, ELIMINANDO LAS ARMONICAS EN LA CARGA. ESTO CONSIDERANDO UNA CARGA NO COMPLETAMENTE RESISTIVA, AMPLIANDO ASI EL USO DEL INVERSOR EN CUESTION. (FIG.II.21, FILTRO TIPO T).

DEBEMOS PRIMERO ESPECIFICAR LAS CARACTERISTICAS REQUERIDAS DEL CIRCUITO PARA EL DISEÑO DEL FILTRO.

- * VOLTAJE DE SALIDA 120 VOLTIOS
- * POTENCIA DE SALIDA 800 WATTIOS
- * FRECUENCIA DE SALIDA 60 HERTZ
- * FACTOR DE POTENCIA .9 (PROMEDIO)
- * FUENTE DE DIRECTA 24 VOLTIOS

VAMOS AHORA A DETERMINAR LA RESISTENCIA DE CARGA ESPERADA DE ACUERDO A LOS VALORES PREESTABLECIDOS. DE LA ECUACION GENERAL DE POTENCIA $P = VI$, DEDUCIMOS LA ECUACION :

$$P = \frac{V^2}{R} \quad \text{====>} \quad R = \frac{V^2}{P}$$

SUSTITUYENDO EN ESTA ECUACION OBTENEMOS:

$$R_l = \frac{V_{sal.}^2 \times f_p^2}{P_{sal.}} = \frac{14400 \times .81}{800} = 14.58 \text{ OHMS}$$

ASI MISMO, DETERMINAMOS LA REACTANCIA DE LA CARGA:

$$X_l = \frac{R_l}{f_p} \sqrt{1 - f_p^2} = \frac{14.58}{.9} \sqrt{1 - (.81)} = 7.06 \text{ OHMS.}$$

LA IMPEDANCIA DE CARGA ESTARA DADA POR:

$$Z_l = \sqrt{R_l^2 + X_l^2} = \sqrt{212.57 + 49.84} = 16.2 \text{ OHMS}$$

VAMOS AHORA A DEDUCIR LA IMPEDANCIA DEL FILTRO COMO

LA MITAD DE LA MAGNITUD DE LA IMPEDANCIA DE CARGA, ES DECIR:

$$Z_f = |Z_1| / 2 = 8 \text{ OHMS.}$$

LA FRECUENCIA EN RADIANES DEL FILTRO ES :

$$\omega = 2(\pi)\text{Hz.} = 2(\pi) 60 = 377 \text{ RADIANES/SEG.}$$

POR LO TANTO, VAMOS AHORA A DETERMINAR LOS VALORES DE LOS ELEMENTOS DEL FILTRO, COMO:

$$C_1 = 1 / 6(Z_f)\omega = 1 / 6(8) 377 = 55.26 \text{ MICROFAR.}$$

$$C_2 = 1 / 3(Z_f)\omega = 1 / 3(8) 377 = 110.52 \text{ MICROFAR.}$$

$$L_1 = 9 Z_f / 2 \omega = 9 (8) / 2(377) = 95.50 \text{ MILIHENR.}$$

$$L_2 = Z_f / \omega = 8 / 377 = 21.22 \text{ MILIHENRIOS}$$

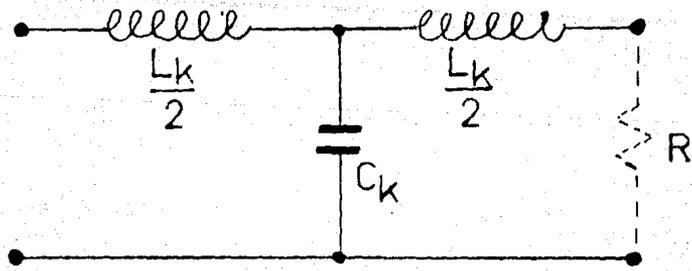
EN LA FIGURA II.22.- SE OBSERVA EL ARREGLO DEL FILTRO CON SUS RESPECTIVOS VALORES.

CIRCUITO DE CONMUTACION.-

LA ULTIMA ETAPA COMPONENTE DEL CIRCUITO INVERSOR ES LA CONMUTACION DE LOS TIRISTORES; COMO YA SE HA RECALCADO EN EL CURSO DEL DISEÑO, ESTE ES UNO DE LOS MAS IMPORTANTES ASPECTOS PARA EL BUEN DESPEÑO DEL INVERSOR COMO TAL, POR LO CUAL ES DE SUMA IMPORTANCIA LO EFICIENTE QUE PUEDA SER.

EXISTEN VARIOS CIRCUITOS PREESTABLECIDOS PARA LA CONMUTACION DE TIRISTORES, POR LO CUAL, LO MAS ACONSEJABLE ES TOMAR EL MEJOR DE ESTOS DISEÑOS QUE SE APEGUE A NUESTRAS NECESIDADES.

UN ARREGLO MUY CARACTERISTICO DE CONMUTACION ES EL DE FLIP-FLOPS TRANSISTORIZADOS, ESTE ARREGLO ES UNO DE LOS MAS SENCILLOS Y EFICIENTES PARA MANEJAR LAS COMPUERTAS DE TIRISTORES O TRIACS. EL TRANSISTOR PUEDE MANEJAR DIRECTAMENTE LAS COMPUERTAS POR MEDIO DE UN TRANSFORMADOR DE PULSO, O BIEN PROVEER LA SENAL PARA AMPLIFICARLA SI SE REQUIERE.



$$L_k = \frac{R}{\pi f_c}$$

$$C_k = \frac{1}{\pi f_c R}$$

FIGURA II.21

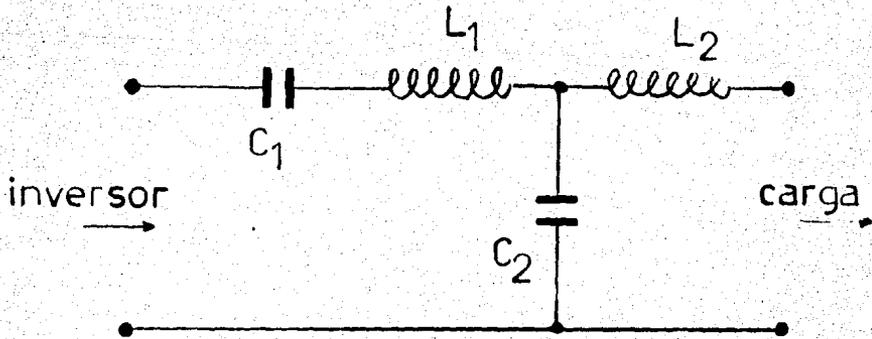


FIGURA II.22

EL FLIP-FLOP SE MANEJA MEDIANTE UN OSCILADOR RELAJADO CON TRANSISTORES DE UNIJUNTURA (UJT) O DE UNIJUNTURA PROGRAMABLE (PUT), PARA UNA TEMPORIZACION PRECISA.

EN LA FIGURA II.23. SE APRECIA EL CIRCUITO CONMUTADOR A UTILIZAR; LOS PULSOS DE SALIDA ALTERNANTES SE OBTIENEN POR EL ACOPLAMIENTO DE LOS DOS OSCILADORES RELAJADOS MEDIANTE EL CAPACITOR C1. LA FRECUENCIA ES DETERMINADA POR MEDIO DEL POTENCIOMETRO R1 Y LA SIMETRIA DE LOS PULSOS ES ESTABLECIDA POR EL POTENCIOMETRO R2.

ESTE CIRCUITO ES BILATERAL, ES DECIR POSEE DOS SALIDAS PARA MANEJAR LOS TIRISTORES DE AMBAS RAMAS DEL INVERSOR, LA ALIMENTACION DEL MISMO ES DE 24 VOLTIOS Y UTILIZA TRANSISTORES NPN PARA LA CONMUTACION. LA FRECUENCIA DE CONMUTACION SE FIJA A 60 HERTZ, QUE VIENE A SER LA FRECUENCIA A LA QUE NOS DEBE PROPORCIONAR LA SALIDA ALTERNA DE LA FUENTE.

PARA OBTENER UNA PROTECCION EN ESTE CIRCUITO Y LA CONMUTACION MISMA DE LOS TIRISTORES VAMOS A UTILIZAR COMO DISPOSITIVO AISLANTE ENTRE AMBOS CIRCUITOS UN ARREGLO CON TRANSFORMADORES DE PULSO. ESTE TIPO DE TRANSFORMADORES SON GENERALMENTE DE DOS DEVANADOS EN RELACION 1:1, PUEDEN IR CONECTADOS DIRECTAMENTE ENTRE EL GATILLO Y EL CATODO DEL TIRISTOR, O TENER UNA RESISTENCIA EN SERIE PARA REDUCIR LA CORRIENTE DE MANTENIMIENTO DEL TIRISTOR, SIN EMBARGO COLOCANDO UN DIODO EN SERIE EN LUGAR DE LA RESISTENCIA PREVENIMOS CONTRA LAS CORRIENTES DE REVERSA EN EL GATILLO EN EL CASO DE UN VOLTAJE EN REGRESO DE LA SALIDA DEL TRANSFORMADOR DE PULSOS, ADEMAS DE REDUCIR LA CORRIENTE DE MANTENIMIENTO DEL TIRISTOR, FACTOR QUE AYUDA DETERMINATEMENTE EN LA CONMUTACION DEL MISMO. COMO PROTECCION EXTRA, COLOCAMOS UNA PEQUENA RESISTENCIA (20) EN TERMINALES DEL SECUNDARIO PARA PREVENIR UNA FALSA SENAL DE CONMUTACION EN CASO DE HABER NIVELES DE RUIDO ALTOS.

EN LA FIGURA II.24. SE REPRESENTAN CADA UNO DE ESTOS ASPECTOS, INDICANDO LA MAGNETIZACION DEL TRANSFORMADOR.

PARA LA DETERMINACION DEL TRANSFORMADOR DE PULSOS A UTILIZAR ES DE SUMA IMPORTANCIA CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ASPECTOS:

* LA INDUCTANCIA DE MAGNETIZACION DEL PRIMARIO DEBE SER LO SUFICIENTEMENTE ALTA DE MANERA QUE LA CORRIENTE DE MAGNETIZACION SEA BAJA, EN COMPARACION CON EL PULSO DE CORRIENTE DURANTE LA CONMUTACION.

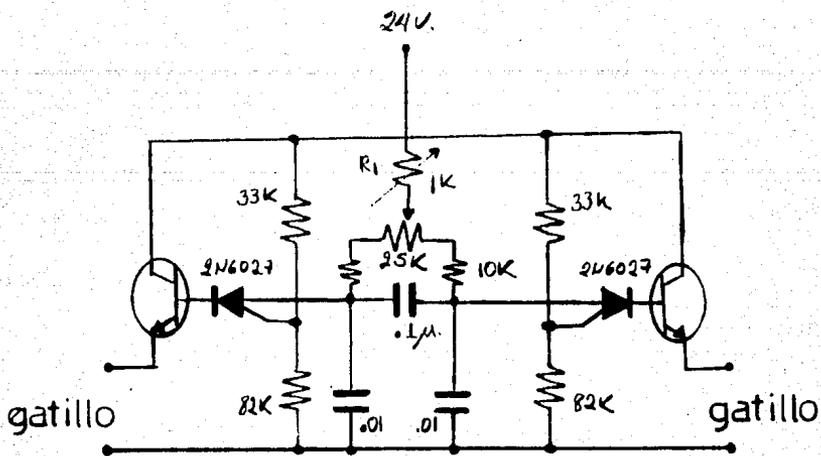


FIGURA II.23

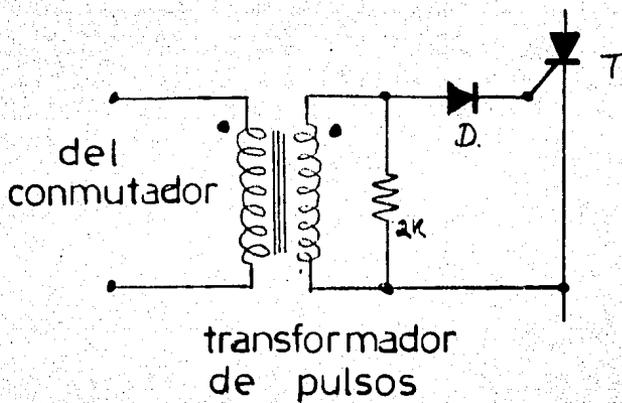


FIGURA II.24

* EL ASILANTE ENTRE LOS DEVANADOS DEBE SER ADECUADO

* LA CAPACITANCIA ENTRE INTERDEVANADO ES USUALMENTE INSIGNIFICANTE, PERO SI TRABAJAMOS A ALTAS FRECUENCIAS SE DEBE TOMAR EN CONSIDERACION.

* EL ACOPLAMIENTO ENTRE EL PRIMARIO Y EL SECUNDARIO DEBE SER FUERTE PARA UN BUEN CONTROL DEL TIRISTOR.

EXISTEN COMERCIALMENTE TRANSFORMADORES DE PULSO QUE CUMPLEN CON TODAS ESTAS CARACTERISTICAS, POR LO QUE ESCOGEMOS UNO PARA MANEJAR UNA CORRIENTE MAXIMA DE AMPS.

DE ESTA MANERA HEMOS DISENADO EL CIRCUITO INVERSOR CON TODOS SUS DISPOSITIVOS ADJUNTOS, PARA SU CORRECTO Y COMPLETO FUNCIONAMIENTO.

EN LA FIGURA 11.25.- SE OBSERVA EL ARREGLO ELECTRONICO COMPLETO.

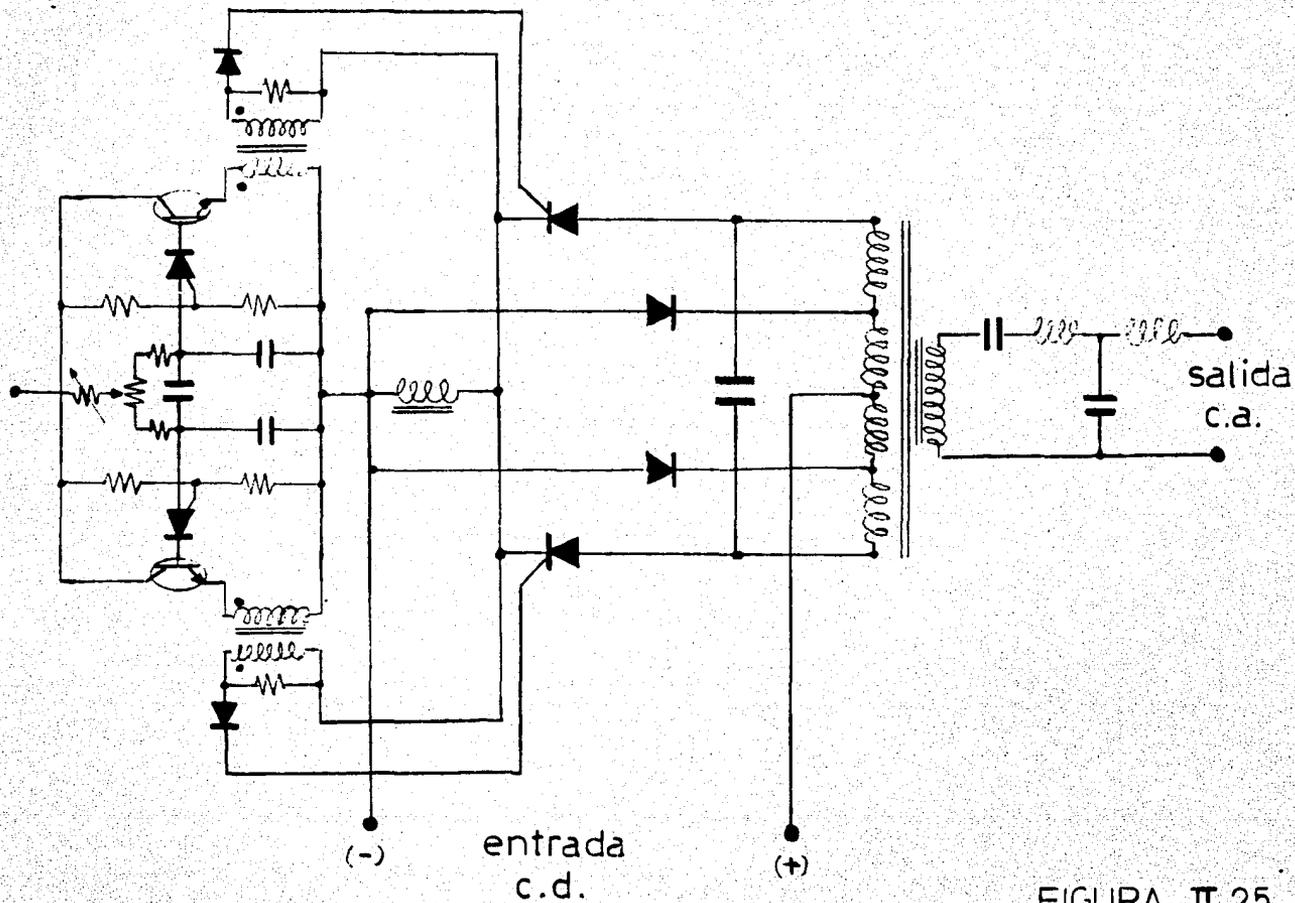


FIGURA II.25

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

F U E N T E D E R E S E R V A

SISTEMA DE ACUMULADORES. -

EN ESTE CAPITULO DESARROLLAREMOS TODO LO RELACIONADO CON EL SISTEMA DE BATERIAS DEL CUAL VA A CONSTAR EL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA.

A MANERA DE INTRODUCCION DEBEMOS CONSIDERAR ANTES QUE NADA LA DETERMINACION DEL TIPO DE ACUMULADOR QUE UTILIZAREMOS EN NUESTRO SISTEMA DE BATERIAS. EXISTEN DOS GRANDES TIPOS DE FAMILIAS DE ACUMULADORES QUE SON UTILIES PARA NUESTRO CASO, ESTOS SON LOS ACUMULADORES DE PLOMO Y LOS ALCALINOS. CONSIDERANDO LAS CARACTERISTICAS DE DISENO Y ECONOMIA EN NUESTRO SISTEMA, DETERMINAREMOS CUAL USAR.

UNA COMPARACION A GRANDES RASGOS, ENTRE EL TIPO DE PLOMO Y EL ALCALINO, NOS DA A RELUCIR LAS VENTAJAS DEL TIPO PLOMO ANTE AL OTRO, ESTO ES; LOS ACUMULADORES DE PLOMO, EN PRIMER TERMINO SON MAS ECONOMICOS Y MAS COMERCIALES EN NUESTRO MEDIO, Y GRACIAS A SU ELEVADA FUERZA ELECTROMOTRIZ POR ELEMENTO, ACONSEJA SU USO ANTE EL TIPO ALCALINO. SIN EMBARGO, POSEE ALGUNAS DESVENTAJAS, YA QUE SERIAN VERDADERAMENTE LAS MAS PERFECTAS, SI NO TUVIERAN EL DEFECTO DE SER SENSIBLES AL FENOMENO DE LA SULFATACION, QUE ES EL MAYOR INCONVENIENTE QUE PRESENTAN. ESTE DEFECTO HA SIDO FACIL SOSLAYARLO MEDIANTE EL USO DE LAS BATERIAS ALCALINAS, LAS CUALES POSEEN ADEMAS LA CARACTERISTICA DE GRAN RESISTENCIA MECANICA, DEBIDO AL TIPO DE CONSTRUCCION DONDE SE UTILIZA EL

HIERRO EN VEZ DEL PLOMO, EL CUAL ES MUY MALEABLE, Y EN CIRCUNSTANCIAS DE MUCHA VIBRACION, ESTO ACORTA LA VIDA DEL ACUMULADOR; MAS SIN EMBARGO, EN NUESTRO CASO ESTO NO TIENE LA MENOR IMPORTANCIA ,YA QUE EL SISTEMA NO ESTA EXPUESTO A NINGUNA VIBRACION NI MOVIMIENTO CONSTANTE.

DEDUCIMOS DE LO ANTERIOR, QUE EL ACUMULADOR QUE MAS SE APEGA A NUESTRAS INTENSIONES, ES EL TIPO DE PLOMO, Y ES EL QUE A CONTINUACION PASAMOS A DETALLAR.

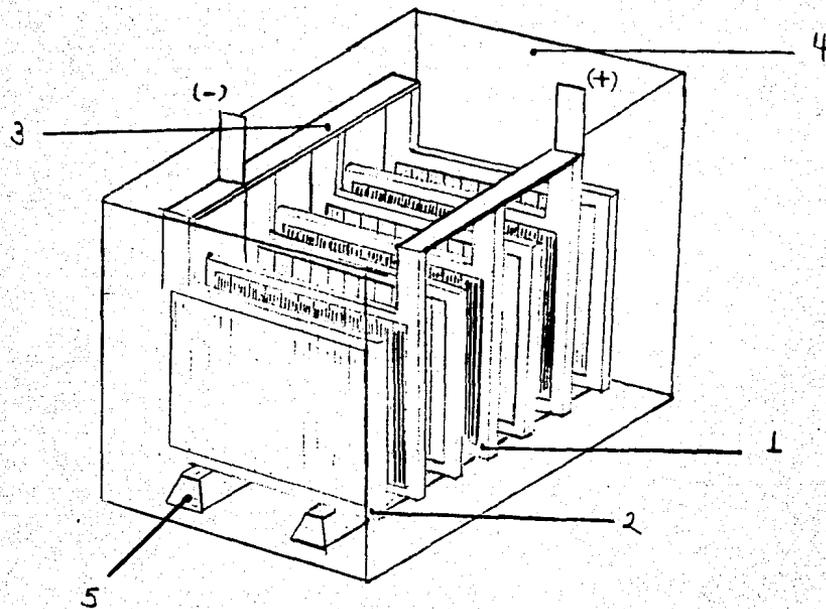
GENERALIDADES DE LOS ACUMULADORES DE PLOMO.-

LOS ACUMULADORES ENTRAN DENTRO LA DIVISION DE PILAS SECUNDARIAS ,EN EL ESTUDIO DE LA FISICA DE LA ELECTRICIDAD, POR TENER LA CARACTERISTICA DE ALMACENAR ELECTRICIDAD EN VEZ DE GENERARLA.

UNA FORMA ESQUEMATICA DE REPRODUCIR LOS ELEMENTOS DE QUE CONSISTE EL INTERIOR DE UN ACUMULADOR , PODEMOS VER EN LA FIGURA III.1.- .LO PRIMERO QUE LLAMA NUESTRA ATENCION ES EL CONJUNTO DE PLACAS QUE EXISTE EN EL Y LA CONDICION DE QUE ESTAS PLACAS SE HALLAN SEPARADAS ENTRE SI, DE MODO QUE NO LLEGUEN NUNCA A TOCARSE. EXAMINANDO MAS A FONDO EL DIBUJO VEMOS QUE HAY UN GRUPO DE PLACAS (1), DIBUJADAS CON UN CUADRICULADO EN NEGRO, QUE SE HALLAN ALTERNADAS DENTRO DE OTRO GRUPO DE PLACAS (2) CON CUADRADOS DE COLOR GRIS. TAMBIEN OBSERVAMOS QUE LAS PRIMERAS PLACAS SE HALLAN UNIDAS ENTRE SI POR MEDIO DE UNA CONEXION EN FORMA DE PUENTE (3),E IGUALMENTE OCURRE CON LAS OTRAS PLACAS LAS CUALES SON, EN NUMERO UNA MAS QUE LAS PLACAS DE CUADRITOS NEGROS.

SIGUIENDO CON LA OBERVACION DE LA FIGURA VEMOS QUE TODO EL CONJUNTO SE HALLA SUMERGIDO EN EL INTERIOR DE UN RECIPIENTE (4) DONDE HAY UN LIQUIDO, Y SE HALLAN AISLADAS DEL FONDO DEL RECIPIENTE GRACIAS A UNOS AISLADORES DE MADERA (5) ACLAREMOS PARA TERMINAR QUE LAS PLACAS (1) CONSTITUYEN LAS PORTADORAS DE LA CORRIENTE DE TIPO POSITIVO Y LAS PLACAS (2), DEL NEGATIVO, POR LO QUE VEMOS QUE EXISTE EN ESTE ACUMULADOR ELEMENTAL UNA PLACA NEGATIVA MAS QUE LAS POSITIVAS. LO DESCRITO HASTA AQUI ES LO QUE A PRIMERA VISTA OBSERVAMOS EN LA FIGURA. MAS SIN EMBARGO HAY COSAS QUE LA FIGURA NO PUEDE REPRESENTAR Y QUE CONSTITUYEN EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN ACUMULADOR.

ES,LA MATERIA DE QUE SE HALLAN CONSTRUIDOS CADA UNO DE LOS ELEMENTOS DE QUE CONSTA EL CONJUNTO. LAS PLACAS SE HALLAN CONSTRUIDAS SIGUIENDO LAS IDEAS DEL FISICO FAURE, QUE SE DENOMINA "PROCEDIMIENTO DE ACIDOS POSTIZOS". ESTAS PLACAS CONSTAN DE UN SOPORTE INACTIVO QUE OCUPA EL LATERAL DE LA



ACUMULADOR
DE PLOMO

FIGURA III.1

PLACA, QUE POSEE LA CONDICION DE BUEN CONDUCTOR DE LA ELECTRICIDAD Y QUE SE HALLA CONSTRUIDO CON PLOMO Y ANTIMONIO. ESTE SOPORTE INACTIVO POSEE, UNOS ALVEOLOS CARACTERISTICOS DONDE SE HA INTRODUCIDO PREVIAMENTE UNA PASTA DE OXIDO DE PLOMO. EL LIQUIDO DONDE SE HALLA SUMERGIDO EL CONJUNTO ES UNA SOLUCION DE ACIDO SULFURICO, REBAJADO CON AGUA DESTILADA, LO QUE CONOCEMOS COMO AGUA ACIDULADA.

DESDE EL PUNTO DE VISTA QUIMICO DISPONEMOS DENTRO DEL ACUMULADOR DE LOS SIGUIENTES CUERPOS: PLOMO, OXIGENO, HIDROGENO Y AZUFRE.

ESTOS CUERPOS SIMPLES QUIMICOS SON LOS QUE, EN DIVERSAS COMBINACIONES, ENTRAN A FORMAR PARTE DEL CONJUNTO DEL ACUMULADOR Y LAS COMBINACIONES QUIMICAS QUE ADOPTARAN, AL UNIRSE UNOS CON OTROS EN VIRTUD DEL PASO DE LA CORRIENTE ELECTRICA, DARAN LUGAR A LA LABOR DE CONVERTIR LA ENERGIA QUIMICA EN ELECTRICA Y A LA INVERSA. COMO YA HEMOS DICHO ANTES, EL ACUMULADOR ESTA COMPUESTO POR UNA SERIE DE PLACAS ENTRE LAS QUE SE ESTABLECE LA DIFERENCIA DE POTENCIAL QUE DA ORIGEN A LA CORRIENTE ELECTRICA. POR LO TANTO EXISTEN PLACAS POSITIVAS Y NEGATIVAS Y ENTRE AMBAS SE ESTABLECE UN CIRCUITO ELECTRICO.

HASTA AQUI HEMOS VISTO A GRANDES RASGOS COMO ESTA CONSTITUIDO EL ACUMULADOR DE PLOMO Y EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MISMO. VAMOS AHORA A INTRODUCIRNOS EN EL ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL ACUMULADOR, COMO PUEDEN ACOPLARSE VARIOS ACUMULADORES PARA OBTENER DETERMINADAS CONDICIONES DE INTENSIDAD Y DE TENSION Y LOS DATOS NECESARIOS PARA EL CALCULO DE UN BANCO DE BATERIAS CON ACUMULADORES DE PLOMO.

CARACTERISTICAS DE CARGA.-

PARA UN MEJOR ENTENDIMIENTO DEL PROCESO DE CARGA DE UN ACUMULADOR O BATERIA DE ACUMULADORES OBSERVEMOS LA REPRESENTACION ESQUEMATICA SENCILLA DE LA FIGURA III.2 EL CIRCUITO DE CARGA COMPRENDE DE UN INTERRUPTOR UNIPOLAR, UN DISYUNTOR AUTOMATICO UNIPOLAR DE MINIMA TENSION Y UN AMPERIMETRO. SUPONEMOS QUE LA BATERIA SE CARGA DIRECTAMENTE DE UN GENERADOR DE CORRIENTE DIRECTA, AUNQUE COMO VEREMOS EXISTEN OTROS PROCEDIMIENTOS DE CARGA. MEDIANTE EL DISYUNTOR, SE CORTA AUTOMATICAMENTE LA CARGA ANTES DE QUE LA TENSION ENTRE EL GENERADOR Y LA BATERIA SE ANULE; DE LO CONTRARIO, LLEGARIA UN MOMENTO EN QUE LA FUERZA ELECTROMOTRIZ DE LA BATERIA SERIA MAYOR QUE LA DEL GENERADOR Y LA BATERIA DESCARGARIA SOBRE ESTE, ACTUANDO ENTONCES COMO MOTOR.

DURANTE LA PRIMERA CARGA ES NECESARIO UN REOSTATO,

NO REPRESENTADO EN LA FIGURA, YA QUE ESTA PRIMERA CARGA ES LA QUE PRODUCE LA FORMACION DE LAS PLACAS Y LA FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ QUE OPONE LA BATERIA AL GENERADOR ES CASI NULA, LA RESISTENCIA INTERIOR ES MUY PEQUENA, Y LA CORRIENTE QUE ATRAVESARIA EL ACUMULADOR SERIA EXCESIVA SI NO SE INTERPUSIERA UNA RESISTENCIA ADECUADA ENTRE EL GENERADOR Y LA BATERIA.

PARA ESTO SE VA REGULANDO LA RESISTENCIA DEL REOSTATO DE FORMA QUE LA CORRIENTE (SEÑALADA POR EL AMPERIMETRO) NO SOBREPASE UN VALOR PREDETERMINADO QUE, POR LO GENERAL, ES UN DATO SUMINISTRADO POR EL FABRICANTE, A MEDIDA QUE VA CARGANDO LA BATERIA, VA AUMENTANDO LA RESISTENCIA INTERIOR DE ESTA Y SE VA DISMINUYENDO PROGRESIVAMENTE LA RESISTENCIA DEL REOSTATO, HASTA SUPRIMIRLA COMPLETAMENTE. A PARTIR DE ESTE MOMENTO, SE MANTIENE LA CORRIENTE DE CARGA SENSIBLEMENTE CONSTANTE MODIFICANDO DE FORMA ADECUADA LA FUERZA ELECTROMOTRIZ DEL GENERADOR DE CARGA, CIRCUITO EL CUAL DESARROLLAREMOS MAS ADELANTE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA EN PORYECTO.

EN ESTAS CONDICIONES, LA BATERIA FUNCIONA COMO UN RECEPTOR DE ENERGIA, CON UNA FUERZA ELECTROMOTRIZ A LA QUE LLAMAREMOS E'. SI E ES LA FUERZA ELECTROMOTRIZ DEL GENERADOR Y R LA RESISTENCIA TOTAL DEL CIRCUITO, COMPRENDIENDO EN ESTE CONCEPTO LA RESISTENCIA INTERNA DE LA BATERIA, LA CORRIENTE DE CARGA ESTARA DADA POR:

$$I = \frac{E-E'}{R}$$

AHORA, SI LLAMAMOS e A LA FUERZA ELECTROMOTRIZ DE UN ELEMENTO DE LA BATERIA, SIENDO I LA CORRIENTE DE CARGA Y r LA RESISTENCIA INTERNA DE ESTE ELEMENTO (ACUMULADOR), EN UN INSTANTE DETERMINADO DE LA CARGA, LA DIFERENCIA DE POTENCIAL ENTRE LOS BORNES DE UN ELEMENTO SERA:

$$u = e + rI$$

DE FORMA QUE LA MEDIDA DE ESTA DIFERENCIA DE POTENCIAL NO PUEDE CARACTERIZAR EL ESTADO DE CARGA DEL ELEMENTO, SINO A CONDICION DE CARGARLO CON UNA CORRIENTE DETERMINADA.

EN TERMINOS GENERALES, EN LA FIGURA III.3.- SE REPRESENTA LA VARIACION DE LA FUERZA ELECTROMOTRIZ DE UN

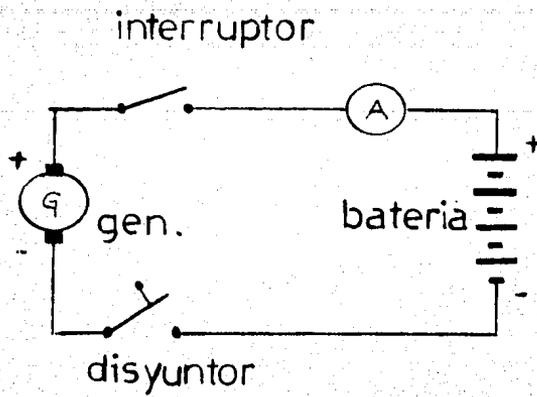


FIGURA III.2

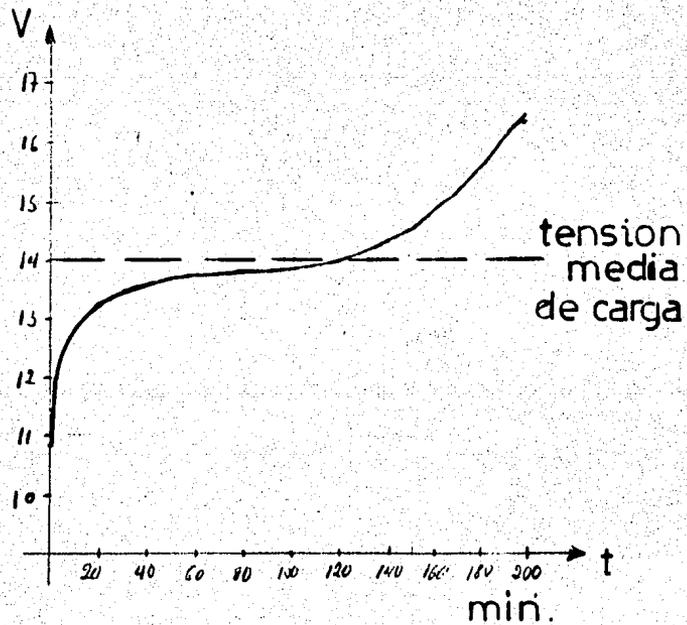


FIGURA III.3

ACUMULADOR, ELEMENTO DE UNA BATERIA DE ACUMULADORES, PARA UNA CARGA DE TRES HORAS. AL COMENZAR LA CARGA, ESTA FUERZA ELECTROMOTRIZ VALE, APROXIMADAMENTE 10.8 V Y SUBE MUY RAPIDAMENTE HASTA 11.4 V, MANTENIENDOSE DESPUES A UNOS 12 V DURANTE TODA LA CARGA. AL TERMINAR LA CARGA, EL VALOR DE LA FUERZA ELECTROMOTRIZ SE ELEVA PRIMERO RAPIDAMENTE A 13.2 V, LUEGO LENTAMENTE HASTA 14.4V Y, FINALMENTE, DE UNA MANERA BRUSCA A 16.38 V.

ES DE MUCHO INTERES PODER RECONOCER EL MOMENTO EN QUE EL ELEMENTO ESTA COMPLETAMENTE CARGADO. ESTO PARA DETERMINAR EL BUEN USO DEL SISTEMA DE CARGADO Y EVITAR EL DANO A LOS ACUMULADORES POR EXCESIVA CARGA.

CARACTERISTICAS DE DESCARGA.-

UNA VEZ QUE SE HA TERMINADO LA CARGA, EL ACUMULADOR QUEDA EN CONDICIONES DE UTILIZARSE COMO GENERADOR.

EL LA FIGURA III.4 SE EXPRESAN LAS VARIACIONES DE LA FUERZA ELECTROMOTRIZ DE UN ELEMENTO, PARA UNA DESCARGA DE TRES HORAS. AL COMENZAR LA DESCARGA, LA FUERZA ELECTROMOTRIZ, QUE VALE 13.2 V, CAE BRUSCAMENTE A 12V Y SE MANTIENE SENSIBLEMENTE CONSTANTE EN ESTE VALOR HASTA QUE HA TERMINADO LA DESCARGA. EN ESTE MOMENTO, CAE BRUSCAMENTE A 10.8 V, LO QUE INDICA QUE LA BATERIA A QUEDADO COMPLETAMENTE DESCARGADA.

DURANTE LA DESCARGA, LA DIFERENCIA DE POTENCIAL ENTRE LOS BORNES ES SIEMPRE MENOR QUE LA FUERZA ELECTROMOTRIZ Y VALE

$$u = e - rI$$

DONDE I ES LA CORRIENTE DE DESCARGA Y r LA RESISTENCIA INTERNA DEL ELEMENTO. POR ESTA RAZON, DURANTE LA DESCARGA, EL VOLTIMETRO INDICARA 10.8V, VALOR DE LA TENSION EN BORNES, Y NO 12 V, QUE ES EL VALOR DE LA FUERZA ELECTROMOTRIZ DE UN ACUMULADOR.

LA CORRIENTE DE DESCARGA VALE:

$$I = \frac{E}{R + rt}$$

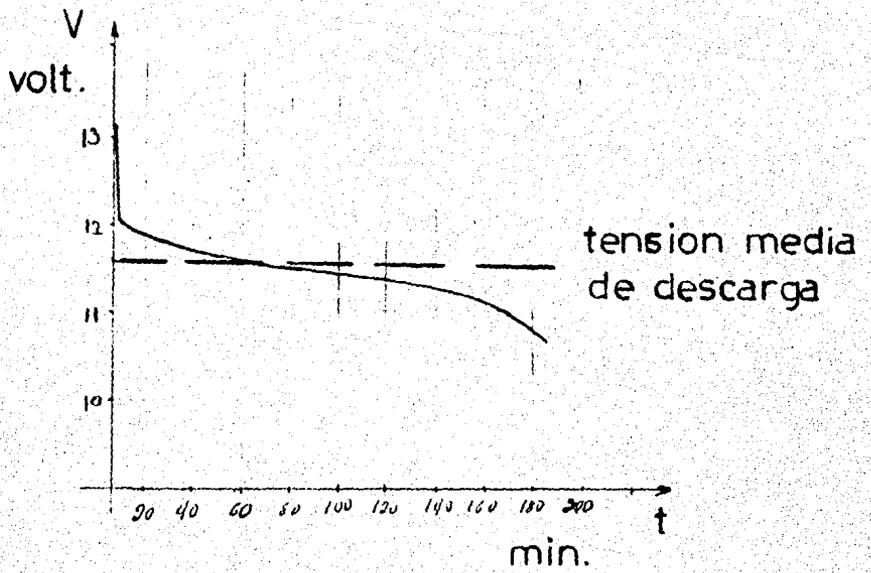


FIGURA III.4

SIENDO E LA FUERZA ELECTROMOTRIZ DE LA BATERIA, r_t LA RESISTENCIA INTERNA DE LA MISMA, Y R LA RESISTENCIA DEL CIRCUITO EXTERIOR, ES DECIR, LA RESISTENCIA DE CARGA.

CARACTERISTICAS TECNICAS DE UNA BATERIA DE ACUMULADORES.-

ES DE MUCHA IMPORTANCIA PARA NUESTRO DISEÑO, DEL BANCO DE BATERIAS PARA EL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA, SOBRE EL CUAL ESTAMOS TRABAJANDO, TOMAR EN CONSIDERACION LAS CARACTERISTICAS TECNICAS MAS IMPORTANTES DE UNA BATERIA DE ACUMULADORES, LAS CUALES NOS VAN A DEFINIR SUS POSIBILIDADES, ESTAS SON:

- a) CAPACIDAD
- b) INTENSIDAD DE CARGA Y DESCARGA
- c) TENSION DE CARGA Y DESCARGA
- d) ENERGIA UTILIZABLE
- e) RENDIMIENTO

CAPACIDAD.-

SE LLAMA CAPACIDAD DE UN ACUMULADOR, A LA CANTIDAD DE ELECTRICIDAD QUE PUEDE ALMACENAR. YA SABEMOS QUE LA CANTIDAD DE ELECTRICIDAD SE MIDE EN COLUMBIOS (COULOMBS); PERO ESTA UNIDAD ES MUY PEQUENA Y RESULTA POCO PRACTICA PARA LA MEDIDA DE LA CAPACIDAD DE LOS ACUMULADORES, POR LO QUE GENERALMENTE, SE UTILIZA LA UNIDAD DENOMINADA "AMPERIO-HORA" Y QUE PODEMOS DEFINIR COMO LA CANTIDAD DE ELECTRICIDAD QUE PASA EN EL TIEMPO DE UNA HORA POR UN CONDUCTOR RECORRIDO POR UNA CORRIENTE DE UN AMPERIO DE INTENSIDAD. COMO EL AMPERIO EQUIVALE A UN COLUMBIO POR SEGUNDO ($AMP=COULOMB/SEG$) Y LA HORA TIEN 3600 SEGUNDOS, LA EQUIVALENCIA ENTRE ESTAS UNIDADES ES :

$$1 \text{ AMPERIO-HORA} = 3600 \text{ COLUMBIOS}$$

EN LOS ACUMULADORES, LA CAPACIDAD, EXPRESADA EN AMP-HORA, ES IGUAL AL PRODUCTO DE LA INTENSIDAD DE DESCARGA, EN AMPERIOS, POR EL TIEMPO DE DURACION DE DICHA DESCARGA, EXPRESADO EN HORAS.

LA CAPACIDAD DE LOS ACUMULADORES DE PLOMO SUELE SER DE 10 A 15 AMPERIOS-HORA POR KILOGRAMO DE PLACA.

LA CAPACIDAD DE UN ELEMENTO NO ES CONSTANTE, Y VARIA SEGUN EL REGIMEN DE DESCARGA A QUE SE LE SOMETA, SIENDO MAYOR CUANDO MENOR ES LA INTENSIDAD DE DESCARGA, Y VICEVERSA,

PERO SIEMPRE DENTRO DE CIERTOS LIMITES. LOS FABRICANTES DAN, PARA CADA TIPO DE ACUMULADOR, VARIAS CAPACIDADES, CORRESPONDIENTES A DISTINTAS INTENSIDADES DE CORRIENTES DE DESCARGA; ACOPLANDO CONVENIENTEMENTE LOS ACUMULADORES SE PUEDEN CONSEGUIR LAS CARACTERISTICAS DE CAPACIDAD Y DE TENSION QUE SE DESEEN.

AL ELEGIR UNA BATERIA DEBEMOS DE PREVEER QUE SU CAPACIDAD SEA SUPERIOR EN UN 20 % A LA NECESARIA, DE TAL FORMA QUE, DURANTE EL SERVICIO NORMAL, NO DESCARGUE MAS DEL 80 % DE SU CAPACIDAD NOMINAL, AL REGIMEN DE DESCARGA PROVISTO EN EL DISEÑO DE LA INSTALACION, Y QUE LOS PICOS DE CONSUMO, SI LOS HAY, NO SOBREPASEN LOS VALORES NOMINALES QUE DESARROLLAREMOS MAS ADELANTE. EN NINGUN CASO DEBE DESCARGARSE LA BATERIA MAS DE LA CAPACIDAD NOMINAL INDICADA POR EL FABRICANTE PARA CADA TIPO DE ACUMULADOR. PARA NUESTRO CASO DEBEMOS DISEÑAR UNA BATERIA DE ACUMULADORES CON UNA CAPACIDAD CAPAZ DE SOPORTAR UNA CARGA DE 800 WATTS POR LO MENOS POR 15 MINUTOS, EN PROMEDIO.

INTENSIDAD DE CARGA Y DESCARGA. -

DEDUCIMOS DE LO DICHO EN EL PARRAFO ANTERIOR QUE LA CORRIENTE DE DESCARGA ESTA INTIMAMENTE RELACIONADA A LA DURACION DE LA DESCARGA Y A LA CAPACIDAD DE LA BATERIA. LAS INTENSIDADES DE DESCARGA PARA CADA TIPO DE ACUMULADOR, SON PROPORCIONADAS POR EL FABRICANTE. SE CONSIDERAN DESCARGAS LENTAS LAS QUE ESTAN COMPRENDIDAS ENTRE 3 Y 10 HORAS Y DESCARGAS RAPIDAS, LAS COMPRENDIDAS ENTRE 1 Y 2 HORAS. LOS ELEMENTOS CONSTRUIDOS POR EL FABRICANTE PARA DESCARGA LENTA, PUEDEN UTILIZARSE, EXCEPCIONALMENTE, PARA REGIMENES DE DESCARGA RAPIDA. POR OTRO LADO, LOS ELEMENTOS PREVISTOS PARA DESCARGA RAPIDA, PUEDEN EMPLEARSE SIN NINGUN INCONVENIENTE, PARA REGIMENES DE DESCARGA LENTA.

TODOS LOS ACUMULADORES PROYECTADOS PARA DESCARGA RAPIDA, PUEDEN SUMINISTRAR PICOS DE CORRIENTE DE CORTA DURACION (DEL ORDEN DE ALGUNOS SEGUNDOS), SIEMPRE Y CUANDO LA CORRIENTE DE PICO NO SEA MAYOR QUE EL DOBLE DE LA CAPACIDAD DEL ELEMENTO EN UNA HORA.

EN LO QUE SE REFIERE AL REGIMEN DE CARGA, GENERALMENTE CONSIDERAN LOS FABRICANTES COMO INTENSIDADES NORMALES, LAS CORRESPONDIENTES AL REGIMEN DE DESCARGA DE 5 HORAS, PARA LOS ACUMULADORES DE DESCARGA LENTA, Y 3 HORAS PARA LOS DE DESCARGA RAPIDA.

EN TODOS LOS CASOS, PUEDE ADOPTARSE UNA INTENSIDAD DE CARGA INFERIOR A LA CONSIDERADA COMO NORMAL AUNQUE,

NATURALMENTE, A COSTA DE AUMENTAR LA DURACION DE CARGA.

TENSIONES DE CARGA Y DESCARGA.-

COMO HEMOS VISTO ANTERIORMENTE, LA TENSION DE UN ACUMULADOR ES VARIABLE TANTO DURANTE LA CARGA COMO DURANTE LA DESCARGA. ADEMAS, AUN PERMANECIENDO APROXIMADAMENTE IGUALES LAS TENSIONES INICIAL Y FINAL, LAS VARIACIONES DE ESTA TENSION SON DISTINTAS SEGUN LA DURACION DE LA CARGA (O EN SU CASO, DE LA DESCARGA).

COMO EJEMPLO VEMOS EN LA FIGURA III.5.- LOS VALORES DE LA TENSION EN BORNES PARA UN ACUMULADOR COMERCIAL, PARA LOS REGIMENES DE CARGA DE 3,5,7.5 Y 10 HORAS, Y EN LA FIGURA III.6.- LOS VALORES DE TENSION EN BORNES PARA EL MISMO ACUMULADOR, PARA LOS REGIMENES DE DESCARGA DE 1,2,3,5,7.5 Y 10 HORAS.

LA TENSION EN REPOSO ES SIEMPRE LA MISMA, PARA UNA TEMPERATURA DADA, ESTA A 15 GRADOS CENTIGRADOS RESULTA SER 2.08V POR ELEMENTO; COMO HEMOS DICHO ANTERIORMENTE, LA TENSION MAXIMA DE CARGA PUEDE ALCANZAR 16.38 V.

RENDIMIENTO.-

DENTRO DEL ASPECTO RENDIMIENTO, EN LOS ACUMULADORES DEBEN CONSIDERARSE DOS CLASES DE RENDIMIENTO: EL RENDIMIENTO EN CANTIDAD Y EL RENDIMIENTO EN ENERGIA.

EL RENDIMIENTO EN CANTIDAD ES LA RELACION ENTRE LAS CANTIDADES DE ELECTRICIDAD DE DESCARGA Y DE CARGA, RESPECTIVAMENTE EXPRESADAS EN AMPERIO-HORA. TEORICAMENTE, ESTE RENDIMIENTO ES DE 100 % PUESTO QUE LA CANTIDAD DE ELECTRICIDAD ALMACENADA EN EL ACUMULADOR, Y PREPARADA PARA LA DESCARGA, ES LA MISMA ACUMULADA EN LA CARGA. MAS SIN EMBARGO EN LA PRACTICA, SUCEDE QUE UNA PARTE DE LA CORRIENTE DE CARGA, ESPECIALMENTE AL FINAL DE LA MISMA, SE EMPLEA EN DESCOMPONER EL AGUA Y, COMO CONSECUENCIA DE ESTO, ES MAYOR EL NUMERO DE AMPERIOS-HORA DE CARGA, QUE EL NUMERO DE AMPERIOS-HORA DISPONIBLE PARA LA DESCARGA. POR ESTO SE PUEDE CONSIDERAR QUE EL RENDIMIENTO EN CANTIDAD DE LOS ACUMULADORES DE PLOMO ES DEL ORDEN DEL 90 %.

EL RENDIMIENTO EN ENERGIA ES LA RELACION ENTRE LA ENERGIA UTILIZABLE EN EL ACUMULADOR Y LA ENERGIA QUE HA SIDO NECESARIA SUMINISTRARLE PARA LA CARGA COMPLETA. LA ENERGIA UTILIZABLE EN EL ACUMULADOR ES LA QUE PUEDE SUMINISTRAR

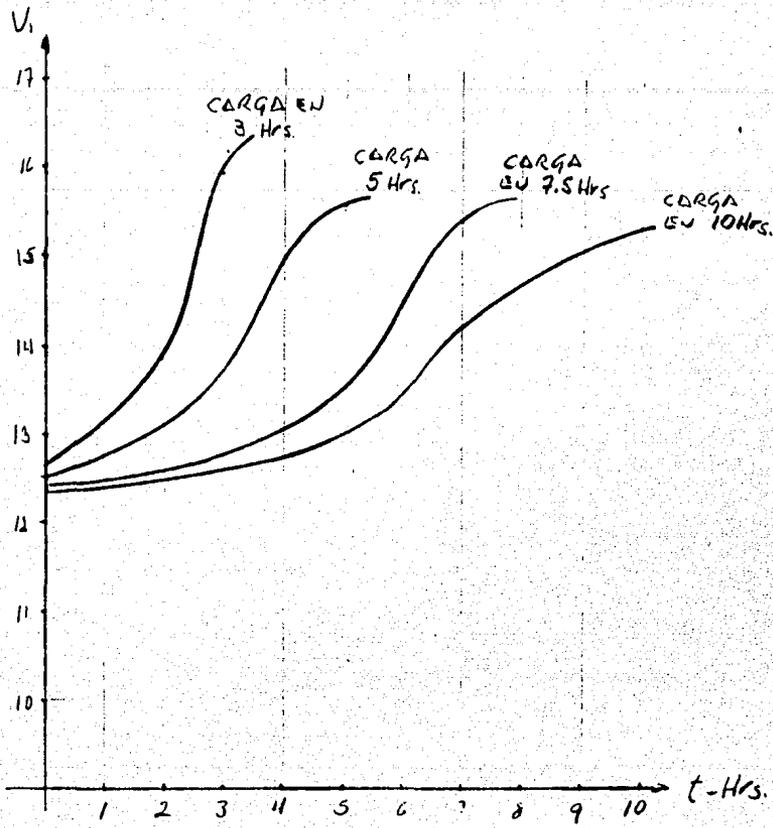


FIGURA III.5

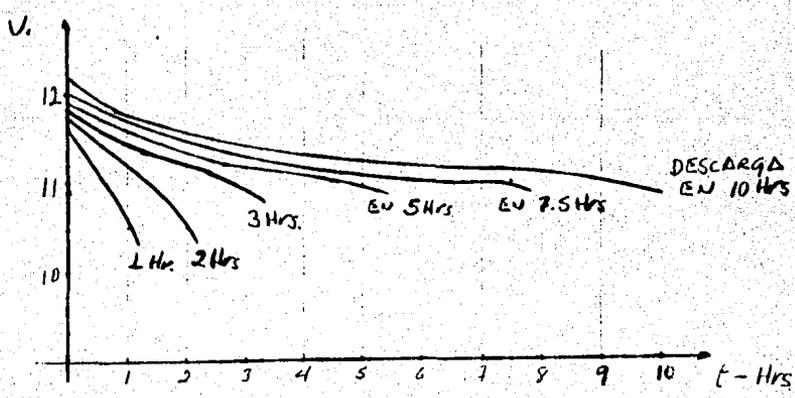


FIGURA III.6

ESTANDO COMPLETAMENTE CARGADO, HASTA SU DESCARGA TOTAL. SE MIDE EN WATIOS-HORA, Y SE OBTIENE MULTIPLICANDO SU CAPACIDAD EN AMPERIOS-HORA POR LA TENSION MEDIA QUE PROPORCIONA DURANTE LA DESCARGA.

SI TENEMOS EN CUENTA QUE, DE ACUERDO A LO DICHO ANTERIORMENTE, LA CANTIDAD DE ELECTRICIDAD DURANTE LA DESCARGA ES UN 90 % DE LA CANTIDAD DE ELECTRICIDAD DURANTE LA CARGA, EL RENDIMIENTO DE ENERGIA ESTARA DADO POR:

$$nw = \frac{\text{TENSION MEDIA DE DESCARGA}}{\text{TENSION MEDIA DE CARGA}} \times .9$$

CABE HACER MENSION QUE LOS RENDIMIENTOS DE ENERGIA SON VARIABLES DE ACUERDO A LOS REGIMENES DE CARGA Y DESCARGA DEL ACUMULADOR.

CALCULO DEL NUMERO DE ACUMULADORES.-

VAMOS AHORA A DETERMINAR EL NUMERO DE ELEMENTOS NECESARIOS PARA CONSTRUIR LA BATERIA DE ACUMULADORES REQUERIDA, PARA EL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA.

PARA FIJAR IDEAS, SABEMOS POR CALCULOS DEL CAPITULO ANTERIOR QUE REQUERIMOS UNA TENSION EN BORNES DE 24V, Y CONSIDERANDO UN REGIMEN DE CARGA Y DESCARGA DE 3 HORAS, ADMITIMOS UNA TENSION DE DESCARGA POR ELEMENTO DE 12 VOLTIOS.

POR LO TANTO, AL PRINCIPIO DE LA DESCARGA, EL NUMERO DE ELEMENTOS NECESARIO SERA:

$$N = \frac{24}{12} = 2 \text{ ELEMENTOS}$$

AL SEGUIR LA DESCARGA, DISMINUYE LA TENSION POR ELEMENTOS; POR LO TANTO, PARA CONSERVAR CONSTANTEMENTE LA TENSION EN BORNES DE 24 V., DEBEREMOS IR CONECTANDO NUEVOS ELEMENTOS A LA BATERIA; ESTOS SE DENOMINAN ELEMENTOS DE CONEXION, UTILIZADOS EN EL CASO DE BATERIAS GRANDES, PARA NUESTRO CASO ESTE FACTOR NO ES MUY RELEVANTE, DEBIDO AL PEQUEÑO NUMERO DE ELEMENTOS DE NUESTRA BATERIA. SIN EMBARGO PARA ESPECIFICAR DETALLADAMENTE EL CALCULO DE LA BATERIA,

PROCEDEMOS AL CALCULO RESPECTIVO.

AL FINAL DE LA DESCARGA LA TENSION POR ELEMENTO ES DE 10.8 V.; POR LO TANTO, EL NUMERO DE ELEMENTOS NECESARIOS SERA:

$$N = \frac{24}{10.8} = 2.22 \text{ ELEMENTOS}$$

DEBE HACERSE LA OBSERVACION QUE, CUANDO LA CORRIENTE DE CARGA ES CONSTANTE E IGUAL A LA CORRIENTE DE DESCARGA, POR EXISTIR LAS PERDIDAS ANTERIORMENTE MENCIONADAS, LA DURACION DEL TIEMPO DE DESCARGA SERA MENOR QUE EL TIEMPO DE CARGA, SIENDO LA RELACION ENTRE LAS CAPACIDADES CORRESPONDIENTES A LOS DOS REGIMENES:

$$\frac{Q_c}{Q_d} = \frac{1}{.925}$$

POR EJEMPLO, LA BATERIA DE 24 V, DURANTE LA CARGA LA TENSION AUMENTA PRIMERO MUY RAPIDAMENTE HASTA UNOS 14.62V, DISMINUYENDO LUEGO HASTA 13.96V Y AUMENTANDO DESPUES, AL FINAL DE LA CARGA, HASTA 16.5V. LA TENSION MAXIMA DE CARGA NECESARIA, EN RELACION CON LA TENSION NOMINAL DE LA RED, SERA DE:

$$\frac{16.5}{12} = 1.38$$

POR LO TANTO, COMO LA TENSION MAXIMA DE CARGA DE LA BATERIA ES DE 16.5V, DURANTE LA CARGA NO DEBERA CONECTARSE A LA RED, ES DECIR, A LA ENTRADA DEL INVERSOR, YA QUE ESTO PUEDE CAUSAR VARIACIONES DE VOLTAJE EN EL SISTEMA LAS CUALES OCACIONEN DANOS INTERNOS.

HASTA AHORA, SOLAMENTE HEMOS CONSIDERADO LA TENSION DE LA BATERIA. VAMOS A CONSIDERAR AHORA LAS CAIDAS DE TENSION EN LOS CONDUCTORES QUE ALIMENTAN AL SISTEMA INVERSOR Y EL SISTEMA MISMO, CONECTADOS A LA BATERIA.

EN PRIMER TERMINO DESIGNAREMOS POR:

U = TENSION QUE DEBE PERMANECER CONSTANTE EN LOS CENTROS DE ALIMENTACION = TENSION MINIMA DE DESCARGA MEDIDA EN LOS CENTROS DE ALIMENTACION.

u1 = CAIDA DE TENSION A PLENA CARGA ENTRE LAS BARRAS COLECTORAS Y LOS CENTROS DE ALIMENTACION.

u2 = CAIDA DE TENSION A PLENA CARGA ENTRE LAS BARRAS COLECTORAS Y LA BATERIA.

Umax = TENSION MAXIMA DE DESCARGA NECESARIA.

Nt = NUMERO TOTAL DE ELEMENTOS DE LA BATERIA.

Nd = NUMERO DE ELEMENTOS AL PRINCIPIO DE LA DESCARGA

PARA EL CALCULO VAMOS A CONSIDERAR DOS CASOS, QUE SON:

- a) CUANDO LA BATERIA NO SE CONECTA AL SISTEMA DURANTE LA CARGA.
- b) CUANDO LA BATERIA PERMANECE CONSTANTEMENTE CONECTADA AL SISTEMA.

EL PRIMER CASO SE PRESENTA, CUANDO EL SISTEMA ESTA FUNCIONANDO EN OPERACION NORMAL, CON LA FUENTE DE ENERGIA DE CORRIENTE ALTERNA EXTERNA.

EL SEGUNDO CASO ES EL DEL MODO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO, O EN EL CASO DE TRABAJO EN PRUEBA, CUANDO LA BATERIA DEBE ESTAR ALIMENTANDO LAS FUENTES INDEPENDIENTES DEL SISTEMA, SIN ESTAR ALIMENTANDO AL INVERSOR.

CUANDO LA BATERIA NO SE CONECTA AL SISTEMA DURANTE LA CARGA, EL NUMERO TOTAL DE ELEMENTOS SERA:

$$N_t = \frac{U + u_1 + u_2}{10.8}$$

Y EL NUMERO DE ELEMENTOS A CONECTAR AL PRINCIPIO DE LA DESCARGA SERA:

$$N_d = \frac{U}{13.2}$$

LA RELACION ENTRE LAS TENSIONES MAXIMA Y MINIMA DE CARGA VALE:

$$\frac{U_{max}}{U} = \frac{U + u_1 + u_2}{12} = \frac{13.2 + u_2}{12}$$

DE ACUERDO A ESTAS FORMULAS PODEMOS CALCULAR LA CANTIDAD DE ELEMENTOS DE LA BATERIA, ASI COMO LAS TENSIONES NOMINALES.

PARA NUESTRO CASO, NO EXISTEN LAS BARRAS GENERALES DE ALIMENTACION, POR LO QUE; CONSIDERANDO UNA CAIDA DE VOLTAJE ENTRE LA BATERIA Y EL INVERSOR, JUNTO CON LOS DEMAS DISPOSITIVOS SOPORTADOS POR ESTE, DE 1.5 V. TENEMOS QUE:

$$N_t = \frac{24 + 1.5}{10.8} = 2.36$$

$$N_d = \frac{24}{16.38} = 1.47$$

RELACION ENTRE LAS TENSIONES MAXIMA Y MINIMA:

$$\frac{U_{max}}{U} = \frac{41.32}{24} = 1.72$$

LO QUE QUIERE DECIR QUE LA TENSION MAXIMA SUMINISTRADA POR LA BATERIA, ESTA DADA POR:

$$U_{max} = 1.72 \times 24 = 41.3 \text{ V.}$$

CUANDO LA BATERIA PERMANECE CONSTANTEMENTE CONECTADA AL INVERSOR, EL NUMERO TOTAL DE ELEMENTOS HA DE SER EL MISMO, SIN EMBARGO, PARA EL NUMERO DE ELEMENTOS A CONECTAR AL PRINCIPIO DE LA DESCARGA SE TOMARA:

$$N_d = \frac{U}{16.38}$$

PARA EL CUAL EL DIVISOR ES LA TENSION MAXIMA DE CARGA DEL ACUMULADOR.

PARA ESTE CASO LA RELACION ENTRE LAS TENSIONES MAXIMA Y MINIMA SERA LA MISMA, OBTENIDA ANTERIORMENTE.

AHORA CONSIDERANDO, QUE EL SISTEMA DE FUENTE DE RESERVA, A SER LA BATERIA QUE ESTAMOS DISENANDO DEBE SOPORTAR A TODO EL EQUIPO, POR LO MENOS 15 MINUTOS A MAXIMA DESCARGA, VAMOS A HACER UN CALCULO PROMEDIO DE CONSUMO DE 3000 WATTS-HORA POR LO TANTO, LA CAPACIDAD ESTARA DADA POR:

$$Q = \frac{\text{CARGA}}{V} = \frac{3000}{24} = 125$$

LA CAPACIDAD DEBERA SER DE 125 AMPERES-HORA.

EN LOS CATALOGOS DE FABRICANTES SE ELEGIRA LA BATERIA CUYA CAPACIDAD SEA LA MAS PROXIMA POR EXCESO, PARA UN REGIMEN DE DESCARGA DE 2 HORAS, PARA CUBRIR AMPLIAMENTE NUESTRA NECESIDAD.

FINALMENTE, DEBEMOS CALCULAR LAS CARACTERISTICAS DEL RECTIFICADOR UTILIZADO PARA LA CARGA. PARA ESTO DEBEMOS TOMAR EN CONSIDERACION QUE, AL PRINCIPIO DE LA CARGA, LA TENSION ES DE:

$$2.36 \times 10.8 = 25.49 \text{ V.}$$

Y CUANDO HA TERMINADO LA CARGA, LA TENSION SERA:

$$2.36 \times 16.38 = 38.66 \text{ V.}$$

COMO SUPONEMOS UN REGIMEN DE DESCARGA DE DOS HORAS, LO QUE QUIERE DECIR QUE A PLENA POTENCIA LA BATERIA SE DESCARGARA COMPLETAMENTE EN DOS HORAS; LA CAPACIDAD DE LA BATERIA AL PRINCIPIO DE LA CARGA, VALE:

$$Q = \frac{3000}{25.49} = 117.69 \text{ AMP-HORA}$$

Y LA INTENSIDAD DE CORRIENTE SERA:

$$I = \frac{117.69}{2} = 58.85 \text{ AMPERES}$$

AL FINAL DE LA CARGA, LA CAPACIDAD ES:

$$Q = \frac{3000}{38.66} = 77.60 \text{ AMP-HORA}$$

Y LA INTENSIDAD DE CORRIENTE DE:

$$I = \frac{77.6}{2} = 38.8 \text{ AMPERES}$$

COMO LA CAPACIDAD DE LA BATERIA, NOS HA RESULTADO, POR CALCULO DE 125 AMPERIOS-HORA, LA INTENSIDAD MAXIMA DE CORRIENTE SERA POR LO TANTO:

$$I = \frac{125}{2} = 62.5 \text{ AMPERES}$$

LAS POTENCIAS, PARA LAS INTENSIDADES AL PRINCIPIO Y AL FINAL DE LA CARGA, Y PARA LA INTENSIDAD MAXIMA DE DESCARGA, SERAN, RESPECTIVAMENTE:

$$\begin{aligned} P1 &= 25.49 \times 58.85 = 1500 \text{ WATTS} = 1.5 \text{ KW} \\ P2 &= 38.66 \times 38.8 = 1500 \text{ WATTS} = 1.5 \text{ KW} \\ P3 &= 24 \times 62.5 = 1500 \text{ WATTS} = 1.5 \text{ KW} \end{aligned}$$

RESUMIENDO, PARA CARGAR LA BATERIA DEL SISTEMA DE FUENTE DE FUERZA ININTERRUMPIDA, BAJO ESTUDIO, REQUERIMOS DE UN SISTEMA QUE NOS PROPORCIONE 1.5 KW DE POTENCIA, CON UNA TENSION REGULABLE ENTRE 24 Y 40 VOLTS CD.

DE ACUERDO A TODOS LOS CALCULOS REALIZADOS HASTA AQUI, ESTAMOS EN POSIBILIDAD DE DETERMINAR EL NUMERO DE ACUMULADORES NECESARIOS, PARA NUESTRO SISTEMA, TOMANDO EN CUENTA EL RANGO DE ACUMULADORES NECESARIOS PARA LA BATERIA, QUE ESTA DENTRO LOS LIMITES DE 1.47 A 2.36 ELEMENTOS, O ACUMULADORES; LA CANTIDAD PRACTICA ES OBVIAMENTE 2 ELEMENTOS LOS CUALES DEBERAN DE PROPORCIONAR 12 V. Y 60 AMPERES, COMO VALORES NOMINALES, Y CONECTADOS EN SERIE PARA PRODUCIR EL VOLTAJE REQUERIDO.

RECARGO DE BATERIAS.-

VAMOS AHORA A INTRODUCIRNOS, EN EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE RECARGO PARA LA BATERIA , ANTERIORMENTE EXPUESTA. PARA ELLO DEBEMOS CONSIDERAR ALGUNOS ASPECTOS GENERALES, EN LA CARGA DE UNA BATERIA, COMO ES EL HECHO DE QUE LA FUENTE DE ALIMENTACION DE ENERGIA ELECTRICA, DEBE DISPONER DE UNA TENSION QUE SEA SUPERIOR A LA TENSION EN CIRCUITO ABIERTO DE LA BATERIA; LA POLARIDAD DE LA FUENTE NO DEBE INVERTIRSE, ES DECIR, HA DE TRATARSE DE UNA FUENTE DE CORRIENTE CONTINUA. LA CORRIENTE DE CARGA TIENE SENTIDO OPUESTO A LA CORRIENTE DE DESCARGA.

EXISTEN CUATRO CLASES PRINCIPALES DE SERVICIO DE UNA BATERIA DE ACUMULADORES, ESTOS SON;

* SERVICIO EXCLUSIVAMENTE DE BATERIA, ES DECIR ESTARA CONECTADA AL CIRCUITO DE UTILIZACION DURANTE LA DESCARGA, Y AL CIRCUITO DE SUMINISTRO DURANTE LA CARGA.

* SERVICIO DE COMPENSACION, ES CUANDO ESTA SIMULTANEAMENTE CONECTADA AL CIRCUITO DE UTILIZACION Y A LA FUENTE DE CARGA; ESTA ULTIMA CUBRE LAS NECESIDADES NORMALES DE CORRIENTE Y LA BATERIA, FUNCIONANDO COMO "REGULADOR", COMPENSANDO VARIACIONES BRUSCAS DE CARGA EN EL CIRCUITO DE UTILIZACION; CUBRE LOS PICOS DE CORRIENTE Y MANTIENE CONSTANTE LA TENSION.

* SERVICIO EN PARALELO, EN DISPOSICION DE ACTUAR; ES DECIR, CUANDO LA BATERIA SE MANTIENE A UNA TENSION CONSTANTE, POR ELLA PASARA UNA PEQUENA CORRIENTE DE CARGA QUE AUTOCOMPENSA LAS PEQUENAS VARIACIONES DE LA CORRIENTE DE DESCARGA DEBIDAS AL ENVEJECIMIENTO, A LA TEMPERATURA, AL ESTADO REAL DE CARGA, ETC...SE DICE QUE LA BATERIA FUNCIONA EN ESTADO "FLOTANTE", SE HACE CARGO DEL SUMINISTRO DE CARGA, CUANDO ES NECESARIO, SIN QUE SE PRODUZCA NINGUNA INTERRUPCION EN EL SERVICIO.

* SERVICIO CON CONMUTACION, EN DISPOSICION DE ACTUAR,

ES CUANDO LA BATERIA SE ENCUENTRA EN REPOSO Y CONVENIENTEMENTE CARGADA Y SI SE PRESENTA UN FALLO EN EL SISTEMA, SE CONECTA LA BATERIA AL CONSUMIDOR.

SISTEMAS DE CARGA DE LAS BATERIAS DE ACUMULADORES.-

SEGUN EL TIPO DE SERVICIO, LAS CONDICIONES DE CARGA, EL ESTADO DE CAPACIDAD DE LA BATERIA DE ACUERDO CON EL TIEMPO DE CARGA HASTA LA SIGUIENTE CONEXION O HASTA LA PROXIMA CARGA TOTAL, SE ADOPTAN DISTINTOS SISTEMAS DE CARGA LOS MAS IMPORTANTES SON LOS SIGUIENTES:

- a) CARGA A CORRIENTE CONSTANTE
- b) CARGA A TENSION CONSTANTE
- c) CARGA A CORRIENTE DECRECIENTE (O A TENSION CRECIENTE)
- d) CARGA INTERMITENTE

EN LA CARGA A CORRIENTE CONSTANTE, LA CORRIENTE DE CARGA SE MANTIENE A UN VALOR FIJO DESDE EL COMIENZO DE LA OPERACION, CUALQUIERA QUE SEA EL VALOR DE LA TENSION DE LA BATERIA. EN LA FIGURA III.7.- SE MUESTRAN LAS CURVAS DE CARGA DE UNA BATERIA CARGADA POR ESTE SISTEMA; EN LA PARTE SUPERIOR DE LA FIGURA, LOS VALORES DE LA TENSION Y, EN LA PARTE INFERIOR, LOS DE LA CORRIENTE. ESTE PROCEDIMIENTO SE EMPLEA GENERALMENTE PARA LA PRIMERA CARGA DE BATERIAS DE ACUMULADORES DE PLOMO Y PARA LA CARGA DE BATERIAS TRANSPORTABLES.

CUANDO LAS BATERIAS DEBEN SOMETERSE A CICLOS REPETIDOS DE CARGA Y DESCARGA, SE UTILIZA EL SISTEMA DE CARGA A CORRIENTE CONSTANTE, CON DOS ESCALONES DE CORRIENTE.

EN EL SISTEMA DE CARGA A TENSION CONSTANTE, SE CONECTA LA BATERIA DE ACUMULADORES DE PLOMO A UN SUMINISTRO DE CORRIENTE CONTINUA, CUYA TENSION ES DE UNOS 14.4 V. POR ELEMENTO, SIN INTERPOSICION DE RESISTENCIAS EN EL CIRCUITO DE CARGA. EN ESTAS CONDICIONES LA CORRIENTE INICIAL ES MUY ELEVADA, PERO DISMINUYE MUY RAPIDAMENTE Y DESCIENDE HASTA UN VALOR QUE ES INFERIOR A LA CORRESPONDIENTE AL SISTEMA DE CARGA DE CORRIENTE CONSTANTE. EN LA FIGURA III.8.- SE EXPRESAN LAS CURVAS DE VARIACION DE LA TENSION Y DE LA CORRIENTE CON ESTE SISTEMA DE CARGA.

LA CARGA A TENSION CONSTANTE TIENE APLICACIONES LIMITADAS, A CAUSA DE LA EXCESIVA CORRIENTE INICIAL. SE

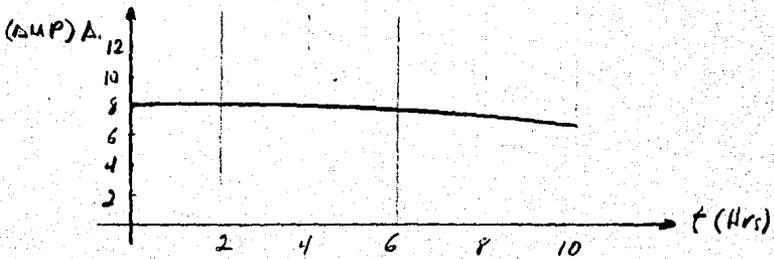
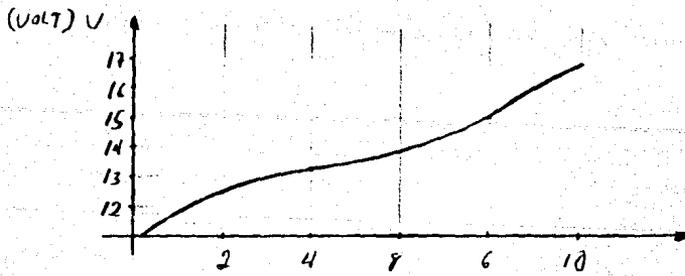


FIGURA III.7

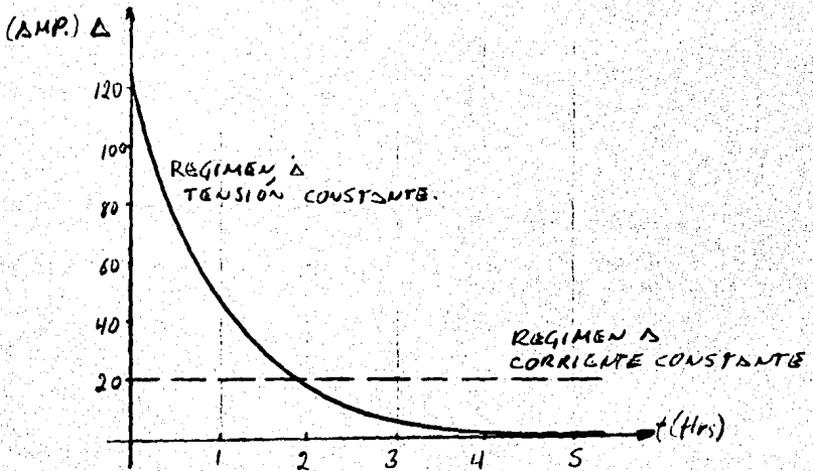
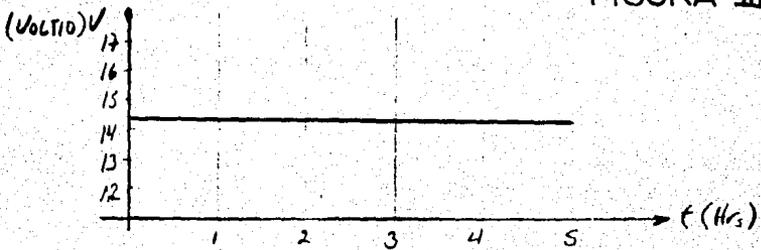


FIGURA III.8

EMPLEA, SOBRE TODO PARA LA CARGA DE BATERIAS EN EQUIPOS GRANDES.

LA CARGA A CORRIENTE DECRECIENTE, PUEDE CONSIDERARSE INTERMEDIO ENTRE LA CARGA A CORRIENTE CONSTANTE, Y LA CARGA A TENSION CONSTANTE. EN LA FIGURA III.9.- SE EXPRESAN LAS CURVAS DE VARIACION DE LA TENSION Y DE LA CORRIENTE. CON ESTE SISTEMA DE CARGA SE EMPLEAN RESISTENCIAS DE REGULACION EN EL CIRCUITO DE CARGA. LA PRESENCIA DE ESTAS RESISTENCIAS, COMO PUEDE APRECIARSE EN LA FIGURA, PROVOCA UNA DISMINUCION DE LA PENDIENTE DE LA CURVA DE CARGA; ADEMAS, ES POSIBLE AJUSTAR A VOLUNTAD LA LEY DE DECRECIMIENTO DE LA CORRIENTE DE CARGA, ACTUANDO SOBRE LA TENSION DE CARGA Y SOBRE LOS VALORES DE LAS RESISTENCIAS DE REGULACION.

LA CARGA INTERMITENTE, ES UN SISTEMA RELATIVAMENTE MODERNO, QUE PUEDE EMPLEARSE PARA LA CARGA AUTOMATICA DE BATERIAS EN SERVICIO O PARA MANTENER EN BUEN ESTADO DE CARGA UNA BATERIA QUE HA DE PERMANECER LARGO TIEMPO FUERA DE SERVICIO.

CARGA DE MANTENIMIENTO.-

LA EXPRESION DE CARGA DE MANTENIMIENTO, SE APLICA A LAS BATERIAS DE SOCORRO Y NO SIGNIFICA UNA VERDADERA CARGA, EN EL SENTIDO QUE LE DAMOS GENERALMENTE A ESTA EXPRESION. ES UNA OPERACION DURANTE LA CUAL, SE HACE PASAR A TRAVES DE UNA BATERIA UNA PEQUENA CORRIENTE PARA COMPENSAR LAS PERDIDAS PRODUCIDAS EN CIRCUITO ABIERTO. ES DECIR QUE DURANTE LA CARGA DE MANTENIMIENTO, LA BATERIA FUNCIONA "FLOTANTE", COMO DEFINIMOS ANTERIORMENTE.

LA CARGA DE MANTENIMIENTO SE DEFINE COMO LA CORRIENTE MINIMA QUE ES NECESARIO SUMINISTRAR A UNA BATERIA PARA MANTENER LA DENSIDAD DE SU ELECTROLITO A UN VALOR CONSTANTE; SI ESTA CORRIENTE ES DEMASIADO ELEVADA, SE PRODUCEN DESPRENDIMIENTOS DE GASES Y, SI ES DEMASIADO DEBIL, LA BATERIA SE DESCARGA LENTAMENTE. LOS FABRICANTES DAN, EN CADA CASO, LOS VALORES DE LA CARGA DE MANTENIMIENTO PARA CADA TIPO DE BATERIA. PARA NUESTRO CASO ES SUFICIENTE UNA CORRIENTE DE 1 MILIAMPERIO POR CADA AMPERIO-HORA DE CAPACIDAD, ES DECIR, 60 MILIAMPERIOS MANTENDRIAN LA BATERIA CARGADA.

OTRA SOLUCION PARA ESTABLECER LA CARGA DE MANTENIMIENTO DE UNA BATERIA DE ACUMULADORES DE PLOMO, DE 12 V CONSISTE EN MANTENER LA TENSION DE LA BATERIA A UNA TENSION COMPRENDIDA ENTRE 13.2 V Y 13.8 V POR ELEMENTO.

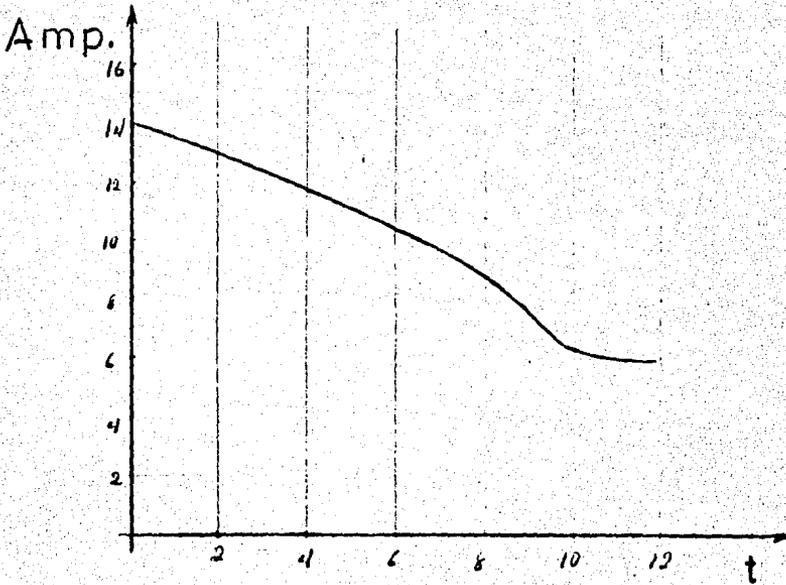
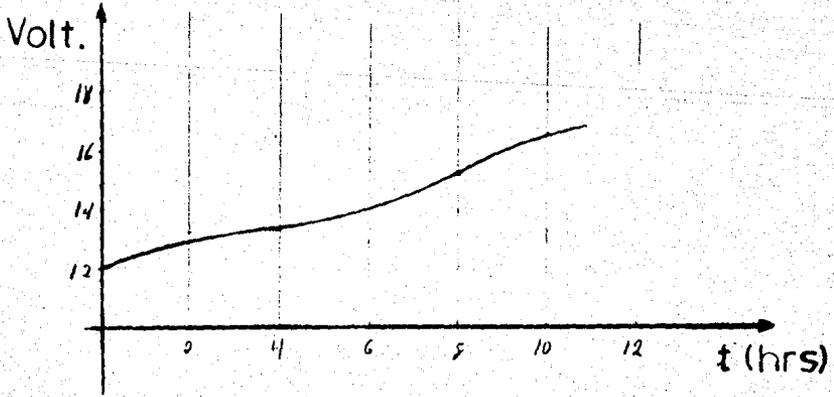


FIGURA III.9

PROCEDIMIENTOS DE CARGA DE LOS ACUMULADORES .-

RECORDAMOS QUE PARA LA CARGA DE ACUMULADORES ELECTRICOS SE NECESITA UN SUMINISTRO DE CORRIENTE CONTINUA. EN NUESTRO CASO EL SISTEMA PRINCIPAL DE ALIMENTACION ES DE CORRIENTE ALTERNA, POR LO QUE LA CARGA DE BATERIAS DE ACUMULADORES DEBE REALIZARSE PREVIA CONVERSION DE LA CORRIENTE ALTERNA EN CORRIENTE CONTINUA.

PROTECCION CONTRA LA INVERSION DE CORRIENTE

CUANDO PROCEDAMOS A LA CARGA DE LA BATERIA DE ACUMULADORES HAY QUE PREVEER EL PELIGRO A LA INVERSION DE CORRIENTE, QUE PUEDE PRESENTARSE EN EL CASO DE ALGUNA AVERIA EN EL SISTEMA. EN LA MAYORIA DE LOS CASOS, LA RESISTENCIA EN LOS CIRCUITOS DE CARGA ES MUY PEQUENA Y, SI SE PRODUCE UN DANO EN LOS CONDUCTORES DE ALIMENTACION, EXISTE EL RIESGO DE QUE LA CORRIENTE DE LA BATERIA SE DESCARGUE SOBRE EL SISTEMA, DE LA MISMA FORMA QUE SI ESTE ESTUVIERA EN CORTOCIRCUITO. LAS CONSECUENCIAS DE ESTA DESCARGA PUEDE EVITARSE MEDIANTE EL USO DE UN DIODO LIMITADOR. ESTE SISTEMA SE EXPRESA ESQUEMATICAMENTE EN LA FIGURA III.10.- LA CORRIENTE CIRCULA LIBREMENTE EN EL SENTIDO DE LA FLECHA DURANTE LA CARGA NORMAL, PERO EL PASO DE LA CORRIENTE EN SENTIDO INVERSO ESTA CASI TOTALMENTE IMPEDIDO DEBIDO A LA ALTA RESISTENCIA QUE OPONE EL DIODO A LA CORRIENTE DE RETORNO. EL DIODO DEBE CALCULARSE PARA SOPORTAR LA CORRIENTE DE CARGA MAXIMA PREVISTA PARA EL SISTEMA, DEBIENDO ADEMAS CONSTAR DE UN NUMERO SUFICIENTE DE ELEMENTOS EN SERIE, PARA SOPORTAR LA TENSION DE LA BATERIA. ESTE PROCEDIMIENTO RESULTA MUY EFICAZ Y, NORMALMENTE, SE EMPLEAN DIODOS SECOS DE SILICIO. COMO LA CORRIENTE PROMEDIO DEL SISTEMA DE ACUMULADORES ES DE 60 AMPERIOS, CON UN DIODO DE 70 AMPERES A 200 VOLTIOS, ES SUFICIENTE.

PARA CARGAR UNA BATERIA DE ACUMULADORES, NO BASTA RECTIFICAR LA CORRIENTE ALTERNA YA QUE COMO SABEMOS, EN EL TRANSCURSO DE LA CARGA SE ELEVA LA TENSION DE LOS ELEMENTOS DE LA BATERIA, POR LO QUE LA CORRIENTE DE CARGA DEBE REGULARSE DE FORMA CONVENIENTE. TAMBIEN HAY QUE TENER EN CUENTA LAS FLUCTUACIONES QUE PUEDAN PRODUCIRSE EN LA TENSION DE LA RED DE ALIMENTACION.

EN LOS CARGADORES DE BATERIAS CON ALIMENTACION POR CORRIENTE ALTERNA, ES POSIBLE OBTENER UNA VARIEDAD CONSIDERABLEMENTE MAYOR DE DISPOSITIVOS DE REGULACION QUE EN LOS CARGADORES ALIMENTADOS POR CORRIENTE CONTINUA. UNO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE REGULACION, QUE PROPORCIONAN MAYOR

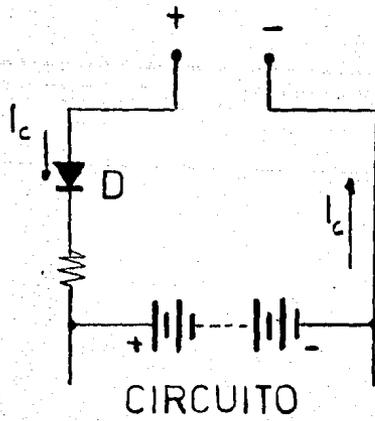


FIGURA III.10

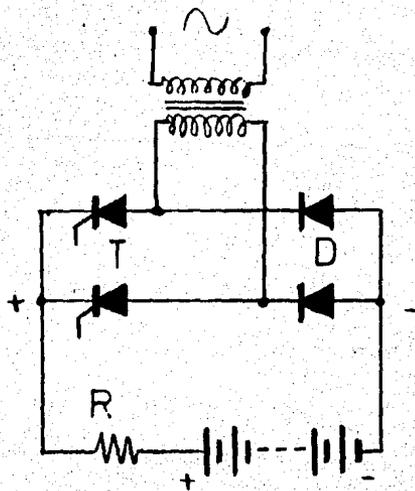


FIGURA III.11

EFICIENCIA ES EL DE REGULACION POR TIRISTORES, EL CUAL VAMOS A UTILIZAR PARA NUESTRO SISTEMA Y QUE PASAMOS A DESARROLLAR.

EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO Y CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS TIRISTORES, SE ESTUDIO AMPLIAMENTE EN EL CAPITULO PREVIO AL PRESENTE. SIN EMBARGO, PARA COMPRENDER MEJOR EL TEMA QUE VAMOS A TRATAR EN ESTE PARRAFO, ES CONVENIENTE RESUMIR SU PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO, ASI COMO CITAR LAS VENTAJAS E INCONVENIENTES QUE PRESENTAN ESTOS ELEMENTOS.

COMO SABEMOS EL TIRISTOR O RECTIFICADOR CONTROLADO DE SILICIO ES UN RECTIFICADOR QUE SE MANDA Y CONTROLA POR MEDIO DE UN TERCER ELECTRODO, LLAMADO GATILLO, MIENTRAS ESTE TERCER ELECTRODO NO ACTUA, EL TIRISTOR PRESENTA UNA GRAN IMPEDANCIA EN AMBOS SENTIDOS LO QUE EQUIVALE, PRACTICAMENTE A UN CORTE EN EL CIRCUITO EN QUE ESTA INSERTADO. SE DICE QUE EL TIRISTOR (SCR) ESTA BLOQUEADO. CUANDO SE ENVIA UN IMPULSO DE CORRIENTE A TRAVES DEL GATILLO, EL TIRISTOR SE "CEBA" Y SE VUELVE CONDUCTOR, SOLAMENTE EN UN SENTIDO, COMO UN RECTIFICADOR CONVENCIONAL. PERMANECE CONDUCIENDO MIENTRAS EXISTE TENSION ENTRE SUS BORNES, AUN DESPUES DE DESAPARECER EL IMPULSO DE CEBADO. ESTO DEPENDIENDO DE LAS CARACTERISTICAS TIPCAS DEL TIRISTOR EN USO, REFERENTES A LA CORRIENTE DE MANTENIMIENTO. PARA DESCEBAR EL TIRISTOR, ES DECIR, PARA BLOQUEARLO, HAY QUE ANULAR LA TENSION ENTRE BORNES, LO QUE SUCEDE AUTOMATICAMENTE PARA UNA CORRIENTE ALTERNA, 60 VECES POR SEGUNDO. EL CEBADO DE UN TIRISTOR SOLAMENTE NECESITA UN IMPULSO DE CORRIENTE DEL ORDEN DE 0.1 AMPERIOS, Y EN ALGUNOS VOLTIOS DE TENSION. POR CONSIGUIENTE, LA POTENCIA DE MANDO DE UN TIRISTOR ES MUY PEQUENA, SI SE LA COMPARA CON LA POTENCIA CONTROLADA, QUE PUEDE ALCANZAR ALGUNOS CENTENARES DE AMPERIOS BAJO ALGUNOS CENTENARES DE VOLTIOS.

NATURALMENTE, Y COMO CUALQUIER OTRO TIPO DE RECTIFICADOR, EL TIRISTOR PERMANECE BLOQUEADO DURANTE LOS PULSOS NEGATIVOS DE LA CORRIENTE. VARIANDO EL RETARDO DEL IMPULSO DE CEBADO, CON RELACION AL PRINCIPIO DE CADA ALTERNANCIA POSITIVA, SE PUEDE VARIAR LA PARTE ALTERNANTE RECTIFICADA POR EL TIRISTOR Y, POR LO TANTO, EL VALOR DE LA CORRIENTE MEDIA RECTIFICADA POR ESTE LO QUE PERMITE REALIZAR UNA ALIMENTACION CONTINUA REGULABLE. SE DENOMINA ANGULO DE CONDUCCION, AL ANGULO CORRESPONDIENTE A LA PARTE DE ALTERNANCIA POSITIVA DURANTE LA CUAL, EL TIRISTOR ES CONDUCTOR; POR ESTE ANGULO PUEDE REGULARSE ENTRE 0 (CORRIENTE NULA) Y 180 GRADOS (CORRIENTE MAXIMA).

LOS MONTAJES POSIBLES CON TIRISTORES SON MUY NUMEROSOS Y BASICAMENTE LOS MISMOS QUE LOS RECTIFICADORES CONVENCIONALES. DEBEMOS ADVERTIR SIN EMBARGO, QUE SI LO PERMITE LA TENSION DE LA RED, PUEDEN INSTALARSE SIN

ESTO
TRABAJA
NO DEBE
SER
DE LA
BIBLIOTECA

TRANSFORMADOR PREVIO, LO QUE CONSTITUYE UNA EVIDENTE VENTAJA, SOBRE LOS DEMAS TIPOS DE RECTIFICADORES.

EN LA FIGURA III.11.- SE REPRESENTA EL MONTAJE MONOFASICO EN PUENTE DE GRAETZ, QUE BASICAMENTE ES UN PUENTE RECTIFICADOR COMUN CON DIODOS. COMO EN CADA ALTERNANCIA, LA CORRIENTE ATRAVIESA DOS RECTIFICADORES EN SERIE, BASTA QUE UNO SOLO DE ELLOS SEA TIRISTOR PARA BLOQUEAR LA CORRIENTE HASTA EL CEBADO; EL OTRO PUEDE SER UN RECTIFICADOR DE SILICIO NORMAL, CON LO QUE SE OBTIENE UNA ECONOMIA DEBIDA A LA DIFERENCIA DE PRECIO ENTRE LOS RECTIFICADORES Y LOS TIRISTORES.

SE PUEDE OBERVAR QUE MEDIANTE ESTA FORMA DE CARGADO DE LAS BATERIAS, SE PUEDE PROVEER UNA CORRIENTE DE MANTENIMIENTO EN LAS BATERIAS DE MAGNITUD CONSTANTE.

PARA DETERMINAR EL ANGULO DE CONDUCCION EN LOS TIRISTORES DEL PUENTE VAMOS A UTILIZAR UN CIRCUITO SIMILAR AL DE CONMUTACION PARA EL INVERSOR. EN ESTE CASO ES UN ARREGLO DE FLIP-FLOP CON TRANSISTORES DE UNNIJUNTURA PROGRAMABLES (PUT) COMO OSCILADORES DE RELAJACION ACOPLADOS. CUANDO UNO DE LOS DISPOSITIVOS DE DISPARO ESTA ENCENDIDO, EL OTRO SIEMPRE VA ESTAR APAGADO .EL ENCENDIDO DE UNO INMEDIATAMENTE CAUSA EL APAGADO DEL OTRO MEDIANTE EL CAPACITOR C_t (FIGURA III.12). LA FRECUENCIA SE AJUSTA MEDIANTE EL POTENCIOMETRO DE 1 KOHM, R_1 , Y LA SIMETRIA DE AMBOS PULSOS DE DISPARO SE DETERMINA MEDIANTE EL POTENCIOMETRO R_2 DE 50 KOHMs. EL CIRCUITO SE ALIMENTA CON TENSION DIRECTA DE 24 VOLTIOS Y PROPORCIONA EL VOLTAJE SUFICIENTE PARA EL GATILLO DE LOS TIRISTORES DEL PUENTE.

COMO EN EL CASO DEL CALCULO DE DIODOS PARA EL RECTIFICADOR ,LOS DIODOS DE ESTE PUENTE TAMBIEN SON DE 30 AMPERES Y LOS TIRISTORES DE SIMILAR MAGNITUD.

LOS VALORES DE LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO CONMUTADOR SE DETALLAN EN EL DIAGRAMA ELECTRONICO DEL MISMO.

LA SALIDA DE ESTE ARREGLO SE CONECTA MEDIANTE UNA RESISTENCIA FIJA DE 470 OHMs ,UN POTENCIOMETRO DE 250 OHMs Y UN DIODO EN SERIE CON LA BATERIA DE ACUMULADORES. ESTE SISTEMA PROPORCIONARA UNA CORRIENTE DE MANTENIMIENTO CONSTANTE A LOS ACUMULADORES EN CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO NORMAL DEL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA.

ANEXO A ESTO IMPLEMENTAMOS UN CIRCUITO DE CARGA REGULADA AL BANCO DE ACUMULADORES DE MANERA QUE EN EL MOMENTO EN QUE EL INTERRUPTOR ESTATICO DETERMINE LA ENTRADA DE

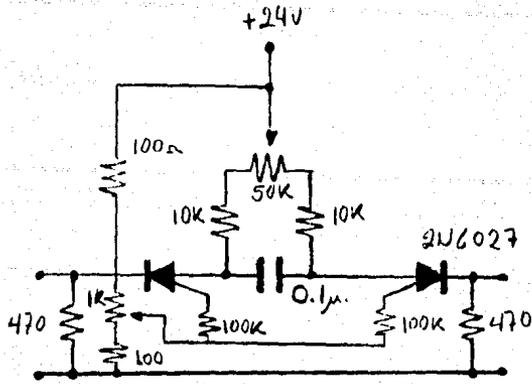


FIGURA III.12

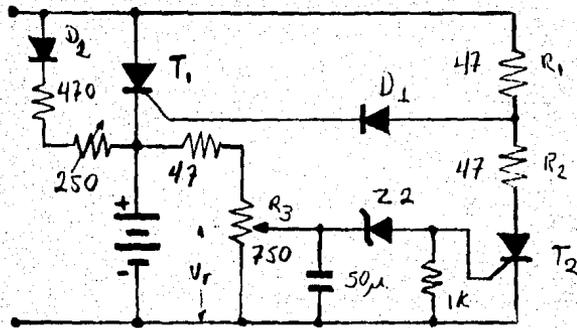


FIGURA III.13

BATERIA AL INVERSOR ,EL SISTEMA DE CARGADO DE MANTENIMIENTO QUEDE DESCONECTADO, PARA LUEGO ACTIVARSE EL SISTEMA DE CARGA REGULADA EL CUAL FUNCIONA DE LA SIGUIENTE MANERA.

CONSIDERANDO QUE EL BANCO DE ACUMULADORES ESTA SIENDO CARGADO POR ESTE SISTEMA, QUE PUEDE SER MANEJADO MANUALMENTE, AL ALCANZAR EL NIVEL DE CARGA COMPLETO, EL TIRISTOR UNO SE APAGA Y EL SISTEMA ESTA SIENDO CARGADO MEDIANTE LA RESISTENCIA Y EL DIODO, DETALLADO ANTERIORMENTE.

SI EL VOLTAJE DE LA BATERIA ES BAJO EL TIRISTOR UNO ES ACTIVADO EN CADA MEDIO CICLO MEDIANTE LA RESISTENCIA R1 Y EL DIODO D1, BAJO ESTAS CONDICIONES EL VOLTAJE DE REFERENCIA V_r DETERMINADO POR EL POTENCIOMETRO R3 ES MENOR QUE EL VOLTAJE DE RUPTURA DEL DIODO ZENER D2 Y EL TIRISTOR 2 NO PUEDE SER DISPARADO. A MEDIDA QUE EL VOLTAJE DE LA BATERIA ALCANZA SU VALOR NOMINAL, ES DECIR ESTA CARGADA, EL VOLTAJE EN ESTA TERMINAL IGUALA EL NIVEL DE VOLTAJE $V_r = V_z$ MAS EL VOLTAJE DEL GATILLO DEL TIRISTOR DOS Y ESTE ENTRA EN CONDUCCION EN CADA MEDIO CICLO. EL PRIMER DISPARO SE PRODUCE EN $\pi/2$ RADIANES (90) DESPUES DEL INICIO DE CADA MEDIO CICLO COINCIDIENDO CON EL VOLTAJE DE PICO ENTREGADO, CARGA A VOLTAJE MAXIMO .

MIENTRAS EL VOLTAJE DE LA BATERIA AUMENTA LA CARGA CONTINUA, EL ANGULO DE DE CONMUTACION DEL TIRISTOR 2 AVANZA HASTA QUE EL TIRISTOR ES CONMUTADO ANTES DE QUE LA ENTRADA DE ALTERNA SEA SUFICIENTE PARA CONMUTAR EL PRIMER TIRISTOR.

CUANDO EL TIRISTOR 2 ESTA EN CONDUCCION (ENCENDIDO) EL DIVISOR DE VOLTAJE DE R1 Y R2 MANTIENE EL DIODO D1 POLARIZADO INVERSAMENTE Y EL TISISTOR 1 NO SE PUEDE ACTIVAR. POR LO TANTO LA CARGA FUERTE SE INTERRUMPE, Y SE RESTABLECERA AUTOMATICAMENTE CUANDO EL VOLTAJE DE REFERENCIA V_r CAIGA POR DEBAJO DEL VOLTAJE DEL ZENER Y EL TIRISTOR 2 DEJE DE ACTIVARSE EN CADA CICLO.

ESTA FORMA DE CARGADO SE PUEDE CONTROLAR MANUALMENTE, COMO DIJIMOS, MEDIANTE EL POTENCIOMETRO R2 DE 250 OHMS, Y SE MANEJARA AUTOMATICAMENTE MEDIANTE LA INTERVENSION DEL INTERRUPTOR ESTATICO. OBSERVAR LA FIGURA III.13. PARA EL ARREGLO COMPLETO DEL CARGADOR, REGULADOR AUTOMATICO DE ACUMULADOR CON CIRCUITO DE CONMUTACION.

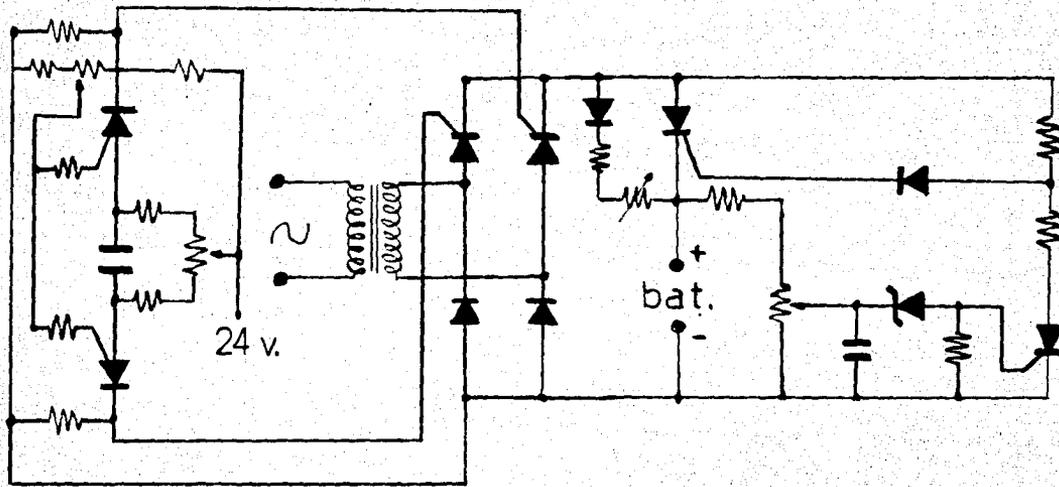


FIGURA III.14

C A P I T U L O I V

S I S T E M A O P E R A T I V O D E C A M B I O A R E S E R V A . -

EN ESTE CAPITULO SE VA A DESARROLLAR LA ETAPA CLAVE PARA CUALQUIER SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA DE ESTE TIPO, EL "INTERRUPTOR ESTATICO". BASICAMENTE EL CIRCUITO COMO TAL PARA EL INTERRUPTOR ESTATICO ES SENCILLO, LO IMPORTANTE DE ESTE DISPOSITIVO RADICA EN LOS SISTEMAS PERIFERICOS DETECTORES DE LOS CUALES CONSTA Y QUIENES SON LOS QUE VAN A DAR LA INSTRUCCION DE CONMUTACION. INFLUYE TAMBIEN POR SUPUESTO LA CALIDAD DEL DISPOSITIVO CONMUTADOR DE MANERA QUE LA VELOCIDAD DE CONMUTACION SEA LO MAS RAPIDA POSIBLE.

EL INTERRUPTOR ESTATICO VA HA TENER LA ENTRADA DE TENSION DIRECTA DEL BANCO DE ACUMULADORES Y LA SALIDA DEL RECTIFICADOR, QUE VIENE A SER TAMBIEN TENSION DIRECTA, POR LO CUAL DEBEMOS DISENAR UN DISPOSITIVO INTERRUPTOR DE CORRIENTE DIRECTA. UTILIZANDO TIRISTORES LOGRAMOS ESTE OBJETIVO, CONECTANDO AMBOS EN UN ARREGLO SIMILAR AL DE UN FLIP-FLOP, COMO SE OBSERVA EN LA FIGURA IV.1 PODEMOS DETERMINAR CUAL DE LAS FUENTES (BATERIAS O RECTIFICADOR) VA HA SER LA QUE PROPORCIONE LA SALIDA DEL SISTEMA.

LA CORRIENTE NOMINAL QUE PUEDEN PROPORCIONAR ESTAS FUENTES ES DE 50 AMPERES, POR LO CUAL, LOS TIRISTORES A UTILIZAR DEBEN POSEER COMO PARAMENTRO DE CORRIENTE PRINCIPAL 50 AMPS. RMS. CONECTANDO CADA UNA DE ESTAS FUENTES EN SERIE

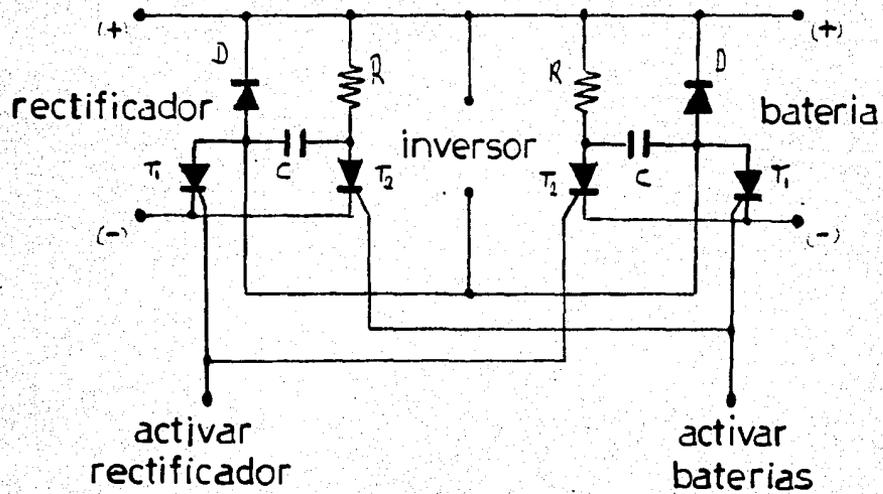


FIGURA IV.1

CON LOS TIRISTORES Y A SU VEZ EL ARREGLO EN PARALELO CON LA CARGA DETERMINAREMOS DE ACUERDO AL CONTROL DEL GATILLO DE CADA UNO DE LOS TIRISTORES, LA FUENTE DE ALIMENTACION.

OBSERVANDO LA FIGURA, SE PUEDE NOTAR QUE UTILIZAMOS DOS TIRISTORES DE CONMUTACION POR FUENTE, ESTO ES, UNO COMO YA SE MENCIONO PARA ACTIVAR LA FUENTE DETERMINADA Y EL OTRO PARA APAGAR O DESCONECTAR LA OTRA FUENTE, ES DECIR SIEMPRE SE ACTIVARAN LOS GATILLOS DEL ENCENDIDO DE UN LADO CON EL APAGADO DEL OTRO.

PARA QUE SIEMPRE UNO DE LOS TIRISTORES ESTE ENCENDIDO Y EL OTRO APAGADO CONECTAMOS ENTRE LOS ANODOS UN CAPACITOR, EL CUAL SE CARGARA CUANDO EL TIRISTOR UNO CONDUZCA Y DESCARGARA CUANDO LO HAGA EL SEGUNDO, ESTO EVITARA LA POSIBILIDAD DE QUE LAS DOS FUENTES ENTREN ALIMENTANDO LA CARGA AL MISMO TIEMPO PRODUCIENDO UN CORTO.

CUANDO UNA PEQUENA SENAL SE APLICA AL GATILLO DEL PRIMER PAR DE TIRISTORES ESTOS ENTRARAN EN CONDUCCION Y LA SALIDA DEL RECTIFICADOR SE CONECTARA A LA CARGA. EL LADO DERECHO DEL CONDENSADOR SE CARGA POSITIVAMENTE CON RESPECTO AL LADO IZQUIERDO A TRAVEZ DE R1. CUANDO EL SEGUNDO PAR DE TIRISTORES ES ENCENDIDO EL CONDENSADOR ES CONECTADO AL TIRISTOR 1 EL CUAL ES INVERSAMENTE POLARIZADO ENTRE EL ANODO Y EL CATODO. ESTE VOLTAJE INVERSO APAGA EL TIRISTOR, Y LA CORRIENTE A TRAVES DEL MISMO DISMINUYE HASTA CERO EXPONENCIALMENTE DE ACUERDO AL VALOR DE LA CAPACITANCIA Y ESTA VEZ LA FUENTE DE BATERIAS ALIMENTARA LA CARGA.

LOS DIODOS D1 Y D2 SE CONECTAN COMO PROTECCION PARA EL INTERRUPTOR ESTATICO, DE POSIBLES CORRIENTES DE REGRESO DE LA CARGA, Y DEBERAN POR CONSIGUIENTE SER DE 50 AMPS. Y POR SEGURIDAD DE 200 VOLTS DE POLARIZACION INVERSA. EL MINIMO VALOR DE LA CAPACITANCIA DE CONMUTACION PUEDE SER DETERMINADO DE ACUERDO A LA ECUACION GENERAL DE LA CORRIENTE DE UN CAPACITOR :

$$C = \frac{1.5 \times t_{off} \times I}{E} \text{ mfd.}$$

* DONDE t_{off} ES EL TIEMPO QUE TOMA EL TIRISTOR EN APAGARSE, ESPECIFICADO EN MICROSEGUNDOS.

I, ES LA CORRIENTE MAXIMA DE LA CARGA, EN ESTE CASO EL INVERSOR.

E, ES LA TENSION EN TERMINALES DE LAS FUENTES.

$$C = \frac{1.5 \times 15 \times 50}{24 \text{ V.}} = 46.8 \text{ mfd.}$$

OBSERVAMOS QUE LA CAPACITANCIA SERA DE 47 MICROFARADIOS A 50 VOLTIOS. LAS RESISTENCIAS DEBEN SER DE MUY BAJO VALOR OHMICO POR LO TANTO, CON RESISTENCIAS DE 100 OHMS SERA SUFICIENTE.

DISENADA ESTA LA PARTE OPERATIVA DEL INTERRUPTOR ESTATICO, SIN EMBARGO, LA PARTE MAS INPORTANTE ES LA QUE DETERMINA EL ENCENDIDO O APAGADO DE LOS TIRISTORES. PARA ESTO DEBEMOS CONSIDERAR QUE ESTO ESTA REGIDO POR EL CIRCUITO DETECTOR, ES DECIR, VAN A DETERMINAR FACTORES COMO AUSENCIA DEL VOLTAJE PRINCIPAL, AUMENTO EN DICHO VOLTAJE, VARIACIONES DE FRECUENCIA, ETC. SENALES TALES QUE SERAN PROPORCIONADAS POR CIRCUITOS QUE ESPECIFICAREMOS MAS ADELANTE.

POR LO TANTO, COMO DISPOSITIVO DETECTOR DE ESTAS SENALES Y CONTROLADOR DE TIRISTORES VAMOS A UTILIZAR UN GTO (GATE TURN OFF), EL CUAL ES UN DISPOSITIVO ELECTRONICO SIMILAR AL TIRISTOR CON LA UNICA DIFERENCIA DE QUE SIEMPRE ESTA EN CONDUCCION Y AL PROVEERLE DE SENAL EN EL GATILLO DEJA DE CONducIR LA CORRIENTE PRINCIPAL.

OBSERVANDO EN LA FIGURA IV.2 TENEMOS QUE CONECTANDO ESTE DISPOSITIVO EN SERIE CON UNA RESISTENCIA LIMITADORA AL GATILLO DEL PRIMER JUEGO DE TIRISTORS ASEGURAMOS LA CONDUCCION DE LOS MISMOS Y POR CONSIGUIENTE LA ALIMENTACION DE LA FUENTE DE SALIDA DEL RECTIFICADOR, Y MEDIANTE UN TRANSISTOR EN CONFIGURACION EMISOR COMUN TRABAJANDO COMO INVERSOR MANEJAMOS LOS GATILLOS DEL SEGUNDO JUEGO DE TIRISTORES, ES DECIR LA FUENTE DE ACUMULADORES. EL GATILLO DEL GTO ESTARA REGIDO POR LOS CIRCUITOS DEL DETECTOR.

AL DEJAR DE CONducIR EL GTO DISPARAREMOS EL SEGUNDO JUEGO DE TIRISTORES A TRAVEZ DE LA TENSION PROPORCIONADA POR EL INVERSOR Y MEDIANTE EL CAPACITOR(DE IGUAL MAGNITUD AL PRIMERO) ASEGURAMOS LA CONMUTACION DE FUENTES LA CUAL ESTARA REGIDA POR EL TIEMPO DE CONMUTACION DE LOS TIRISTORES Y EL GTO, EXCLUSIVAMENTE.

CIRCUITOS LOGICOS.-

NUESTRO SISTEMA VA A POSEER CIERTOS CIRCUITOS QUE

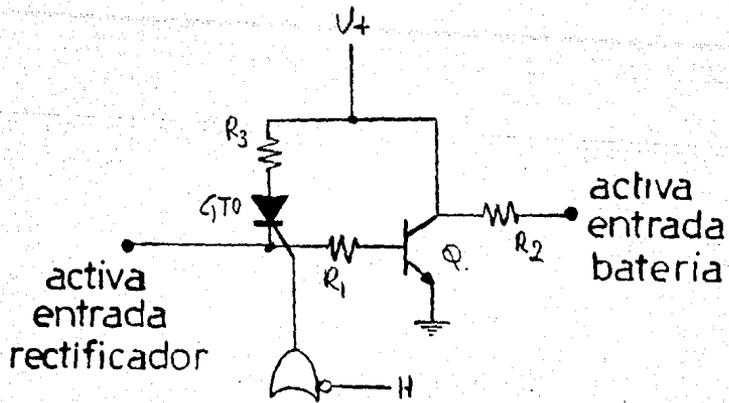


FIGURA IV.2

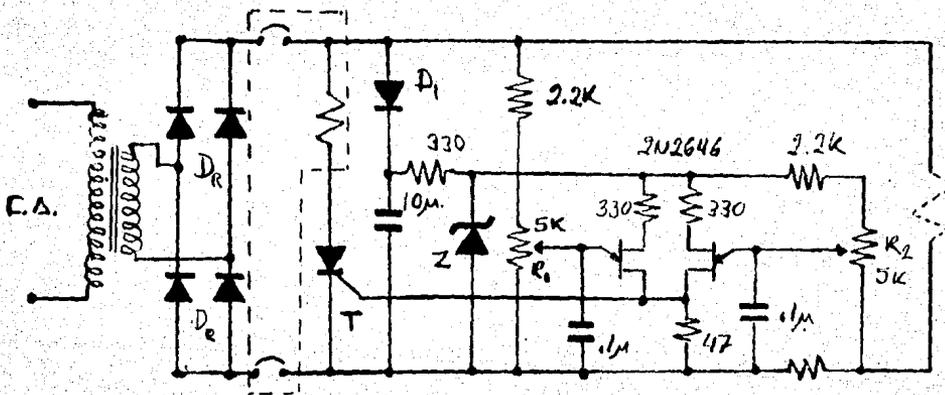


FIGURA IV.3

VAN A FORMAR EN CONJUNTO EL "CIRCUITO DETECTOR" DEL SISTEMA, DICHS DISPOSITIVOS TIENEN COMO FUNCION ESTAR MONITOREANDO CONSTANTEMENTE VARIAS ETAPAS PRIMORDIALES PARA UN BUEN FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA, Y PROVEER LAS SENALES LOGICAS PERTINENTES PARA LA PREVENCION Y/O CORRECCION DE LA FALLA.

LA ALIMENTACION ELECTRICA PARA ESTOS CIRCUITOS AUXILIARES DEBE SER CONSTANTE, DE OTRO MODO NO SE ESTABLECERIA UN CONSTANTE CONTROL DE LAS CONDICIONES DEL SISTEMA EN GENERAL, CON ESTO QUEREMOS DECIR QUE SEA CUAL FUERE LA CONDICION DE OPERACION DE LA FUENTE DE FUERZA ININTERRUMPIDA (CON O SIN LA FUENTE DE ENTRADA PRIMARIA) ES MENEISTER TENER ALIMENTADOS LOS CIRCUITOS DE MANERA QUE POR MEDIO DE ELLOS DETECTEMOS DE QUE SE TRATA LA FALLA.

DICHA FUENTE DE ALIMENTACION CONTINUA SE DESARROLLA EN EL CAPITULO CORRESPONDIENTE A SISTEMAS DE CONTROL Y PREVENCION, AQUI NOS OCUPAMOS DEL DISENO DE LOS DISPOSITIVOS MISMOS. A CONTINUACION PRESENTAMOS SEGUN EL ORDEN DE IMPORTANCIA DE CADA CIRCUITO.

*** DETECTOR DE ALTO/BAJO VOLTAJE EN FUENTE DE ALIMENTACION PRIMARIA .-

COMO EL NOMBRE LO SUGIERE ,LA FUNCION DE ESTE CIRCUITO ES LA DE CONTROLAR EL VOLTAJE DE CORRIENTE ALTERNA EN LA ALIMENTACION PRIMARIA DEL SISTEMA, VALE DECIR LA RED DE DISTRIBUCION DE CORRIENTE ALTERNA COMUN, BASANDOSE EN UN VOLTAJE DE REFERENCIA FIJADO EN 120 V.C.A. EL CIRCUITO DEBERA DETECTAR CAMBIOS EN EL VOLTAJE Y TRANSMITIR LA INFORMACION AL CIRCUITO CONTROLADOR, EL CUAL DETERMINARA LA ACCION A TOMAR.

PARA FACILITAR EL MANEJO DE LA INFORMACION DE LOS CMBIOS DEL VOLTAJE O LA CORRIENTE DE LA FUENTE PRIMARIA ES PREFERIBLE TRABAJAR EN BAJO VOLTAJE Y MEDIANTE UN CIRCUITO RECTIFICADOR TENER LA INFORMACION EN CORRIETE DIRECTA, ESTO PARA PODER RELACIONARNOS MAS FACILMENTE CON LOS DEMAS CIRCUITOS DE CONTROL.

PARA ESTE PROPOSITO COLOCAMOS UN TRANSFORMADOR DE TENSION DE 120V. A 24V.(RELACION 10/2), MONOFASICO TIPO COMERCIAL A LA ENTRADA DE LA LINEA PRIMARIA, MEDIANTE UN CIRCUITO RECTIFICADOR DE PUENTE OBTENEMOS UNA SALIDA DE 24 V.C.D. MEDIANTE EL CIRCUITO CONECTADO A LA SALIDA DE DIRECTA TENEMOS LA CAPACIDAD DE DETECTAR Y PROTEGER EL SISTEMA DE CAMBIOS TRANSITORIOS DE VOLTAJE EN LA LINEA DE ENTRADA Y CONDICIONES DE CORTO CIRCUITO EN EL SISTEMA.

DETALLADO EN EL CIRCUITO DE LA FIGURA IV.3.

SI LA SALIDA DE CORRIENTE DIRECTA EXCEDE EL VALOR MAXIMO PRESTABLECIDO MEDIANTE EL POTENCIOMETRO R1, EL VOLTAJE EN EL EMISOR DEL TRANSISTOR DE UNIJUNTURA (UJT), NUMERO UNO EXCEDE EL PUNTO DE VOLTAJE PICO, CAUSANDO QUE DICHO UJT, SE DISPARE ACTIVANDO A SU VEZ EL SCR. POR LO TANTO, TODO EL VOLTAJE DE LA FUENTE SE APLICA A LA BOBINA DEL INTERRUPTOR, EL CUAL DESACTIVA DE LA LINEA DE ALIMENTACION AL SISTEMA DE CONTROL Y SE PRODUCE LA SENAL DE CONTROL REQUERIDA PARA PREVENIR DE UN DESEQUILIBRIO EN LA ALIMENTACION PRIMARIA, COMO SE PUEDE OBSERVAR EN LA FIGURA IV.4 SE UTILIZA UN OPTOACOPLADOR PARA OBTENER ESTA SENAL COMPLETAMENTE AISLADA DEL CIRCUITO PROTECTOR Y MANIPULARLA INDIVIDUALMENTE, A UN NIVEL LOGICO (SV).

MIENTRAS EL INTERRUPTOR SE ACTIVA, LA BOBINA DEL MISMO INSTANTANEAMENTE BAJA LA TENSION DE LA LINEA, EVITANDO UN AUMENTO DE VOLTAJE EN LA CARGA, MIENTRAS EL INTERRUPTOR OPERA COMPLETAMENTE. ESTE CIRCUITO TAMBIEN PROTEGE LA CARGA Y LA FUENTE DE DIRECTA DE UN CORTOCIRCUITO, MONITOREANDO LA CORRIENTE A TRAVES DE R3. CUANDO EL VOLTAJE EN R3 EXCEDE EL MAXIMO PRESTABLECIDO POR MEDIO DEL POTENCIOMETRO R2 EL VOLTAJE EN EL EMISOR DEL UJT-2 EXCEDE EL PUNTO DE VOLTAJE PICO, PRODUCIENDOSE UNA VEZ MAS EL DISPARO DEL SCR, OBTENIENDO LOS MISMOS RESULTADOS.

PARA ESTABLECER EL VOLTAJE DE DISPARO DEL UJT, EL VOLTAJE A TRAVES DE R3 PUEDE SER MUY BAJO, EN UN RANGO DE 100 MILIVOLTIOS A 500 mv. DEPENDIENDO DE NUESTRA CARGA.

EN EL CIRCUITO EN CUESTION EL DIODO D1 Y EL CONDENSADOR C3 SE USAN PARA PROPORCIONAR UN DISPOSITIVO DE FILTRAJE PARA VOLTAJES NEGATIVOS LOS CUALES PODRIAN CAUSAR UN MAL FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO. LOS VALORES DE LOS POTENCIOMETROS R1 Y R2 SE DEBEN ESCOGER DE MANERA QUE TENGAN UNA APROPIADA CONSTANTE DE TIEMPO CON C1 Y C2, PARA DETERMINAR EL TIEMPO-VOLTAJE REQUERIDO PARA LA ACCION PROTECTORA. PARA NUESTROS PROPOSITOS CON LOS VALORES DE RESISTENCIA 5 K. Y CAPACITANCIA DE .1 MICROFARADIOS, EL CIRCUITO REPONDERA A UN TIEMPO RASONABLEMENTE APROPIADO, CON UNA CONSTANTE DE TIEMPO MAXIMA DE 500 MICROSEGUNDOS.

EL DIODO D2 ES UN DIODO ZENER QUE SIRVE PARA FIJAR EL VOLTAJE DE POLARIZACION DE LOS UJT, CON SUS RESPECTIVAS RESISTENCIAS. PARA DETERMINAR EL VALOR DEL SCR A UTILIZAR, TOMAMOS EN CUENTA QUE EL SISTEMA, DE ACUERDO A CALCULOS PRECEDENTES MANEJA UNA CORRIENTE DE 50 AMPERES, POR LO QUE SI UTILIZAMOS UN TIRISTOR DE CORRIENTE PRINCIPAL NOMINAL DEL DOBLE, EL CIRCUITO FUNCIONARA DEBIDAMENTE. CONSIDERANDO ESTO SE PUEDE OBSERVAR EN UN CATALOGO DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS QUE UN TIRISTOR DE ESTE TIPO PUEDE MANEJAR UNA CORRIENTE DE

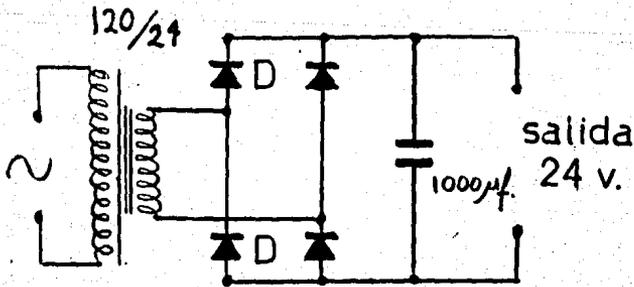


FIGURA IV.5

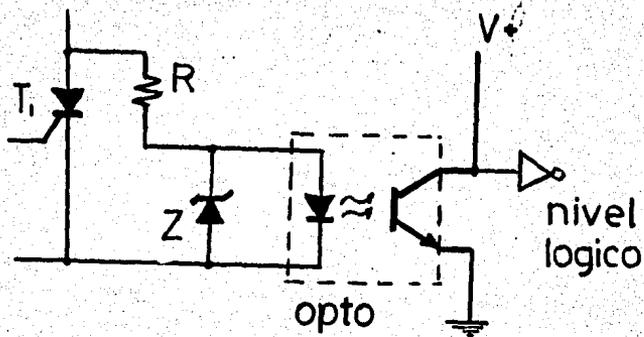


FIGURA IV.4

HASTA 2000 AMPERIOS POR 2 MILLISEGUNDOS SIN DANARSE. POR LO QUE OBSERVAMOS QUE EL SISTEMA QUEDARA PERFECTAMENTE PROTEGIDO ANTE CUALQUIER CORTOCIRCUITO.

EN LA FIGURA IV.5 SE DETALLA EL CIRCUITO COMPLETO CON LOS VALORES DE CADA ELEMENTO DEBIDAMENTE ESPECIFICADOS. INCLUYENDO EL ARREGLO PARA LA ETAPA REDUCTORA-CONVERTIDORA DE TENSION.

*** DETECTOR DE SOBRECARGA A LA SALIDA DEL SISTEMA.-

ES DE EVIDENTE IMPORTANCIA POSEER UN DISPOSITIVO DETECTOR SE SOBRECARGA AL SISTEMA, PARA PROTEGER AL MISMO Y A LA CARGA DE UN POSIBLE DANO CRITICO. EN EL CASO DE SOBRECARGAR EL SISTEMA EL CIRCUITO MAS AFECTADO PUEDE SER EL INVERSOR, YA QUE SI LA CORRIENTE EN EL MISMO SOBREPASA LOS LIMITES ESTABLECIDOS SE PUEDE PRODUCIR UN CORTOCIRCUITO QUE DESENCADENARIA UN DANO GENERAL AL EQUIPO.

POR LO TANTO, CON UN CIRCUITO SIMILAR AL DEL DISPOSITIVO DE CONTROL DE VOLTAJE DE ENTRADA PRIMARIA, DEFINIREMOS UNA FORMA DE CONTROL PRECISA DE LA CORRIENTE DE SALIDA DE NUESTRO SISTEMA.

EL CIRCUITO DETECTOR SE CONECTARA A LA SALIDA DEL INVERSOR, QUE COMO MENCIONAMOS ANTES ES EL CIRCUITO QUE MANEJA LA CORRIENTE DE SALIDA, LA CORRIENTE SE MONITOREA A TRAVES DE LA RESISTENCIA DOS. CUANDO EL VOLTAJE EN ESTA RESISTENCIA SOBREPASE EL VALOR LIMITE ESTABLECIDO POR EL POTENCIOMETRO R1, EL VOLTAJE DEL EMISOR DEL UJT EXCEDE EL PUNTO PICO DE VOLTAJE, CAUSANDO QUE ESTE SE DISPARE Y ENVIE LA SENAL DE CONTROL DE SOBRECARGA A UN CIRCUITO RETARDADOR, QUE NOS PROPORCIONARA UNA SENAL AUDIBLE Y LUMINOSA DE LA CONDICION, PARA LUEGO DESACTIVAR AUTOMATICAMENTE EL SISTEMA, ESTA ETAPA DEL CIRCUITO SE DETALLA EN EL SIGUIENTE CAPITULO, EN LA FIGURA IV.6 SE PRESENTA SOLO LA PARTE DETECTORA DE CORRIENTE COMO EN EL CIRCUITO ANTERIOR, EL DIODO D1 Y C2, SIRVEN PARA PREVENIR EL CIRCUITO DE UN VOLTAJE INVERSO Y UNA FALSA ALARMA Y EL DIODO ZENER PARA ESTABLECER EL VOLTAJE DE POLARIZACION DEL UJT.

*** DETECTOR DE SOBRETENPERATURA DEL SISTEMA.-

EL SOBRECIENTAMIENTO DE CIERTOS DISPOSITIVOS ELECTRONICOS COMO SER LOS TIRISTORES O DIODOS, PUEDE AFECTAR DIRECTAMENTE EL FUNCIONAMIENTO DE LOS MISMOS Y EN CONSECUENCIA EL FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO COMPONENTE, PARA NUESTRO CASO LOS TIRISTORES DEL CIRCUITO INVERSOR Y EL

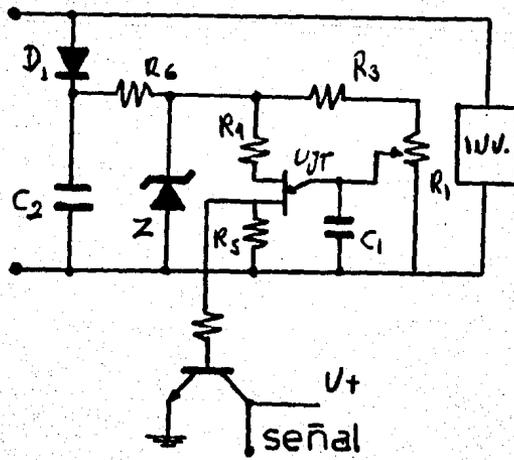
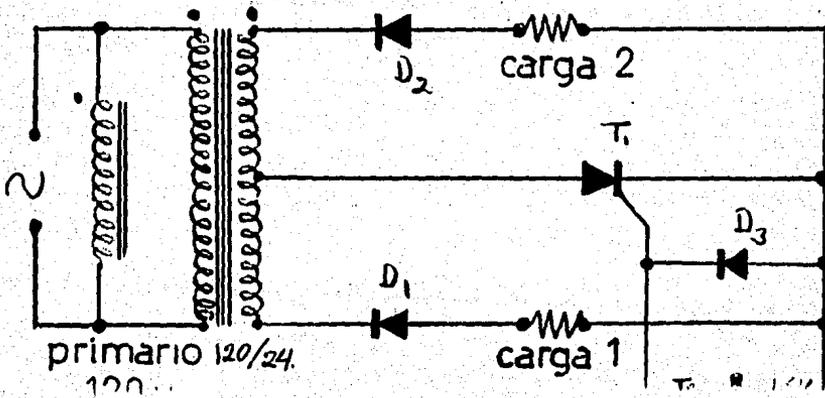


FIGURA IV.6



RECTIFICADOR SON LOS DE MAYOR IMPORTANCIA YA QUE SI DEJAN DE DESEMPEÑAR BIEN SU PAPEL ESTO AFECTA DIRECTAMENTE LA OPERACION DEL SISTEMA.

POR LO TANTO VAMOS A INSTALAR UN CIRCUITO CAPAZ DE MONITOREAR LA TEMPERATURA DEL SISTEMA MEDIANTE TERMISTORES, ESTRATEGICAMENTE COLOCADOS. UN CIRCUITO COMO EL DE LA FIGURA IV.7 NOS PROPORCIONA SENALES DE CONTROL DE BAJA/ALTA TEMPERATURA, PREVIO ESTABLECIMIENTO DE RANGOS VALIDOS.

EL PUENTE CONSTRUIDO CON DOS RESISTENCIAS FIJAS UN POTENCIOMETRO Y LOS TERMISTORES ESTA CONECTADO A LA ENTRADA DE ALTERNA MEDIANTE EL DEVANADO SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR T1 DE 6.3 V.. CUANDO EL PUENTE ESTA BALANCEADO, SU SALIDA DE C.A. ES CERO, Y EL TIRISTOR NO RECIBE SENAL DE DISPARO EN EL GATILLO. DE OTRO MODO, SI EL PUENTE SE DESBALANCEA POR AUMENTO O DISMINUCION DE LA RESISTENCIA DEL TERMISTOR, POR CAMBIOS DE TEMPERATURA, UN VOLTAJE DE C.A. APARECERA A TRAVES DE LOS TERMINALES DE GATILLO Y CATODO DEL TIRISTOR. DEPENDIENDO DEL SENTIDO DE DESBALANCEO DEL PUENTE, UN VOLTAJE POSITIVO DE GATILLO ESTARA EN FASE O BIEN 180 GRADOS DESFASADO CON LA FUENTE DE ALTERNA.

SI EL VOLTAJE POSITIVO ESTA EN FASE, EL TIRISTOR ENTREGARA CORRIENTE A TRAVES DE D1 A LA CARGA 1, Y EL DIODO D2 BLOQUEARA LA CORRIENTE HACIA LA CARGA 2. SIMILARMENTE, SI EL VOLTAJE ESTA DESFASADO 180 GRADOS, EL DIODO D2 CONDUCCIRA PARA LA CARGA 2, Y EL DIODO D1 ESTARA INVERSAMENTE POLARIZADO EN ESTAS CONDICIONES. EL DIODO D3 SIRVE PARA PREVENIR VOLTAJE NEGATIVO EXCESIVO EN EL TERMINAL GATILLO-CATODO DEL TIRISTOR.

LOS TERMISTORES A UTILIZAR DEBEN TRABAJAR EN UN RANGO DE 80 A 150 GRADOS CENTIGRADOS Y DE ACUERDO A LA RESISTENCIA QUE PRESENTEN A UNA TEMPERATURA PRESTABLECIDA SE BALANCEARA EL PUENTE.

*** DETECTOR DE PRESENCIA/AUSENCIA BATERIAS .-

EN ESTE SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA ES DE SUMA IMPORTANCIA EL HECHO DE QUE EL BANCO DE BATERIAS ESTE PRESENTE Y EN BUENAS CONDICIONES PARA SU OPERACION, DADO EL CASO; POR LO CUAL UTILIZAMOS UN SENCILLO CIRCUITO DETECTOR DE PRESENCIA DE VOLTAJE DE LOS ACUMULADORES PARA MONITOREARLOS CONSTANTEMENTE COMO SENAL DE PREVENCION.

CONECTANDO EL CIRCUITO DE LA FIGURA IV.8 A LA

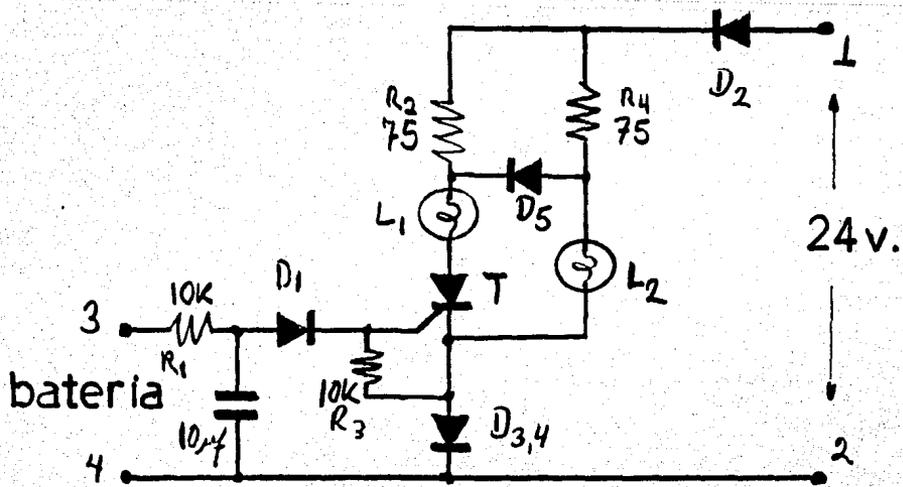


FIGURA IV. 8

SALIDA DEL RECTIFICADOR MEDIANTE LOS TERMINALES 1 Y 2, LA CORRIENTE FLUYE A TRAVES DE R4, L2, D3 Y D4, CERRANDO UN CIRCUITO E ILUMINANDOSE LA LAMPARA L2 CON L1 APAGADA. SI LOS TERMINALES 3 Y 4 SE CONECTAN AL BANCO DE ACUMULADORES TENIENDO UN VOLTAJE DE MANTENIMIENTO ESTABLECIDO POR R1 Y D1, EL TIRISTOR SE DISPARA ACTIVANDO LA LAMPARA L1 Y APAGANDO L2 MEDIANTE D5, EL VOLTAJE DE MANTENIMIENTO SE ESTABLECE MEDIANTE EL ARREGLO DE DIODOS D1, D3 Y D4.

POR MEDIO DE ESTE CIRCUITO, NOS ASEGURAMOS DE TENER BIEN CONECTADO EL BANCO DE ACUMULADORES, DESPUES DE UN CAMBIO O REALIZADO UN SERVICIO DE MANTENIMIENTO A LOS MISMOS.

RANGOS DE VARIACION Y TOLERANCIA.-

REFERIMOS CON RANGOS DE VARIACION Y TOLERANCIA A LOS DIFERENTES VALORES DE VOLTAJE, CORRIENTE, TEMPERATURA O DEMAS, SEGUN SEA EL CASO PARA LOS CUALES LOS CIRCUITOS DE PROTECCION O PREVENCION RESPECTIVOS DEBEN TOMAR DECISIONES DE CAMBIO EN LAS CONDICIONES DE OPERACION NORMAL DEL SISTEMA COMPLETO.

COMO HEMOS ESPECIFICADO ANTERIORMENTE, EL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA SE RIGE EN SU FUNCIONAMIENTO POR UNA SERIE DE SENALES DE CONTROL QUE LE ESTABLECEN CIERTO REGIMEN DE COMPORTAMIENTO DE ACUERDO A CONDICIONES INTERNAS Y/O EXTERNAS, ES POR ELLO QUE CADA UNO DE LOS CIRCUITOS DETECTORES DEBE DE COLOCARSE A UN NIVEL ESPECIFICO DE OPERACION, Y SON ESTOS LOS VALORES TOLERADOS QUE PARA NUESTRO CASO LISTAMOS A CONTINUACION.

ESPECIFICACION	RANGO DE VARIACION		UNIDADES
	MAXIMO	MINIMO	
* VOLTAJE ENTRADA PRIMARIA	130	110	V.C.A
* VOLTAJE BATERIAS	27	20	V.C.D.
* SOBRECARGA	55	-	AMP.
* TEMPERATURA	100	-	GRADOS CENTIG.
* FRECUENCIA	61.5	58.5	HERTZ

COMO SE HAN DESARROLLADO LOS DIFERENTES CIRCUITOS DE DETECCION DE NUESTRO SISTEMA, CADA UNO DE ELLOS POSEE DISPOSITIVOS DE CALIBRACION O AJUSTE, SEGUN SEA EL CASO; COMO SON LOS POTENCIOMETROS. MEDIANTE ESTOS DISPOSITIVOS ELECTRONICOS, SE VAN A REALIZAR LOS AJUSTES ESPECIFICADOS PARA ENTRAR DENTRO LOS RANGOS DE VARIACION Y TOLERANCIA DETALLADOS. POR LO QUE DEBEMOS HACER INCAPIE QUE DICHOS AJUSTES, DETERMINARAN LOS VALORES DE CADA ELEMENTO, Y SOLO SE DEBERAN REALIZAR UNA VEZ IMPLEMENTADA LA FUENTE Y SUS COMPONENTES INTERNOS E INCLUSO EXTERNOS PARA CIERTOS AJUSTES DE PROTECCION, COMO SER LA SOBRECARGA, POR EJEMPLO.

C A P I T U L O V

S I S T E M A S D E C O N T R O L Y P R E V E N C I O N

VAMOS AHORA A ENFOCAR NUESTRA ATENCION A LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD QUE POSEERA EL SISTEMA EN GENERAL. DICHS DISPOSITIVOS SE DISENAN DE ACUERDO CON LAS CARACTERISTICAS PREVIAS DE CADA UNA DE LAS PARTES A CONTROLAR Y/O MONITOREAR. VAMOS EN PRIMERA INSTANCIA A CONSIDERAR LOS DISPOSITIVOS QUE PRIMORDIALMENTE REQUIEREN CONTROL EN SU FUNCIONAMIENTO.

REQUERIMIENTOS DE CONTROL.-

A CONTINUACION SE VAN A LISTAR DETALLADAMENTE TODAS LAS SENALES DE CONTROL QUE SE COLOCARAN EN EL TABLERO INDICATIVO DEL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA.

ENTRADA PRIMARIA.- CON UNA LAMPARA PILOTO SE DEBE MONITOREAR LA PRESENCIA DE LA FUENTE DE TENSION PRIMARIA, NO IMPORTANDO LAS CONDICIONES DE LA MISMA, VALE DECIR, SI ESTA A BAJO O ALTO VOLTAJE, CON ESTA SENAL SOLO SE DETERMINARA SU PRESENCIA.

ENTRADA BATERIAS.- POR MEDIO DE OTRA LAMPARA PILOTO SE MONITOREA LA ENTRADA DE VOLTAJE DEL BANCO DE BATERIAS, SIMILARMENTE AL CASO ANTERIOR, LA FUNCION DE ESTA ES INDICAR LA PRESENCIA MEDIANTE EL CIRCUITO QUE SE DETALLO EN EL CAPITULO ANTERIOR.

OPERACION INVERSOR.- ESTE ES UN ASPECTO MUY IMPORTANTE A CONTROLAR, YA QUE EL CORAZON MISMO DEL SISTEMA ES EL CIRCUITO INVERSOR Y SIEMPRE DEBE ESTAR FUNCIONANDO POR LO QUE ES MENESTER MONITOREARLO.

SOBRECARGA SISTEMA.- MEDIANTE EL CIRCUITO DETALLADO EN EL CAPITULO PRECEDENTE SE COLOCA UNA LAMPARA QUE NOS PROPORCIONARA LA SENAL DE PREVENCION SI ES QUE EL SISTEMA ESTA SOBRECARGADO, Y SE PROPORCIONARA UN TIEMPO RAZONABLE PARA TOMAR ACCION AL RESPECTO.

TEMPERATURA.- CON UN PAR DE LAMPARAS PILOTO SE CONTROLA LA TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE MAYOR IMPORTANCIA EN EL DESEMPEÑO DEL SISTEMA. UNA DE COLOR VERDE INDICARA UN NIVEL DE TEMPERATURA TOLERABLE Y LA ROJA, CONDICIONES DE SOBRETENPERATURA.

FRECUENCIA.- ESTA LAMPARA NOS INDICARA SI LA FRECUENCIA DE LA LINEA DE ALIMENTACION ESTA DESFASADA RESPECTO A LA PRESTABLECIDA POR EL CIRCUITO DE CONMUTACION DEL INVERSOR, ACTIVANDO EL INTERRUPTOR ESTATICO, PARA TRABAJAR CON BATERIAS.

SALIDA DISPONIBLE.- ESTA LAMPARA NOS INDICARA SI LA SALIDA DEL SISTEMA DE FUERZA INITERRUMPIDA ESTA DISPONIBLE; DESPUES DE UNA POSIBLE FALLA, EL SISTEMA DE PROTECCION PUEDE DESABILITAR LA SALIDA, O SIMPLEMENTE SI EL FUSIBLE ESTA ABIERTO NO HABRA TENSION A LA SALIDA, Y ESTA SENAL NOS PREVENDRA AL RESPECTO.

DISPOSITIVOS DE CONTROL.-

COMO LA ENTRADA DEL RECTIFICADOR ESTA DIRECTAMENTE CONECTADA A LA ENTRADA PRIMARIA DE TENSION, SE CONECTA EN ESTA ETAPA LA LAMPARA PILOTO PARA CONTROL DE VOLTAJE. ESTO SE DETALLA EN LA FIGURA V.1.

MEDIANTE UN ARREGLO LOGICO, ESTA SENAL EN LA LAMPARA PILOTO SE CONECTA AL CIRCUITO DE CONMUTACION DEL INTERRUPTOR ESTATICO, COMO SE DETALLA EN LA FIGURA V.2.- DE MANERA QUE ESTA SEA UNA DE LAS SENALES DE CONTROL DE CAMBIO A RESERVA DEL INTERRUPTOR ESTATICO. POR MEDIO DE COMPUERTAS OR SE CONECTAN TODAS LAS SENALES PERTINENTES PARA LA OPERACION DE ESTE CIRCUITO.

LA PRESENCIA DE VOLTAJE DEL BANCO DE BATERIAS, SE MONITOREA, DE ACUERDO AL CIRCUITO DESARROLLADO; CON UNA LAMPARA ROJA QUE INDICA CUANDO LAS BATERIAS NO ESTAN CONECTADAS O BIEN ESTAN MUY DESCARGADAS, ESTA SENAL SE CONECTA A SU VEZ A UNA COMPUERTA DESABILITADORA DEL INTERRUPTOR ESTATICO, DE TAL MANERA QUE DICHO INTERRUPTOR NO PRETENDA HACER EL CAMBIO DE FUENTE, SIN ESTAR LA DE RESERVA O BATERIAS, PRESENTE. SI DICHO BANCO DE BATERIAS ESTA PERFECTAMENTE CARGADO Y CONECTADO SE ENCIENDE UNA LAMPARA VERDE QUE NOS INDICA QUE LAS CONDICIONES DE CAMBIO ESTAN ESTABLECIDAS CON LAS BATERIAS.

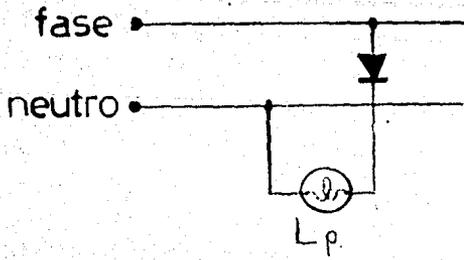


FIGURA V.1

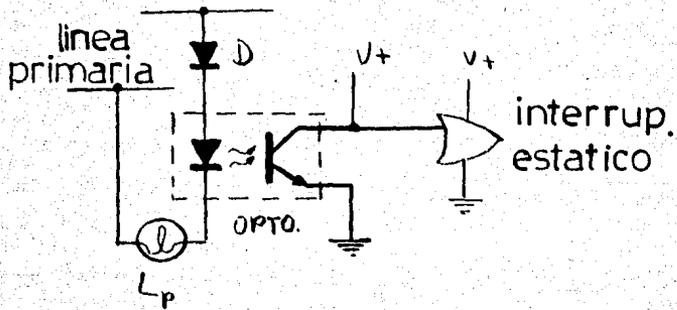


FIGURA V.2

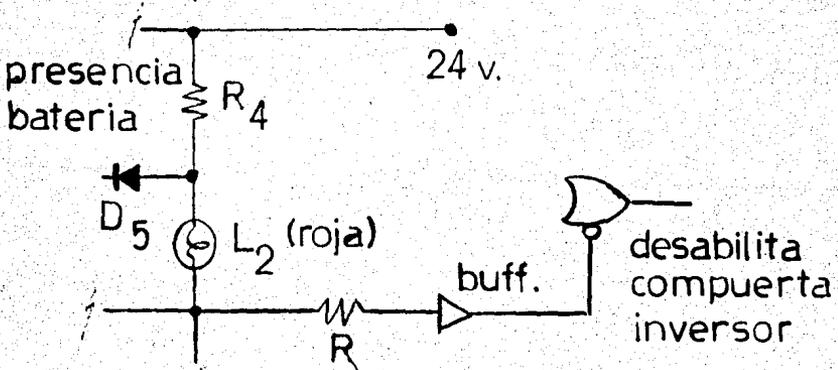


FIGURA V.3

EL ARREGLO REQUERIDO PARA ESTA CONDICION DE OPERACION SE GRAFICA EN LA FIGURA V.3 JUNTO CON LAS ESPECIFICACIONES DE COMPONENTES NECESARIOS. EL DISPOSITIVO PARA INHIBIR EL INTERRUPTOR ESTATICO ES LA SENAL DE CONTROL EN LA COMPUERTA OR QUE SE VA UTILIZAR, CUANDO EL NIVEL LOGICO EN ESTA SENAL ES CERO LA COMPUERTA FUNCIONA DE OTRO MODO NO PERMITIRA EL PASO DE LAS SENALES DE CONTROL AL INTERRUPTOR ESTATICO.

PARA ASEGURAR QUE EL CIRCUITO INVERSOR ESTA TRABAJANDO CORRECTAMENTE SE COLOCA UNA LAMPARA PILOTO EN UNA DE LAS TERMINALES DE SALIDA DEL FILTRO DE ALTERNA DEL INVERSOR, DE ESTA FORMA MONITOREAMOS DIRECTAMENTE SU FUNCIONAMIENTO. DICHA LAMPARA VA INSTALADA EN EL TABLERO INDICATIVO DEL SISTEMA Y SIEMPRE QUE EL SISTEMA ESTE TRABAJANDO DEBERA ESTAR ENCENDIDA, ESTA LAMPARA TAMBIEN DESEMPEÑA LA FUNCION DE ASEGURAR UNA SALIDA DISPONIBLE EN EL SISTEMA, APARTE DE LA LAMPARA ESPECIFICA, QUE DETALLAREMOS ADELANTE.

EL DISPOSITIVO DE CONTROL RELACIONADO CON LA SOBRECARGA DEL SISTEMA SE MANEJA MEDIANTE UNA LAMPARA QUE SE ENCIENDE EN ROJO SI ES QUE LA CORRIENTE DE SALIDA DEL SISTEMA SOBREPASA EL NIVEL PREESTABLECIDO POR EL CIRCUITO DE CONTROL QUE SE ESPECIFICO ANTERIORMENTE, Y A SU VEZ POR MEDIO DEL TIRISTOR CONECTADO AL TERMINAL POSITIVO DE LA FUENTE DE DIRECTA SE ACTIVA UN CIRCUITO DE TIEMPO, QUE NOS PROPORCIONA UN RETARDO DE 30 SEGUNDOS, AL MISMO TIEMPO QUE SUENA UNA ALARMA, AL TERMINO DE ESTE TIEMPO SE PRODUCE UNA SENAL QUE AUTOMATICAMENTE DESACTIVA EL SISTEMA EN ALIMENTACION, ESTO SE LOGRA DISPARANDO EL GATILLO DEL TIRISTOR CONECTADO EN PARARELO A LA ENTRADA DEL INVERSOR, PONIENDO EN CORTO ESTA A TRAVES DE LA RESISTENCIA Y DESACTIVANDO EL INVERSOR. DICHO CIRCUITO SE ESPECIFICA EN LA FIGURA V.4 Y V.5.

EN LA SECCION DE ESPECIFICACIONES SE ESTABLECE ESTA CONDICION DE INTERRUPCION ,PARA TOMAR LAS MEDIDAS NECESARIAS.

AHORA CONSIDERAMOS EL DISPOSITIVO DE CONTROL DEL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA EN CONDICIONES DE EXCESO DE TEMPERATURA O SOBRECALENTAMIENTO DE CIERTO CIRCUITO. COMO DIJIMOS ANTES, LA TEMPERATURA SE CONTROLA POR MEDIO DE TERMISTORES, ESTOS VAN COLOCADOS EN LOS DISIPADORES DE CALOR DE LOS TIRISTORES DEL INVERSOR Y LOS DIODOS DEL RECTIFICADOR, DE MANERA QUE A UN NIVEL DE TEMPERATURA EN EL QUE LAS CARACTERISITCAS NOMINALES DE FUNCIONAMIENTO DE ESTOS DISPOSITIVOS ELECTRONICOS EMPIEZAN A CAMBIAR SE DETERMINE UNA CONDICION DE EMERGENCIA Y EL SISTEMA, DE MANERA SIMILAR AL CASO ANTERIOR SE DESACTIVE. ESTO ES PRIMORDIALMENTE PARA QUE DICHS DISPOSITIVOS NO LLEGUEN A DANARSE PREVINIENDO ASI UN

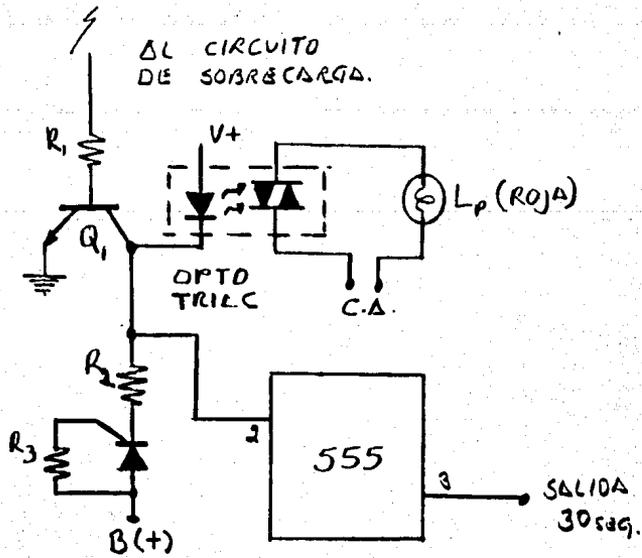


FIGURA V.4

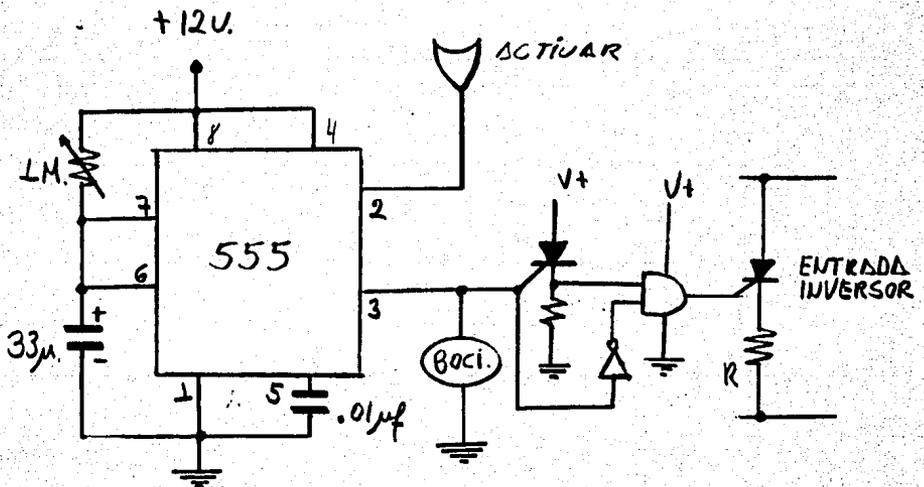


FIGURA V.5

DANO MAYOR EN EL SISTEMA DE COMPUTO AL CUAL ESTAN ALIMENTANDO (FIGURA V.6).

A ESTE RESPECTO ES MENESTER HACER LA ACLARACION DE QUE EL ESTABLECIMIENTO DE LOS RANGOS TOLERADOS PARA LA ACTIVACION DEL CIRCUITO DE TIEMPO DE INTERRUPCION, DEBE SER REALIZADO CON MUCHO CUIDADO Y A VALORES PRECISOS, YA QUE DE OTRO MODO EL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA NO SE COMPORTARA COMO TAL, INTERRUMPIENDOSE A CADA MINIMO CAMBIO EN LA TEMPERATURA O LA CORRIENTE DE SALIDA, SEGUN SEA EL CASO.

SI LA TEMPERATURA ES TOLERABLEMENTE BAJA, PERMENECE ENCENDIDA UNA LAMPARA AMARILLA, SI EL AUMENTO EN LA TEMPERATURA ES CRITICO SE ENCENDERA LA DE COLOR ROJO Y MEDIANTE UN OPTOACOPLADOR SE ENVIA LA SENAL DE ACTIVACION DEL RETARDADOR DE TIEMPO Y ALARMA AUDIBLE, QUE NUEVAMENTE PROPORCIONA 30 SEGUNDOS PARA APAGAR EL COMPUTADOR Y DESCONECTAR EL ARTEFACTO QUE ESTE PRODUCIENDO ESTA CONDICION DE MAL FUNCIONAMIENTO. OBSEREMOS LA FIGURA V.5.

EL CIRCUITO DE CONTROL DE LA FRECUENCIA NOS INDICA MEDIANTE LA LAMPARA PILOTO, CUANDO LA FRECUENCIA DE LA FUENTE PRIMARIA SE DESFASA CON RESPECTO A LA FIJA, ESTABLECIDA POR NUESTRO CIRCUITO CONTROLADOR DE LA CONMUTACION DE LOS TIRISTORES DEL INVERSOR, AL ACTIVARSE ESTA SE ENVIA UNA SENAL LOGICA A LA COMPUERTA OR QUE LE INDICA AL INTERRUPTOR ESTATICO QUE DEBE HACER EL CAMBIO DE FUENTES RESPECTIVO. OBSERVESE LA FIGURA V.7 DEL CIRCUITO Y SU CONEXION.

LA LAMPARA QUE NOS INDICA QUE LA SALIDA DEL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA ESTA DISPONIBLE VA CONECTADA DIRECTAMENTE, COMO PUEDE OBSERVARSE EN LA FIGURA V.8.- AL TERMINAL DE SALIDA DESPUES DEL FUSIBLE PRINCIPAL DE SALIDA, DICHO FUSIBLE SE ABRE CUANDO LA CORRIENTE PROPORCIONADA POR EL SISTEMA SOBREPASA LOS 10 AMPERIOS COMO MAXIMA CONDICION DE PELIGRO, POR LO TANTO AL ESTAR ABIERTO EL FUSIBLE, LA MANERA DE DETECTARLO ES LA AUSENCIA DE LA LAMPARA INDICANDO LA SALIDA.

PARA LOS CIRCUITOS DE CONTROL DETALLADOS HASTA AQUI SE UTILIZA LA FUENTE DE BAJA TENSION DIRECTA, DE LA FIGURA V.10, DICHA FUENTE UTILIZA UN TRANSFORMADOR REDUCTOR DE 120 V A 30 V. (RELACION 4/1) DE 3 AMPERIOS, JUNTO CON UN CIRCUITO DE PUENTE RECTIFICADOR, CON DIODOS DE 3 AMPERIOS, UN REGULADOR DE VOLTAJE DE 24, NOS FIJARA EL VOLTAJE REQUERIDO ADEMAS DE UN CONDENSADOR DE 2000 MICROFARADIOS QUE NOS PROPORCIONA UN BUEN FACTOR DE RIZADO, CON ESTE ARREGLO LA SALIDA DE 24 V.C.D. NOS SERVIRA PERFECTAMENTE PARA ALIMENTAR LOS CIRCUITOS DE CONTROL DE VOLTAJE ENTRADA PRIMARIA, ENTRADA BATERIAS Y SOBRECARGA DEL SISTEMA.

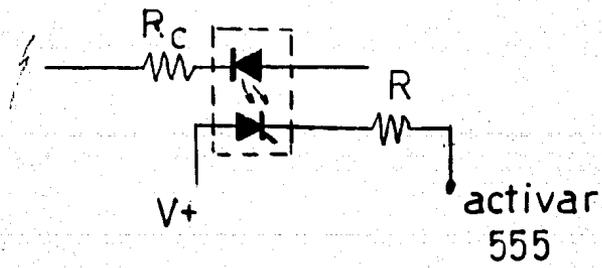


FIGURA V.6

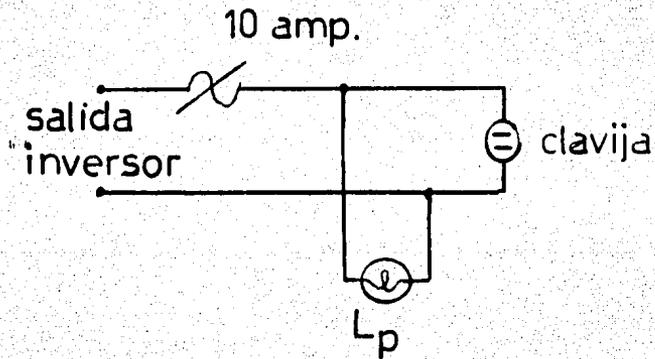


FIGURA V.8

EL PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR DE ESTA FUENTE SE CONECTA A LA SALIDA DEL CIRCUITO INVERSOR, DE TAL MANERA QUE BAJO CUALQUIER CONDICION SIEMPRE SE MANTENGAN ALIMENTADOS LOS CIRCUITOS DE CONTROL. DE IGUAL MANERA LA FUENTE DE ALTERNA PARA EL CIRCUITO DE CONTROL DE TEMPERATURA DEL SISTEMA, IRA CONECTADO A ESTA MISMA SALIDA DEL INVERSOR. (OBSERVAR DIAGRAMAS ELECTRONICOS).

EL NIVEL DE VOLTAJE LOGICO DE +5 V. SE OBTIENE MEDIANTE UN REGULADOR DE VOLTAJE DE BAJA POTENCIA CONECTADO A LA ENTRADA AL SISTEMA, DEL BANCO DE BATERIAS, ES DECIR A LOS 24 V.C.D. CON SUS RESPECTIVOS FILTROS, COMO SE PUEDE OBSERVAR EN LA FIGURA V.10.

TABLERO INDICATIVO Y PREVENTIVO.-

EL TABLERO DONDE VAN MONTADAS TODAS LAS LAMPARAS PILOTO, DETALLADAS ANTERIORMENTE, DEBERA SER LO MAS ACCESIBLE POSIBLE A LA VISTA DEL USUARIO, Y DE MANERA MUY CLARA ESTAR DEBIDAMENTE INDICADA LA SENALIZACION DE CADA UNA DE LAS LAMPARAS. LAS LAMPARAS QUE INDICAN UNA OPERACION NORMAL DEL SISTEMA EN CONDICIONES ESTABLES VAN A SER DE COLOR VERDE, MIENTRAS QUE LAS QUE INDICAN CUALQUIER FALLA DE OPERACION O USO DEL SISTEMA SE DEFINEN EN COLOR ROJO.

EN ESTE TABLERO TAMBIEN VA MONTADO EL INTERRUPTOR PRINCIPAL DE ENCENDIDO DEL SISTEMA, EL CUAL ES UN INTERRUPTOR DE DOS POLOS Y DOS POSICIONES, DICHO DISPOSITIVO SE CONECTA A UNA DE LAS TERMINALES DE ALTERNA DE LA FUENTE PRIMARIA, Y AL TERMINAL POSITIVO DEL BANCO DE BATERIAS, DE TAL FORMA QUE INTERRUMPE LAS DOS FUENTES DE ALIMENTACION DEL SISTEMA Y LO APAGA TOTALMENTE. UN SEGUNDO INTERRUPTOR COLOCADO EN ESTE TABLERO SIRVE PARA DESABILITAR MANUALMENTE EL CIRCUITO INTERRUPTOR ESTATICO, ESTO PARA EL CASO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DETALLADO POSTERIORMENTE.

UN TERCER INTERRUPTOR COLOCADO EN ESTE TABLERO, NOS SIRVE PARA PROBAR TODAS Y CADA UNA DE LAS LAMPARAS PILOTO DEL SISTEMA. MEDIANTE UN INTERRUPTOR TIPO "PUSH BOTTON", SE ALIMENTA DIRECTAMENTE A CADA LAMPARA DEL TABLERO, OBLIGANDOLAS A ILUMINARSE SIN IMPORTAR LA CONDICION DE OPERACION DE NUESTRO SISTEMA, DE MANERA TAL QUE DETECTEMOS FACILMENTE SI ALGUNA ESTA DANADA. (FIGURA V.11).

LA SALIDA DE VOLTAJE DEL SISTEMA ES POR MEDIO DE CUATRO CONTACTOS POLARIZADOS, COLOCADOS EN EL MISMO TABLERO

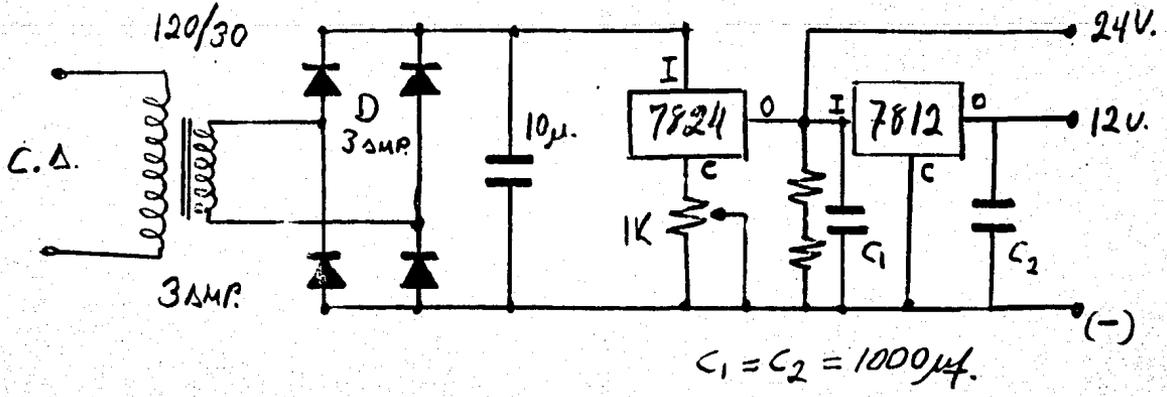


FIGURA V.9

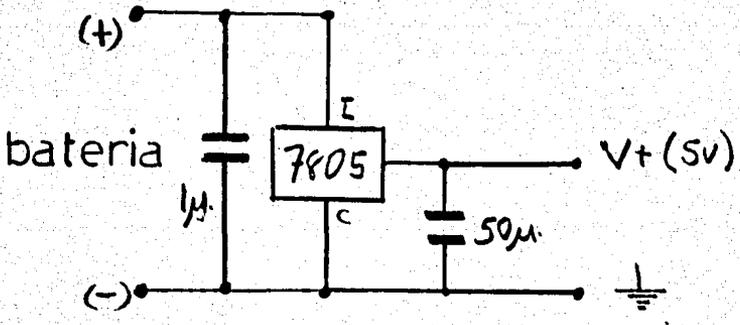


FIGURA V.10

DE CONTROL. ES EN ESTOS CONTACTOS DONDE SE COLOCA EL FUSIBLE DE PROTECCION Y LA LAMPARA DE +SALIDA DISPONIBLE+ DE NUESTRO SISTEMA. EL FUSIBLE DEBE SER DE 10 AMPERIOS Y ACCESIBLE DESDE AFUERA PARA SU REEMPLAZO.

EN EL DIAGRAMA DE LA SIGUIENTE PAGINA (FIGURA V.12) SE DAN LAS MEDIDAS DEL TABLERO INDICATIVO Y LA DISPOSICION DE CADA UNA DE LAS LAMPARAS PILOTO DE CONTROL. NOTESE QUE LAS MISMAS SE COLOCAN EN LA PARTE SUPERIOR CON SU ESPECIFICACION ABAJO, Y LOS CONTACTOS POLARIZADOS EN LA PARTE INFERIOR, DE MANERA QUE LAS CONEXIONES NO AFECTEN A LA VISIBILIDAD DE LOS PILOTOS.

DE ESTA FORMA, EL SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIDA QUEDA COMPLETAMENTE BAJO CONTROL Y MONITOREO POR EL USUARIO, DE MANERA QUE ANTE CUALQUIER POSIBLE FALLA OPERATIVA, SE INDIQUE DE LA MEJOR FORMA POSIBLE LA CONDICION EN LA QUE SE ENCUENTRE EL SISTEMA, Y DEPENDIENDO DE LA FALLA, EL SISTEMA ADOPTARA SUS PROPIAS SOLUCIONES, O PREVENDRA AL USUARIO DE UNA PROBABLE SITUACION QUE PUDIERA PERJUDICAR AL EQUIPO CONECTADO A LA FUENTE, PROPORCIONANDO UN TIEMPO RAZONABLE PARA LA MANIPULACION DEL USUARIO.

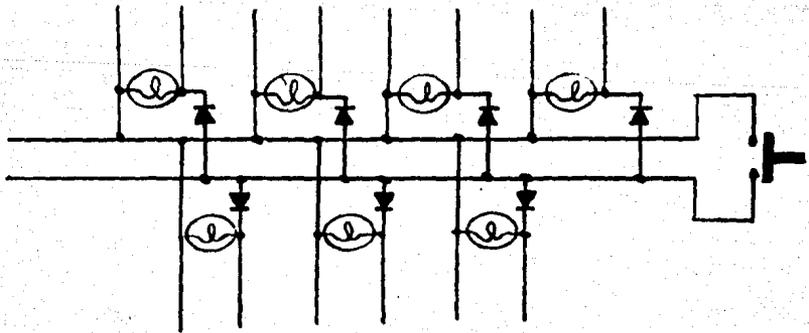


FIGURA V.11

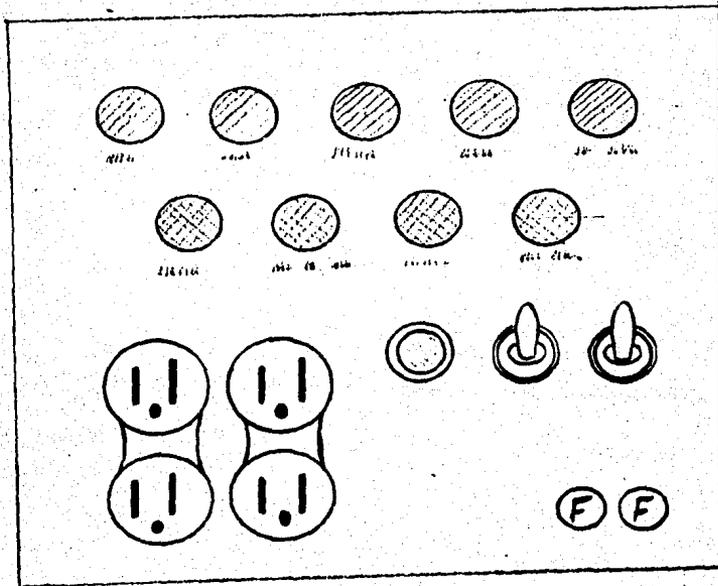


FIGURA V.12

C A P I T U L O V I

ESPECIFICACIONES, ANALISIS ECONOMICO Y MANTENIMIENTO

ANALISIS ECONOMICO.-

VAMOS AHORA A REALIZAR UN ESTUDIO ECONOMICO DEL COSTO APROXIMADO DE LA CONSTRUCCION DE LA FUENTE DE FUERZA ININTERRUMPIDA DE 800 WATTS DE POTENCIA (1 KVA), DE ACUERDO A COTIZACIONES DE CADA UNA DE LAS PARTES Y DISPOSITIVOS ELECTRONICOS UTILIZADOS EN EL DISENO DEL SISTEMA.

LA COTIZACION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA, LA REALIZAREMOS EN DOLARES, DE ESTA FORMA ESTANDARIZAMOS EL PRECIO ANTE FLUCTUACIONES DEL PAPEL MONEDA NACIONAL. DICHA COTIZACION INCLUIRA ABSOLUTAMENTE TODOS LOS COMPONENTES ELECTRONICOS Y/O ELECTRICOS UTILIZADOS, ASI COMO ALGUNAS PARTES NECESARIAS PARA LA IMPLEMENTACION DEL EQUIPO.

EN EL LISTADO ANEXO SE DESGLOSAN CON DETALLE LAS ESPECIFICACIONES EXACTAS DE CADA DISPOSITIVO, ASI COMO LA CANTIDAD DE LOS MISMOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA, EL PRECIO UNITARIO Y EL COSTO TOTAL POR DISPOSITIVOS, Y POR ULTIMO LA CANTIDAD TOTAL EN DOLARES, DEL EQUIPO DISENADO.

COMO ES LOGICO, EL ANALISIS ECONOMICO REALIZADO ES POR UNIDAD, ES DECIR, POR UN SOLO SISTEMA COMPLETO, EN EL CASO DE UNA PRODUCCION EN SERIE, DICHO COSTO DISMINUIRA EN UN BUEN PORCENTAJE, YA QUE ASPECTOS COMO LA CONSTRUCCION ESPECIFICA DE TRANSFORMADORES ESPECIALES, POR UNIDAD, RESULTA MUY CARO EN COMPARACION A LA CONSTRUCCION DE VARIOS PROTOTIPOS IGUALES. DE IGUAL MANERA LA ADQUISICION DE PARTES ELECTRONICAS EN VOLUMENES GRANDES DISMINUYE CONSIDERABLEMENTE LOS COSTOS.

L I S T A D E P A R T E S

CANT.	DESCRIPCION	PRECIO UNIT.	COSTO
1	TRANSFORMADOR 1 KVA, 24/120 C/DE- RIVACION CENTRAL.	90 US\$	90
1	TRANSFORMADOR 1 KVA, 120/24 VCA MONOFASICO	80 US\$	80
4	DIDODO RECTIFICADOR 30 AMP. VIP 100 V.	10 US\$	40
2	TIRISTORES DE POTEN- CIA DE 50 AMP. VIP 200V.	29 US\$	58
2	DIODO RECTIFICADOR 50 AMP. VIP 200V.	13 US\$	26
1	CAPACITOR ELECTRO- LITICO 33 MICROFA- RADIOS 200 V.	.50 US\$.50
1	INDUCTANCIA NUCLEO HIERRO 22 MICROHENR.	1 US\$	1
2	TRANSISTOR UNIJUNTU- RA RPOGRAMABLE 800 MILIAMP. 24 VOLTS.	2.5 "	5
2	TRANSISTOR NPN DE INTERRUPTOR 800 mA.	.40 "	.80
3	CAPACITOR ELECTROLI- TICO .01 MICROF. 50 V.	.15 "	.45
2	RESISTENCIA 1/2 WATT 33 KOHMS.	.035 "	.07
2	RESISTENCIA 1/2 WATT 62 KOHMS.	.035 "	.07
4	RESISTENCIA 1/2 WATT 10 KOHMS.	.035 "	.14
2	RESISTENCIA 1/2 WATT 2 KOHMS.	.035 "	.07
6	DIODO RECTIFICADOR 2 AMP. 100 V.	.25 "	1.5
2	TRANSFORMADOR DE FULSO 800 mA.	.90 "	1.8

2	POTENCIOMETRO (TRIM- MER) DE 1 KOHMS.	1.40 "	2.8
2	POTENCIOMETRO (TRIM- MER) DE 25 KOHMS.	1.40 "	2.8
2	ACUMULADOR DE NIQUEL CADMIO 12V. 60 AMP.	58 "	116
2	RESISTENCIA 1/2 WATT 470 OHMS.	.035 "	.07
2	RESISTENCIA 1/2 WATT 100 KOHMS.	.035 "	.07
4	RESISTENCIA 1/2 WATT 100 OHMS.	.035 "	.105
2	POTENCIOMETRO 50 KOHM.	.58 "	1.16
6	RESISTENCIA 1/2 WATT 47 OHMS.	.035 "	.21
2	RESISTENCIA 1/2 WATT 1 KOHM.	.035 "	.07
1	POTENCIOMETRO 250 OHM.	.58 "	.58
1	POTENCIOMETRO 750 OHM.	.58 "	.58
1	CAPACITOR 50 MICROF. CERAMICO 50 V.	.035 "	.035
2	DIODO RECTIFICADOR 3 AMP. VIP 50 V.	.25 "	.50
2	TIRISTOR 3 AMP. 100 V.	2	4
2	DIODO ZENER 24V.3 WATT	.25 "	.50
2	DIODO RECTIFICADOR 50 AMP. VIP 200 V.	18 "	36
2	TIRISTORES 50 AMP. VIP 200 V.	28 "	56
2	TIRISTORES 8A. 200 V.	3 "	6
2	CAPACITOR 47 MICROF. A 200 V.	.35 "	.70
1	GATE TURN OFF (GTO) 1 AMP. 5 VOL. GATILLO	3.5 "	3.5
1	TRANSISTOR NPN INTERRU- PTOR 1 AMP.	.35 "	.35
3	RESISTENCIA 1/2/ WATT 1.2 KOHMS.	.035 "	.105

1	ARREGLO COMPUERTA LOGICA OR CON HABILITA.	.80 "	.80
1	TRANSFORMADOR 120/24 3 AMP. DERIV CENTRAL	1.30 "	1.30
1	PUENTE DIODO RECTIFI- CADOR 5 AMP. 50 V.	.50 "	.50
2	OPTACOPLADOR TIPO TRANSISTOR NPN	1 "	2
1	ARREGLO COMPUERTA LOGICA INVERSOR	.80 "	.80
1	TIRISTOR 30 AMP. 200V.	28 "	28
2	CAPACITOR ELECTROLITI- CO DE 10 MICROF. 50 V.	.35 "	.7
2	DIODO ZENER DE 6.3 V. 2 WATT.	.25 "	.50
4	RESISTENCIA 1/2 WATT 330 OHMS	.035"	.14
4	RESISTENCIA 1/2 WATT 2.2 KOHMS.	.035"	.14
3	TRANSISTOR UNIJUNTURA DE 800 mA. 12 V.	.80	2.4
3	POTENCIOMETRO 5 KOHMS.	.35	1.05
3	CAPACITOR CERAMICO 1 MICROF. 50 V.	.035"	.105
2	DIODO RECTIFICADOR 3 AMP. 50 V.	.25 "	.50
1	TRANSFORMADOR 120/24 VAC 1 AMP.	1 "	1
1	TRANSFORMADOR 120/6.3 VAC 500 mA.	.75 "	.75
2	DIODO RECTIFICADOR 1 AMP. 50 V.	.25 "	.50
3	TIRISTOR 800mA. 50 V.	.25 "	.75
2	RESISTENCIA 1 WATT 1.5 KOHMS	.04 "	.08
4	TERMISTOR 1 KOHM. 80 GRAD.-150 GR.	2 "	8
2	RESISTENCIA 1/2 WATT 75 OHMS.	.035"	.07

2	CI- 555 o 556	.6 "	1.2
10	DIODO EMISOR DE LUZ	.20 "	2
1	CHICHARRA	.8 "	.80
10	LAMPARA PILOTO 24 V.C.A.	.60 "	6
2	PORTA FUSIBLE	.65 "	1.3
2	FUSIBLE 8 AMP, 15 AMP. 250 VOLT.	.20 "	.40
	PARTES VARIAS	15	15

=====

T O T A L 604.72 US \$.

=====

CONSUMO Y ENTREGA DE POTENCIA .-

COMO ES DE SUPONER EL CONSUMO DE POTENCIA DE LA FUENTE DE FUERZA ININTERRUMPIDA DESARROLLADA EN ESTE PROYECTO ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA POTENCIA QUE LA FUENTE ENTREGUE A LA CARGA, EN ESTE CASO LA POTENCIA CONSUMIDA POR EL MICROCOMPUTADOR Y SUS PERIFERICOS CONECTADOS A LA FUENTE.

SIN EMBARGO DE ACUERDO A LOS CALCULOS REALIZADOS EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL SISTEMA, SE DETERMINO LA MAXIMA CORRIENTE POSIBLE QUE PUEDE ABSORVER LA FUENTE TRABAJANDO A MAXIMA CARGA, EL VALOR DE ESTA CORRIENTE EFICAZ ES DE 6.1 AMPERIOS. POR LO TANTO LA MAXIMA POTENCIA ACTIVA CONSUMIDA POR LA FUENTE SERA DE :

$$P = V * I * fp.$$

CONSIDERANDO UN FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO DE .8

$$P = 117 * 6.1 * (.9)$$

$$P = 642 \text{ WATTIOS.}$$

A ESTO SE DEBE AGREGAR UN 30 % DE CONSUMO POR LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL QUE CONSTA EL SISTEMA, POR LO TANTO:

$$P = 834 \text{ WATTIOS.}$$

EN TERMINOS DE LA POTENCIA APARENTE, LA FUENTE CONSUMIRA:

$$S = V * I$$

$$S = 117 * 6.1 = 714 \text{ VA.}$$

$$S+30\% = 0.928 \text{ KVA.}$$

PARA DETERMINAR EXACTAMENTE LA CAPACIDAD DE ENTREGA DE POTENCIA DE LA FUENTE, NOS BASAMOS EN LOS DATOS TECNICOS ESPECIFICADOS , ES DECIR, VOLTAJE ALTERNO DE 120 VOLTIOS, CORRIENTE MAXIMA DE SALIDA DE 8.33 AMPERIOS, Y UN FACTOR DE POTENCIA CONSIDERADO EN .8 .

$$P = 120 * 8.33 * (.9)$$

$$P = 890 \text{ WATTIOS.}$$

EN TERMINOS DE LA POTENCIA APARENTE TENEMOS QUE:

$$S = 120 * 8.33$$

$$S = 1 \text{ KVA.}$$

ESPECIFICACIONES DE LA FUENTE.-

DENTRO DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA FUENTE EN CUESTION SE VAN A DETALLAR LOS VALORES NOMINALES DE VOLTAJES Y CORRIENTES QUE MANEJA EL EQUIPO EN SUS DIFERENTES ETAPAS, ASI COMO LAS CARACTERISTICAS GENERALES DE OPERACION DE CADA ETAPA Y SISTEMA EN GENERAL. TAMBIEN SE INCLUYEN LOS VALORES NOMINALES DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION INTERNA Y EXTERNA.

VAMOS PUES A DETALLAR TODOS ESTOS ASPECTOS REFERIDOS, QUE NOS PROPORCIONARAN UNA INFORMACION DE SUMA IMPORTANCIA PARA LA APLICACION DEL SISTEMA.

=====				
	ESPECIFICACION TECNICA	MNEMONICO	VALOR NOMINAL	UNIDAD
=====				
*	VOLTAJE ENTRADA RECTIFICADOR	V _{in}	117	V.C.A.
*	VOLTAJE SALIDA RECTIFICADOR	V _r	24	V.C.D.
*	CORRIENTE SALIDA RECTIFICADOR	I _c	50	AMPS.

*	TENSION MEDIA RECTIFICADA	Vm	20.05	VOLT.
*	TENSION INVERSA MAXIMA (RECT.)	vi	40.1	VOLT.
*	INTENSIDAD EFICAZ PRIMARIA	Ip	6.1	AMPS.
*	INTENSIDAD CORTO CIRCUITO (RECT.)	Ip,cc	16.67	AMPS.
*	VOLTAJE ENTRADA INVERSOR	Vi	24	V.C.D.
*	TENSION MEDIA ENTRADA INVERSOR	Vm	20.05	VOLT.
*	VOLTAJE SALIDA INVERSOR	Vf	120	V.C.A.
*	INTENSIDAD SALIDA INVERSOR (MAX.)	If	8.33	AMPS.
*	FRECUENCIA SALIDA INVERSOR	F	60	HERTZ
*	VOLTAJE BANCO ACUMULADORES	Vb	24	V.C.D.
*	TENSION POR ACUMULADOR	Va	12	VOLTS.
*	INTENSIDAD BANCO ACUMULADORES	Ib	60	AMPS.
*	VOLTAJE RECARGO ACUMULADORES	Vcb	28	VOLTS.
*	TEMPERATURA DE OPERACION	T	40-100	G.CENT
*	FUSIBLE ENTRADA	f1	15	AMPS.
*	FUSIBLE SALIDA	f2	10	AMPS.

ESTOS SON TODOS LOS ASPECTOS TECNICOS IMPORTANTES DE NUESTRA FUENTE DE FUERZA, PARA SER APLICADOS A CRITERIO DEL USUARIO, YA SEA PARA UTILIZAR EL EQUIPO O BIEN PARA PROTECCION DEL MISMO.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO . -

EL SISTEMA AQUI DESARROLLADO ES UN EQUIPO DE PRECISION Y DELICADO EN SU FUNCIONAMIENTO, POR LO CUAL ES MENESTER TENER UN PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL MISMO, DE MANERA QUE SIEMPRE SE ENCUENTREN LAS CONDICIONES MAS OPTIMAS DE OPERACION.

LA FRECUENCIA DE REALIZACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ES PROPORCIONAL AL USO DEL EQUIPO, ES DECIR, QUE SI EL SISTEMA ESTA TRABAJANDO CONSTANTEMENTE Y A UN NIVEL DE OPERACION ALTO, ES NECESARIO UN SERVICIO PREVENTIVO MAS FRECUENTE, QUE EN EL CASO DE QUE EL USO SEA MUY LIMITADO Y A BAJA CAPACIDAD. LO MAS RECOMENDABLE ,EN TERMINO MEDIO, ES REALIZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DETALLADO MAS ADELANTE, UNA VEZ AL MES, REALIZANDO CADA UNO DE LOS PROCEDIMIENTOS.

DETALLAMOS A CONTINUACION LOS PROCEDIMIENTOS Y UNA EXPLICACION DETALLADA DE CADA UNO Y SU FUNCION.

1.- LIMPIEZA GENERAL.- EN ESTE ASPECTO SE CONTEMPLA LA LIMPIEZA GENERAL INTERNA Y EXTERNA DEL EQUIPO. LA ACUMULACION DE POLVO O SUSTANCIAS EXTRANAS AL SISTEMA, REPRESENTA A LARGO PLAZO UN MEDIO DE PROBABLE FALLA, YA QUE SI SE ACUMULA DEMASIADO ENTRE LAS TERMINALES DE ALGUNOS DISPOSITIVOS ELECTRONICOS, PUEDE LLEGAR A PONER ESTOS EN CORTOCIRCUITO Y CAUSAR UN DANO EN EL EQUIPO.

CONTANDO CON UN PEDAZO DE ESTOPA Y DE PREFERENCIA UNA ASPIRADORA COMERCIAL, SE DEBE LIMPIAR CON DETALLE EL EQUIPO, PRIMERAMENTE SOPLETEANDO PARA REMOVER EL POLVO Y DESPUES ASPIRANDO TODAS LAS PARTICULAS DE SUCIEDAD QUE PUDIERA CONTENER.

2.- REVISION DE AGUA EN ACUMULADORES.- UNO DE LOS FACTORES MAS IMPORTANTES PARA LA BUENA RESPUESTA DE UNA BATERIA ES LA CALIDAD Y CANTIDAD DE ELECTROLITO DE QUE ESTA COMPUESTA LA MISMA, COMO SE DETALLO EN EL CAPITULO III, ANTE SITUACIONES ESPECIALES DE FUNCIONAMIENTO LOS ACUMULADORES DE PLOMO DESPRENDEN GASES Y ENTRE ELLO VA REDUCIENDO EL NIVEL DE AGUA DESTILADA QUE MANTIENE LA CALIDAD DEL ELECTROLITO, POR LO TANTO ES MUY IMPORTANTE OBSERVAR MENSUALMENTE LA DENSIDAD Y NIVEL DEL AGUA EN EL ACUMULADOR Y SI ES EL CASO AUMENTAR DICHO ELEMENTO HASTA EL NIVEL PREESTABLECIDO POR EL FABRICANTE.

POR MEDIO DE UN DISPOSITIVO ESPECIAL PARA ELLO, COMO ES EL DENSIMETRO, SE PUEDE CONTROLAR LA DENSIDAD DEL ELECTROLITO, OBSERVANDO SU ACIDEZ. NADIENDO AGUA BIDEUTILADA ESPECIAL PARA ACUMULADORES, SE MANTIENEN ESTOS EN CONDICIONES PERTINENTES DE TRABAJO.

3.- DESULFATACION DE BORNES.- GENERALMENTE DESPUES DE MUCHO TIEMPO DE OPERACION DE UN ACUMULADOR DE PLOMO, COMO LOS QUE UTILIZA NUESTRO SISTEMA DE FUERZA, LOS BORNES DE CONEXION TIENDEN A SULFATARSE, PROCESO QUIMICO QUE OCASIONA SERIOS DANOS EN LA ESTRUCTURA DEL ACUMULADOR, E INCLUSIVE EN EL SISTEMA MISMO, ASPECTO TAL QUE NOS OBLIGA A SER MUY CUIDADOSOS EN EL MANTENIMIENTO DE LOS ACUMULADORES MENCIONADOS.

VALIENDOSE DE UN CEPILLO DE CERDAS METALICAS, SE DEBE LIMPIAR CUIDADOSAMENTE TODOS LOS BORNES DEL BANCO DE ACUMULADORES PARA LUEGO ASPIRAR EL POLVO DESPEJADO, UNA VEZ LIMPIO EL BORNE SE DEBE COLOCAR UN POCO DE GRASA PESADA PARA PROTEGER A ESTE DE LA SULFATACION.

4.- REVISION DE VOLTAJES.- ES IMPORTANTE MEDIR EL VOLTAJE DE SALIDA DE LA FUENTE Y EL VOLTAJE DEL BANCO DE ACUMULADORES, DE PREFERENCIA SE DEBE MEDIR EL VOLTAJE EN CADA UNO DE LOS ACUMULADORES POR SEPARADO. DICHOS VOLTAJES DEBEN DE SER IGUALES O LO MAS APROXIMADOS POSIBLES A LAS ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA.

PARA ELLO SE UTILIZARA UN MULTIMETRO DE USO COMUN CON ESCALAS DE 220 V.C.A. Y 50 V.C.D. COMO MINIMO. PARA ASEGURAR EL CORRECTO DESEMPEÑO DE LA FUENTE ES ACONSEJABLE MEDIR EL VOLTAJE EN CADA UNO DE LOS CONTACTOS POLARIZADOS.

5.- REVISION LAMPARAS PILOTO.- ES IMPORTANTE QUE CADA UNA DE LAS LAMPARAS PILOTO DEL TABLERO INDICATIVO Y PREVENTIVO SE ENCUENTREN EN PERFECTAS CONDICIONES PARA SENALAR CUALQUIER DESPERFECTO O PREVENCION DEL SISTEMA. PARA ELLO SE DEBE PRESIONAR EL INTERRUNTOR EN EL TABLERO, EL CUAL ILUMINA TODAS LAS LAMPARAS MIENTRAS ES PRESIONADO, INDICANDO ASI SI ALGUNA SE ENCUENTRA FUNDIDA.

ES ACONSEJABLE REEMPLAZAR INMEDIATAMENTE CUALQUIER LAMPARA QUEMADA. PARA ELLO SE DEBE TENER EN EXISTENCIA REEMPLAZOS SUFICIENTES.

CONCLUSIONES Y APLICACIONES PRINCIPALES.-

HEMOS LLEGADO AL FINAL DEL ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA FUENTE DE FUERZA ININTERRUMPIDA, CAPAZ DE PROPORCIONAR UNA POTENCIA APARENTE DE 1 KVA, PARA USO EN SISTEMAS DE COMPUTO PEQUEÑOS, VALE DECIR MICROCOMPUTADORAS CON SUS PERIFERICOS RESPECTIVOS. LA FUENTE PUEDE SOPORTAR SIN NINGUN PROBLEMA UN MICROCOMPUTADOR, UNA UNIDAD DE DISCO DUAL O TIPO DURO, UN MONITOR , UNA IMPRESORA DE BAJA O MEDIANA VELOCIDAD Y CUALQUIER OTRO DISPOSITIVO PERIFERICO AL COMPUTADOR, INCLUSIVE SISTEMAS MULTIUSUARIO PEQUEÑOS.

SIN EMBARGO ESTO NO ES UNA LIMITACION, DEPENDE DEL USUARIO EL TIPO DE EQUIPO PEQUEÑO QUE SE PRETENDA SOPORTAR, CADA EQUIPO DE COMPUTO POSEE SUS PROPIAS CARACTERISTICAS DE CONSUMO DE POTENCIA POR LO QUE SOLO SE DEBE TENER EN CUENTA QUE LA CARGA TOTAL ACUMULADA NO SOBREPASE EL VALOR NOMINAL DE NUESTRA FUENTE.

EL DESARROLLO DE ESTA OBRA HA SIDO LO MAS DETALLADO POSIBLE, PRESENTANDO CONCEPTOS GENERALES DE DIFERENTES ASPECTOS ELECTRICOS O ELECTRONICOS, QUE NOS FACILITAN EL ENTENDIMIENTO EN LAS ETAPAS DE DISEÑO. SE HAN CONSIDERADO TEMAS PERTINENTES AL DISEÑO EN UNA MANERA DE ENFOQUE U ORIENTACION PARA EL MISMO.

PODEMOS CONSIDERAR POR TANTO ESTA OBRA, COMO UNA GUIA O MANUAL PRACTICO PARA EL APRENDIZAJE, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA FUENTE DE FUERZA ININTERRUMPIDA DE BAJA POTENCIA. EL USUARIO DE ESTA GUIA OBTIENE DE ELLA LAS HERRAMIENTAS Y CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA PONERLOS EN PRACTICA Y DESARROLLAR EL PROYECTO SIN NINGUN INCONVENIENTE.

EL LA SECCION SIGUIENTE SE PROPORCIONAN LOS DIAGRAMAS ELECTRONICOS DE CADA UNO DE LOS CIRCUITOS PRINCIPALES Y LOS DISPOSITIVOS ELECTRONICOS ANEXOS A CADA ETAPA DE LA FUENTE.

*** C O N T E N I D O ***

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

- * PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A SOLUCIONAR
- * DIFERENTES OPCIONES DE SOLUCION
- * PROPUESTA DEL PROYECTO
- * LA RAZON DEL PROYECTO

C A P I T U L O I . -

GENERALIDADES DEL PROYECTO

- * PARTES PRINCIPALES DEL SISTEMA
- * OPERACION GENERAL
- * REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA
- * CONSIDERACIONES GENERALES EN EL DISEÑO

C A P I T U L O II . -

CIRCUITOS PRINCIPALES

- * CIRCUITOS RECTIFICADORES
- * CIRCUITOS INVERSORES

C A P I T U L O III . -

FUENTE DE RESERVA

- * SISTEMA DE ACUMULADORES

- * RECARGO DE BATERIAS
- * TIEMPO DE RECARGO DE BATERIAS

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

SISTEMA OPERATIVO DE CAMBIO A RESERVA

- * INTERRUPTOR ESTATICO
- * CIRCUITOS ESPECIALES
- * RANGOS DE VARIACION Y TOLERANCIA

C A P I T U L O V . -

SISTEMAS DE CONTROL Y PREVENCION

- * REQUERIMIENTOS DE CONTROL
- * DISPOSITIVOS DE CONTROL
- * TABLERO INDICATIVO Y PREVENTIVO

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

ESPECIFICACIONES, ANALISIS ECONOMICO Y MANTENIMIENTO

- * ANALISIS ECONOMICO
- * CONSUMO Y ENTREGA DE POTENCIA
- * ESPECIFICACIONES DE LA FUENTE
- * MANTENIMIENTO PREVENTIVO
- * CONCLUSIONES Y APLICACIONES PRINCIPALES
- * DIAGRAMAS ELECTRONICOS

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

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

EDWARD V. KRICK
"INTRODUCCION A LA INGENIERIA Y AL DISEÑO EN
LA INGENIERIA"
EDITORIAL LIMUSA, MEXICO

JOSEPH A. EDMINISTER
"CICUITOS ELECTRICOS, TEORIA Y PROBLEMAS RESUELTOS"
EDITORIAL MCGRAW-HILL, MEXICO

SEGUIER GUY
"ELECTRONICA DE POTENCIA"
EDITORIAL GUSTAVO GILI, SA. BARCELONA

RAMIREZ VAZQUEZ JOSE
" ACUMULADORES "
EDICIONES CEAC, BARCELONA

ANTONIO VICENTE
"LA BATERIA DE ACUMULADORES"
EDICIONES CEAC, BARCELONA

D.R. GRAFHAM, J.C. HEY
"SCR MANUAL, GENERAL ELECTRIC"
SEMICONDUCTOR PRODUCTS DEPARTMENT, GENERAL ELECTRIC
NEW YORK, U.S.A.

GENTRY, GUTWILLER, HONYAK
"SEMICONDUCTOR CONTROLLED RECTIFIERS"
PRENTICE-HALL, INC. ENGLEWOOD CLIFFS, N.J.

INTERNACIONAL POWER MACHINES CORPORATION
" OPERATING AND MAINTENANCE FOR
SOLID STATE UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY"
MEZQUITA TEXAS