

Universidad Autónoma de Guadalajara

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica

12²
Ejemplar



ELIAS CON
FALLA DE ORIGEN

*Fuente Ininterrumpible de C.A. de 250 V.A.
de Estado Solido*

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

ENRIQUE ANTONIO HERNANDEZ ELIAS

GUADALAJARA, JAL., 1986



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.

INTRODUCCION

En la actualidad existen varias fuentes de energía para generar C.A., tales pueden ser agrupadas en 2 clases:

- a) No renovables (fuentes de energía) tales como de los fósiles y nucleares.

- b) Renovables (fuentes de poder) tales como la del agua, geotérmicas de radiación solar, la del viento, causada por el movimiento de la superficie del océano, ríos, estéreos etc.

La primera clase incluye reservas de cantidades de energía finita, la segunda clase incluye fuentes que son esencialmente continuas (las reservas son esencialmente infinitas). Todas estas fuentes de energía y de poder excepto la solar tienen la misma forma de generar C.A., ya que todas estas se transforman en energía mecánica que mueve una flecha de un generador a través de sus bobinas para la conversión de energía mecánica en energía eléctrica de C.A.

La energía solar es un sistema muy diferente ya que esta energía se convierte directamente en energía eléctrica, y esta energía se almacena en baterías o acumuladores de almacenamiento y su conversión en C.A. puede ser en forma de mo-

tor generador o en sistema inversores electromecánicos o de estado sólido, todas estas formas de generación de C.A son de grandes potencias pero al pensar en la generación de C. A. de potencias menores de 1000 WATTS, encontramos en la actualidad tres fuentes de energía para la generación de energía eléctrica de C.A. las cuales son la solar, de combustible y por baterías secundarias, pero al pensar en utilizar la de combustible nos encontramos con algunos problemas, tales como la de siempre, tener una despensa de este combustible, lo cual es peligroso si éstos equipos van a ser utilizados en una casa o oficina, la otra es la respuesta de estos equipos a las fallas de voltaje, son un poco retardados en encenderse, por lo que si estos equipos quieren ser utilizados con una computadora, éstos podrían perder información valiosa cuando sucede una falla de energía eléctrica, otro de los problemas es que éstos son ruidosos por lo que si éstos son utilizados en una oficina serían muy molestos para la gente que está trabajando, viendo estos problemas se observa que solamente nos quedan dos fuentes de energía que son la solar y la de las baterías secundarias, los cuales en realidad son el mismo sistema para la conversión de ésta energía en energía eléctrica de C.A., la única diferencia es que la solar no necesita de la línea de comisión de electricidad para almacenar energía, pero los dos sistemas utilizan baterías para el almacenamiento de energía, por su puesto la solar necesita de un arreglo de los detectores de

esta energía solar normalmente de una instalación especial y como uno de los objetivos es la rapidez de conexión del equipo y de su instalación, y además este se pueda utilizar en cualquier parte por lo que la solar no es el objetivo de esta tesis, además en MEXICO, no existe un aparato de baterías secundario que sean económicos ya que éstos son traídos del exterior.

La potencia de estos equipos dependerá de las necesidades del usuario por lo que la batería dependerá de esta necesidad, estos equipos se podrán utilizar con computadoras, telexvisores, equipos de radio, etc. Otro de los objetivos de esta tesis es que este equipo regule el voltaje que necesita el aparato a ser utilizado, esto es que nunca baje de 105 volts ni que nunca suba de 130 volts, ya que afuera de estos voltajes algunos equipos pierden su funcionamiento, además que el tiempo de respuesta sea lo más rápido posible para que si éstas son utilizadas con computadores no pierden su información en caso de falla de voltaje.

Otro de los objetivos que la batería se recargue sola por lo que el equipo en realidad no necesitará servicio de mantenimiento, solamente si se utilizaran baterías que hay que estarle revisando el electrolito, pero esto en realidad no necesitan de un servicio profesional ya que cualquiera puede hacerlo.

I Parte.

CAPITULO I

BATERIAS Y RECARGADORES DE BATERIAS

Una batería es un grupo de celdas químicas, usualmente conectadas en serie para obtener un múltiplo deseado de voltaje de una celda. Diferentes clases de químicos usados en la celda da un voltaje nominal particular. Dependiendo de la cantidad usado de este material químico es un voltaje particular.

Existen dos tipos de baterías: a) Baterías primarias, - éstas son utilizadas una sola vez. b) Baterías secundarias o de almacenamiento, las cuales pueden ser utilizadas varias veces, por supuesto éstas necesitan un sistema de recarga, - esta clase de batería es la que será discutida por ser la - que utilizaremos para almacenar energía para esta tesis.

El voltaje en circuito abierto de una batería depende - de la densidad del electrolítico en contacto con la materia activa y no del estado de carga, excepto en lo que esto afecta a la densidad.

El voltaje en circuito abierto no puede por lo tanto, - servir directamente para determinar el estado de la carga.

La capacidad de la descarga de una batería en amperes--

hora está determinada por un cierto número de factores, los más importantes de los cuales son los siguientes:

- a) Voltaje límite, al final
- b) Intensidad de la descarga
- c) Número, dimensión y forma de las placas.
- d) Forma de los separadores.
- e) Cantidad del electrolítico
- f) Densidad del electrolítico.
- g) Temperatura.
- h) Edad e historia de la vida de la batería.

El valor escogido para el voltaje final de descarga es un poco arbitrario y en ausencia de factores obligados puede fijarse sobre la curva de descarga, fig. I. En tales condiciones, el voltaje de descarga para un acumulador dado variará inversamente con la intensidad de la descarga. En muchos casos se ha adoptado un voltaje al final de la descarga de -- 1.75 Volts por celda, haciendo caso omiso de la intensidad de la descarga.

Un acumulador que se selecciona acertadamente y al que se le prestan las atenciones que requiera, ejecutará diariamente sus tareas habituales sin ocasionar las más leves molestias.

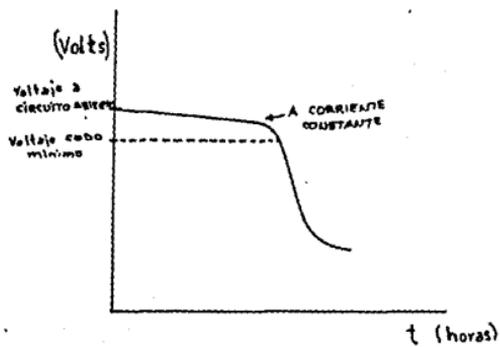


fig 1

En algunas ocasiones se expresa la capacidad de un acumulador en watts-hora y en ese caso todo lo que se necesita hacer es seleccionar una batería del voltaje correcto y la capacidad en watts-hora, igual o un poco mayor al número de horas de trabajo que se haya calculado como tiempo de operación en turno, es la que debe tener la batería que se elija.

El dividir el número de watts-hora necesarios entre el voltaje para obtener el número de amperes-hora, que exige la ejecución del trabajo previsto, debiéndose escoger una batería con ese número de amperes-hora o, preferiblemente, selecciónese una capacidad un poco mayor.

Es natural que el tiempo entre las recargas puede ser acortado o alargado de acuerdo a las operaciones que se desarrollan. Debe tenerse presente, sin embargo, que la batería dará servicio a su capacidad nominal solamente por un tiempo determinado. La capacidad en amperes-hora de una batería, aumenta si el grado de descarga baja y a la inversa, si el grado de la descarga es aumentado, disminuirá su capacidad en amperes-hora.

Ejemplo: Una batería de acumuladores comunes con la inscripción de 300 amperes-hora de capacidad con un alcance de 6 horas suministra 50 amperes durante 6 horas continuas. Esta misma batería entregará 192 amperes en una hora. Entre-

gará 21 amperes en 20 horas. En consecuencia, al calcular la capacidad necesaria de una batería para determinada aplicación, hay que asegurarse de que entregará los amperes-hora necesarios durante todo el tiempo que se tenga que dejar -- transcurrir entre las descargas.

Es posible admitir con seguridad que si la intensidad de máxima descarga ocurre hacia el final del período de descarga la capacidad de descarga disponible será la misma que se obtendría en una descarga continua a la misma intensidad. Por ejemplo: para obtener una descarga de 100 amperes durante 3 horas seguida de otra descarga de 300 amperes durante 1 hora un total de 600 amperes-hora con 300 amperes de descarga es decir 300 amperes en 2 horas. Si al final la descarga a intensidad máxima es de pequeña duración, cosa de algunos minutos, esta estimación es muy prudencial. Si la descarga entera se realiza por un número de intensas descargas momentáneas, la capacidad requerida será más cercana a la media de todo el tiempo transcurrido.

Dentro de las condiciones de servicio de un taller, habrá siempre la tendencia de alargar el servicio de la batería y esto no debe hacerse, pues la prolongación del trabajo significa una descarga excesiva de la batería, que acortará su vida considerablemente. Estando en uso, una batería debe cargarse inmediatamente después que ha entregado su carga --

completa. No debe permitirse, por ningún concepto, que quede descarga. Si las condiciones de servicio demandan solo una parte de la carga, es preciso cargar de nuevo la batería después de cada descarga parcial. La batería debe ser recargada cuando ha entregado entre el 75% al 100% de su carga.

La carga incorrecta si se practica unas cuantas veces no ocasionará sino algunos daños muy insignificantes, pero si esta carga incorrecta es practicada día tras día, la vida de las baterías será acortada sensiblemente.

Cargar correctamente una batería significa aplicar a la unidad la carga suficiente que se necesita sin someterla a sobrecargas ni permitir que sufra sobrecalentamientos y cuidando de que no se produzca una gasificación excesiva. Para alcanzar estas condiciones, la carga de las baterías se inicia, generalmente, con un valor alto de amperaje, conocido como; el régimen de corriente de arranque. Más tarde en el transcurso del proceso, el amperaje es reducido hasta su régimen de corriente final. "Los fabricantes sostienen como regla empírica que la corriente final no debe exceder el valor de 5 amperes por cada 100 amperes-hora de capacidad nominal de la batería. La corriente inicial de arranque de la carga puede ser de 4 a 4 1/2 veces mayor que la corriente final.

El rendimiento de una batería de acumuladores se define como la relación entre la potencia eléctrica suministrada -- por el acumulador y la potencia necesaria para restablecer -- la batería a su estado inicial de carga en las condiciones -- específicas de temperatura, intensidad de carga y voltaje final.

METODOS DE CARGA

La vida de una batería depende en gran escala del método de carga empleado. Solo puede emplearse la corriente directa o corriente unidireccional para la carga de la batería

Los métodos de carga puede dividirse en dos grupos: a) aquellos en que la batería está desconectada de su circuito de trabajo durante la operación de carga y b) aquellos en que -- está conectada simultáneamente con el circuito de trabajo y a la fuente de carga. En el primer caso, las condiciones de carga puede ser gobernadas en parte, limitando el tiempo necesario para la carga, en el último las necesidades del circuito de trabajo serán, generalmente un factor determinante.

La batería puede cargarse manteniendo entre sus terminales un voltaje constante. No obstante este método ha sido poco empleado, y ordinariamente no se encuentra bastante practico por diferentes razones.

El valor correcto del voltaje constante depende de la temperatura de la batería, lo cual introduce una causa de inestabilidad puesto que un aumento de temperatura inadvertido, no acompañado de una reducción de voltaje aplicado, produce un aumento en la corriente de carga, seguido por un nuevo aumento de temperatura.

Observando estos problemas se modificó este sistema y en vez del estricto voltaje constante, el método a voltaje constante modificado es generalmente adoptado cuando se desea completar la carga con seguridad con un mínimo de tiempo y con un mínimo de atención.

Este método consiste en mantener constante el voltaje del circuito de carga introduciendo una resistencia en serie con la batería conectado con el circuito. El valor de la resistencia fija es tal, que limita el valor final de la corriente de carga a la intensidad final deseada. De esta manera si E =Voltaje de la fuente de carga e =Voltaje final de la batería cuando está cargada a la intensidad final e I =Intensidad final en amperes, el valor de la resistencia fija será

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

Si e_0 =Voltaje de la batería e I_0 = Corriente de carga al

al empezar la misma entonces

$$I_0 = \frac{E - s_0}{R}$$

Puesto que el valor de s_0 depende del valor de I_0 , la primera aproximación debe estar basada sobre un valor supuesto de s_0 .

Es evidente que cuanto mayor sea el voltaje del circuito de carga con relación al de batería, más aproximadamente constante, será el de la corriente de carga durante el transcurso de la misma, aproximándonos de esta manera al método de corriente constante.

El voltaje que se suministra debe ser estable e igual a 2.63 veces el número de celdas conectadas en serie que se han de cargar corriente constante e intensidad de carga escalonada.

Una carga a corriente constante es enteramente satisfactoria si su intensidad no es superior a la intensidad final y si se dispone de tiempo necesario. No obstante para reducir el tiempo de carga puede emplearse dos o más intensidades, cada una de valor constante empezando por la intensidad más alta y reduciéndola durante la carga. El punto o los pun

-tos donde se efectuaría esta reducción de intensidad pueden ser determinadas por la ley de amperes-hora. De esta manera si al iniciar la carga de la batería se encuentra descargada en 100 amperes hora y se adopta una intensidad de carga de 40 amperes, la intensidad será reducida cuando se hayan cargado 60 amperes hora es decir después de 1 hora y media.

OTROS TIPOS DE SISTEMAS DE CARGA

CARGA DE REFUERZO. Este es un tipo de carga que se le aplica a la batería cuando no es posible, o no es práctico, someterla al proceso regulador de carga. La carga de esfuerzo es en general de régimen alto y de corta duración, que se le da a la batería para evitar el exceso de descarga y que le es aplicada en cualquier momento propicia de corta inactividad durante el ciclo de trabajo al equipo accionado por la batería.

Carga igualadora. Se trata de una carga especial que se le aplica periódicamente para asegurar la carga máxima de la batería. El propósito de este tipo de carga es el de restaurar la condición de larga la carga al régimen final después de lo normal hasta que el peso específico del electrolítico cesa de aumentar en todas las celdas durante un período de 3 a 4 horas. Esta carga igualadora debe darse mensualmente a un régimen ligero (si la batería recibe cargas cada 2 ó 3 --

días) o cada semana a un régimen intenso (si la batería se - descarga diariamente o con mayor frecuencia aún).

Cargas de emergencia. En caso de emergencia, cuando se llega a necesitar una recarga de la batería dentro del plazo más corto posible, se puede usar un régimen de arranque al - doble de la corriente normal de arranque, se prosigue con es te régimen hasta que las celdas empiecen a despedir gas, momento en el que la carga se tiene que reducir al amperaje -- normal de arranque y se continua la carga ya en la forma ordinaria.

Flotante, es el término aplicado al funcionamiento en - el cual la batería está continuamente conectada a un circuito de carga cuyo voltaje es rigurosamente constante y tan al to como el voltaje de la batería en circuito abierto, mantenida en condición de plena carga, en razón de la pequeña can tidad de corriente que recibe, la cual debe ser suficiente - para compensar las pérdidas por la acción local. Es conve--- niente mantener el voltaje flotante lo más constante posible

Si el voltaje de línea varia, la batería estaría sujeta a una cierta carga y descarga, que podría ser parcial o to-- talmente innecesaria dependiendo de si el sistema estaba o - no previsto para permitir a la batería tomar una parte de la carga que podría estar en exceso en la línea.

Método de carga con dos intensidades.

En sustitución del voltaje constante flotante o modificado, el sistema de efectuar la carga con dos intensidades - ha sido adoptado de una manera general y con gran éxito. En este sistema la corriente de carga es regulada de una manera intermitente a su valor máximo o el mínimo, este mínimo puede ser cero. El paro de alta a baja intensidad se efectúa -- por medio de un relevador de tensión siendo preferible que - tenga compensación por los cambios de temperatura y ajustado para efectuar la reducción de intensidad cuando la batería - tenga un voltaje dado. El paso del valor mínimo a máximo de la carga se efectúa por medio de un interruptor de tiempo. - Otro sistema de funcionamiento intermitente puede emplearse para reconectar la corriente de gran intensidad; tal como un relevador o un contactor para la aplicación de una carga intermitente. Este sistema es particularmente útil en los ca-- sos donde es difícil mantener constante el voltaje flotante o cuando el número y duración de las descargas sostenidas y repetidamente sostenidas, no pueden ser determinadas, con an telación.

La intensidad elevada debe ser suficiente para cargar - la batería hasta que se alcance la tensión a que está ajusta do, el relevador de tensión (que pueda ser de 2.3 Volts por elemento a la temperatura normal) a intervalos frecuentes en

las condiciones de descargas usuales. La intensidad baja acostumbra ser igual a la corriente mínima de descarga.

Las variaciones de la descarga o del voltaje de la fuente de alimentación, son automáticamente compensadas en la variación del tiempo, empleado en elevar el voltaje de la batería por encima del que se ha ajustado el relevador durante el cual se ha aplicado la máxima intensidad de carga.

Hay dos métodos comunes que se emplean para poner término en forma automática a la carga de baterías, el limitador de tiempo accionado por el voltaje y el método basado en la medición de amperes hora, así como dos métodos manuales que se han generalizado, que son la medición del paso específico del electrolítico y el del volt amper, que sirven para prevenir sobrecalentamientos así como de gasificación excesiva.

Control automático. Relevador de voltaje con control de tiempo. Existen varias clases y variantes de este tipo de aparatos de control de tiempo, pero el principio de todos es el siguiente: al llegar una batería a su condición de carga, su voltaje aumenta con rapidez. El uso de un relevador de voltaje y un control de tiempo pueden ser coordinados en diferentes formas, por ejemplo: puede ser coordinados en diferentes formas cuando se usa una carga de voltaje constante modificado, la operación del relevador de voltaje obliga al dispositi

-vo de control de tiempo a arrancar, para medir el resto de la carga. Si se aplica la carga al método de dos etapas de operación del relevador de voltaje no solo hace que el control de tiempo arranque, sino que cambia también el régimen de carga, del alto al bajo. En otra forma de combinación el regulador de tiempo es usado para programar todo el proceso de carga mientras que el relevador de voltaje tiene la única misión de cambiar el régimen de carga de su valor de alto a bajo. La operación exacta de una unidad específica será descrita en el manual de instrucciones del fabricante respectivo. Pero tal como se proceda con cualquier otro equipo automático, es una cuestión de importancia indiscutible la práctica de inspecciones y pruebas frecuentes para tener la certeza de que se está operando correctamente.

Cuando una batería ha llegado al final de su corriente de descarga y está produciendo gas, el régimen de carga que se le puede aplicar deberá ser tan bajo como el del régimen final o más bajo aún. Siempre que se llegue a observar que el régimen de carga de una batería excede el valor del régimen de carga final estando el voltaje de cada una de las celdas por arriba de 2.9 Volts.

CAPITULO 2

INVERSORES

En numerosas aplicaciones no es posible obtener de la -- fuente de alimentación primaria el valor óptimo de tensión. - En tales casos se utilizarán inversores de CC a CA con o sin regulación para suministrar la tensión óptima a un determinado circuito.

Los circuitos de conversión de potencia, tanto inversores como convertidores se componen básicamente de algún tipo de interruptor pulsatorio, utilizado para desarrollar una forma de onda aceptable para un transformador.

Los inversores se pueden usar para excitar equipos que requieren alimentación de CA, tales como motores, receptores de radio y televisión, computadoras, iluminación fluorescentes, también pueden excitar transductores electromecánicos de equipo ultrasónico, tales como limpiadores ultrasónicos y dispositivos detectores de sonar.

Existen dos dispositivos de estado sólido que pueden funcionar como inversores éstos son los transistores y el otro los SCR's.

Así como también varias formas de hacer un inversor aquí

veremos inversores de baja frecuencia y se expondrán algunos circuitos tanto de SCR's como de transistores.

INVERSOR DE CLASE C

La fig. 2 muestra los dos tiristores SCR_1 y SCR_2 conec-
tados al transformador de salida T_1 . Estos tiristores son dis-
parados alternativamente, llevándolos al estado de conducción
mediante el generador de pulsos de disparo de compuerta que -
es del tipo multivibrador para producir una corriente en el -
primario del transformador de alimentación, los tiristores --
son conmutados por el capacitor C_1 , que se conecta entre los
anodos de los SCR's. La circulación de corriente a través del
circuito puede seguirse más fácilmente si se supone que ini-
cialmente está conduciendo SCR_1 , y que SCR_2 está en el corte
y además que la conexión de catodo común de los SCR's es el -
punto de referencia. Para esta condición, la tensión en el --
anodo de SCR_2 es el doble de la tensión de la fuente de CC, -
es decir $2 E_{cc}$, la corriente de carga circula desde la fuente
de alimentación de CC a través de una mitad del bobinado pri-
mario del transformador T_1 , al inductor L_2 , al SCR_1 y el in-
ductor L_1 , cuando se aplica corriente de disparo a la compuer-
ta de SCR_2 este se enciende y conduce.

Durante el período de conducción de SCR_2 , el capacitor -
 C_1 comienza a descargarse a través de L_3 , SCR_2 , SCR_1 y L_2 . --

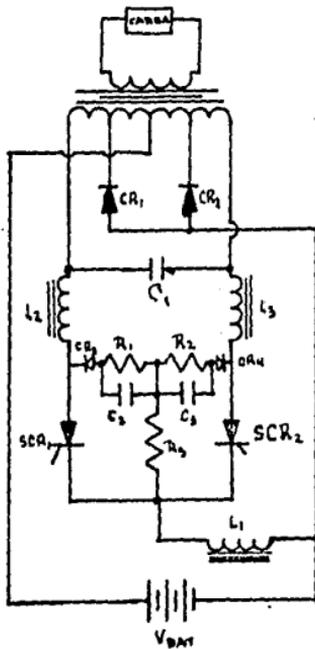


fig 2

Los inductores L_2 y L_3 funcionan para limitar la rapidez de aumento de la corriente de descarga di/dt de manera que se mantienen los esfuerzos asociados dentro de la capacidad del dispositivo durante el encendido del SCR. El efecto de este control hace decrecer la disipación de encendido la cual llega a ser parte importante de la disipación total del dispositivo cuando se trabaja con altas frecuencias de repetición. La corriente de descarga a través del SCR₁ circula en sentido inverso y después de que los portadores son barridos y se recombinan, SCR₁ se abre (es decir pasa al estado de no conducción). En este momento la tensión existente a través del capacitor C_1 , que es aproximadamente -2 Ecc, aparece a través de SCR₁ como tensión inversa. En tensión permanece el tiempo suficiente para permitir que el dispositivo se recure del bloqueo directo. Simultáneamente con este intervalo, el SCR₂ que conduce establece otro camino de descarga para el capacitor C_1 , a través del transformador T_1 y los inductores L_1 y L_3 . La función del inductor L_1 consiste en controlar la velocidad de descarga del capacitor para que haya tiempo suficiente para el apado.

Después que el capacitor C_1 se haya descargado desde -2 Ecc a cero, comienza a cargarse en sentido opuesto hasta $+2$ Ecc, cuando C_1 se carga hasta $+2$ Ecc, debido a la inversión de fase entre tensión y corriente, el flujo magnético del inductor L_1 es en ese momento máximo. Esta energía reacti

va almacenado en el inductor es transferida normalmente al capacitor y produce una sobretensión o sobrecarga que en este caso particula es indeseable. Las tensiones del capacitor superiores a 2 Ecc producen una tensión negativa en el anodo -- del SCR₂ con respecto al terminal negativo de la fuente de -- alimentación de CC. Esta condición se evita utilizando un diodo enclavador CR₂ conectado a una derivación adicional del -- transformador T₁ la cual está orientada hacia el anodo del -- SCR₂. Como resultado de ésto, la cantidad de sobrecarga del -- capacitor se reduce considerablemente. La energía almacenada en el inductor L₁ hace circular corriente a través del diodo CR₂, el bobinado N₄ del transformador, el inductor L₃ y el -- SCR₂. Los bobinados N₄ y N₃ del transformador actuan como un autotransformador a través del cual la energía almacenada en -- el inductor es realimentada a la fuente de alimentación.

Cuando se aplica la corriente de disparo a la compuerta de SCR₁ este dispositivo conduce y se repite el proceso descrito arriba. Cada vez que los SCR's se apagan para interrumpir la corriente de recuperación inversa, permanece cierta -- cantidad de energía en el inductor. Esta energía es transferida a la capacitancia del dispositivo la cual es relativamente pequeña, generándose así un transitorio de alta tensión. Este transitorio puede exceder el régimen del dispositivo, producir esfuerzos indeseables y aumentar la disipación de conmutación. Mediante una red supresora de transitorios, compuesta

de dos diodos, los resistores R_1 , R_2 , R_3 y las capacitancias C_2 y C_3 , se evita que esta tensión transitoria supere el régimen máximo de los SCR's.

INVERSOR DE ONDA SENOIDAL DE CLASE B

El inversor de onda senoidal de clase B regulado es derivado del circuito inversor sintonizado en clase B básico - fig. 3. El circuito básico sufre de tres grandes desventajas las cuales la fig. 5 elimina. Las limitaciones de funcionamiento del circuito son: inestabilidad y severos transientes sobre interrupción de carga debido a la potencia reactiva almacenada, falta de regulación de voltaje y sensibilidad al factor de potencia. A pesar de su característica de que su salida es senoidal estas desventajas tienen severas limitaciones en la aplicación de este circuito.

La fig. 4 enseña el primero de las mayores modificaciones introducidas en el circuito básico. El propósito de los componentes agregados L_2 , L_3 y D_1 hasta D_4 es proveer una rama para el rápido retorno de la corriente reactiva que hay en exceso. Esta red de estabilización pasiva elimina los transientes de voltaje fuertes y estabiliza el voltaje de salida para grandes cambios abruptos en la salida de cargas. Esta principal función es la habilidad de llevar a cabo el punto máximo de onda sin recorte sustancial o distorsión de

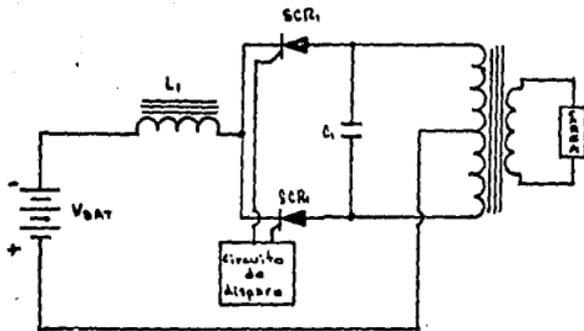


fig 3

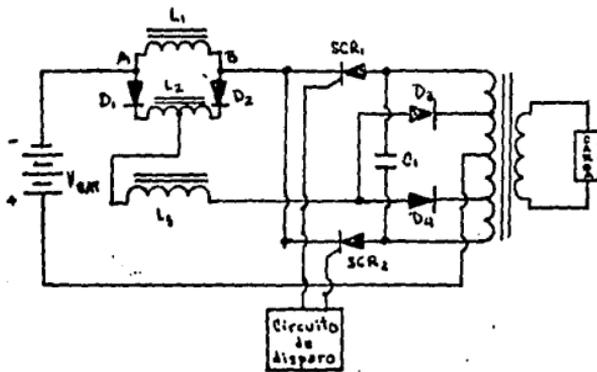


fig 4

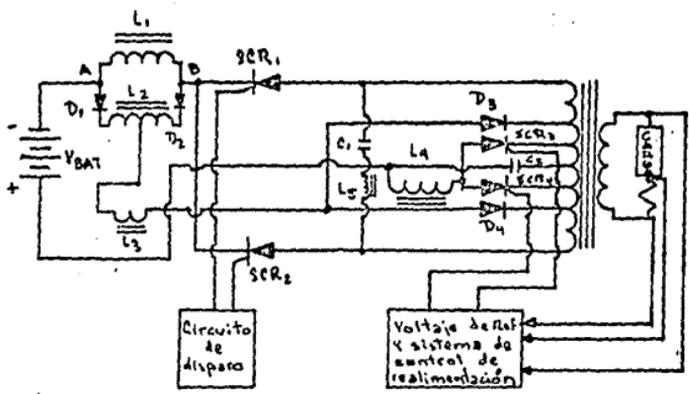


Fig 5

la forma de onda de salida. Esto se lleva a cabo por devolver la corriente de retroalimentación a través de una bobina de choque diferencial L_2 tal que la corriente sea igual entre los puntos A y B de la fig. 4. El punto B contiene una considerable cantidad de voltaje pulsante el cual normalmente afectaría severamente a la corriente de realimentación y consecuentemente causa distorsión entre el voltaje de salida. Por el uso L_2 el recorte que estaría presente usando solamente el punto A para la rama de retorno, y la distorsión de usar el punto B es eliminado. Diodos D_1 y D_2 sirven para aislar L_1 de L_2 . L_3 es usado para limitar extremos de retroalimentación mientras sea dimensionado suficientemente pequeño para proveer una constante de tiempo pequeño para el buen funcionamiento de la retroalimentación de tiempo pequeño bajo condiciones de transientes. Los diodos D_3 y D_4 sirven para rectificar la corriente de retroalimentación que retorna a la fuente

La fig. 5 enseña el circuito completo con la segunda modificación agregada y es un sistema de retroalimentación activo capaz de proveer regulación de carga para variaciones de carga y de la fuente de entrada. El circuito regulador activo está compuesto de C_2 , L_4 , de SCR_3 y de SCR_4 . La operación del circuito de retroalimentación activa es controlado por SCR_3 y SCR_4 . Solamente por variar el disparo que controla el ángulo de fase de disparo del SCR el capacitor C_2 puede variarse para que este agregue o sustraiga parte del voltaje de fuente. -

Sin embargo este voltaje actua como reductor o elevador de -- voltaje en serie con la fuente. El voltaje de salida puede -- ser efectivamente regulado sobre un rango ancho de condicio-- nes de carga y de desviaciones de voltaje de la fuente. L_4 + -- sirve para tener uniforme la corriente de retroalimentación -- esto para limitar el pulso de corriente de trabajo requerido del capacitor C_2 . L_5 es agregado para proveer la limitación -- del di/dt de los SCR's SCR_1 y SCR_2 y no forman parte de la -- red de estabilización activa.

INVERSORES TRANSISTORIZADOS.

En los inversores transistorizados más simples, la salida de CA es una onda cuadrada. Muchas clases de equipo operan satisfactoriamente con un voltaje de onda cuadrada. Pero en -- algunos casos se requieren un filtro en el secundario con el objeto de suprimir las armónicas no deseadas. El contenido -- fundamental de armónicas en una onda cuadrada es el valor má -- ximo de la onda dividida en 1.11. Así, si una onda senoidal -- de 115 (rms) volts es requerida, la salida del transformador debe ser 128 volts sumados a las caidas del filtro.

Es un convertidor, el valor exacto de la frecuencia de -- oscilación y su cambio con las variaciones de carga y del vol -- taje de entrada no son usualmente importantes. En un inversor por lo contrario, estas consideraciones son de mucha importan --

cia. La frecuencia de oscilación de muchos circuitos comunes está determinada por un oscilador de núcleo saturable, y depende del voltaje en la forma mostrada por la ecuación básica de los convertidores e inversores.

$$E = 4 \times B_m \times F \times N_1^2 \times S \times A \times 10^{-8}$$

Donde E= Voltaje de pico de la onda cuadrada presente a través de una mitad del devanado primario total con derivación central en voltios.

B_m= Densidad máxima del flujo del núcleo saturable en gaussios.

f= Frecuencia de oscilación en cps

N₁= Mitad del número total de vueltas en el primario del núcleo saturable.

A= Area de la sección transversal del núcleo saturable, en cm².

S= Factor de relleno del núcleo.

Esta ecuación muestra que la frecuencia es dependiente del voltaje y que todos los demás valores son constantes pa-

ra un núcleo particular. Por consiguiente, la frecuencia puede ser controlada mediante un control de voltaje de entrada. El circuito equivalente del transformador mostrado en la fig. 6 indica que la frecuencia puede ser controlada variando el voltaje inducido, estando este determinado por la ecuación:

$$E_1 = \frac{E_B R_2}{R_1 + R_2}$$

Donde E_1 = Voltaje inducido y E_B = Voltaje aplicado al transformador. Idealmente, R_1 debe ser nula o muy pequeño con respecto a R_2 .

Un método de reducir al mínimo la diferencia entre el voltaje aplicado y el inducido consiste en emplear alambre grueso en el primario en tal forma que E_1 se aproxime a E_B . Sin embargo, esto no compensa el cambio en el voltaje de saturación del transistor debido a la corriente, causando entonces este cambio una variación en la frecuencia debida a la carga. Si se regula el voltaje de entrada, la frecuencia puede controlarse en un 2. aproximadamente mediante el empleo de alambre extra grueso en el primario del transformador con núcleo saturable.

Si se requiere un control más estricto de frecuencia, es evidente que debe emplearse un método para medir la variación del voltaje inducido, en tal forma que puede obtenerse compen

sación mediante un ajuste en el voltaje de alimentación del oscilador.

La frecuencia de operación del oscilador con núcleo saturable depende del voltaje inducido del transformador oscilador. Este voltaje inducido se detecta por un circuito sensible que varía el voltaje de salida del regulador para mantener constante el voltaje inducido en el transformador, estabilizando por consiguiente la frecuencia. El oscilador se acopla mediante transformador al amplificador de potencia, el cual suministra la potencia a la carga. Solamente el oscilador requiere un voltaje regulado de alimentación por lo tanto el amplificador de potencia se conecta directamente a la fuente de poder.

El amplificador de potencia está excitado por el oscilador y es alimentado directamente de la fuente de potencia. Si se requiere un voltaje regulado de salida, puede intercalarse un regulador transistorizado entre la fuente y este amplificador.

El transformador de potencia se devana con un número de vueltas suficiente para proporcionar un voltaje de salida de onda cuadrada a la frecuencia considerada. La corriente de pico reflejada de carga. La corriente de magnetización debe ser pequeña, ya que este núcleo del transformador nunca se satura

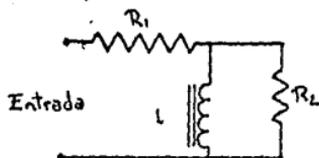


fig 6

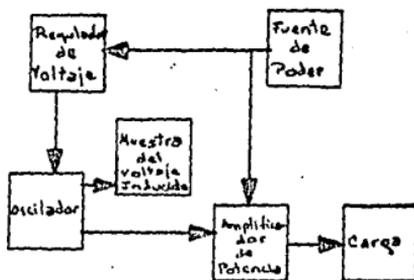


fig 7

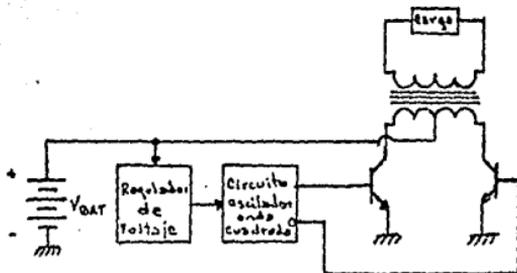


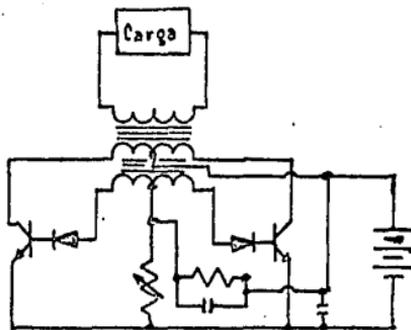
fig 8

Este inversor discutido se observa en la fig 7.

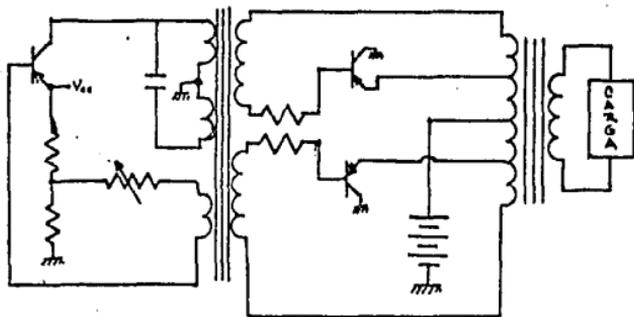
Teniendo este mismo principio existe otro inversor donde el oscilador es con un dispositivo integrado y es acoplado directamente a la base de transistor para llevarlo al corte o la saturación, por lo tanto su estabilidad de frecuencia dependerá de la precisión del circuito integrado utilizado y no de las condiciones del circuito inversor. fig 8.

Existe otro inversor el cual es de contrafase y es autooscilante esto quiere decir que los mismos transistores de salida son también los mismos osciladores pero la frecuencia también varia cuando la carga varia, por lo que estos solo se utilizan con cargas constantes y que no afecten al circuito inversor fig 9.

De todos estos sistemas inversores se pueden utilizar tres sistemas para nuestro propósito, como el oscilador de clase B de onda senoidal donde se necesite realmente una onda senoidal ya que este circuito tiene más pérdidas que los demás los de clase C de tiristores y el de transistor con el oscilador integrado, los de clase C de tiristores es el mismo que el de transistores solamente que es utilizado en potencias mayores que el de transistores ya que el número de SRC's utilizados contra el número de transistores utilizados para una potencia donde exista una gran corriente es menor,



a)



b)

Fig 9

pero cuando el número de transistores sea igual a los SCR's -
utilizados, se utiliza el inversor de transistores. Para nues-
tro sistema utilizaremos el de transistores ya que la poten-
cia es pequeña y no necesitaremos realmente una onda senoidal
para nuestras necesidades. Además si necesitamos un dispositi-
vo de onda senoidal podemos utilizar el inversor de transisto-
res con un filtro en la salida, tal como el filtro OTT el cual
podemos encontrarlo en la ref. 6 en la bibliografía.

CAPITULO III
CONTROL DE FRECUENCIA.

El controlador de frecuencia en realidad es un oscilador de onda cuadrada el cual gobernará a la base de los transistores de salida, estos pueden ser hechos con amplificadores operacionales con transistores, circuitos integrados etc, aquí discutiremos solamente el del amplificador operacional y el oscilador con circuito integrado el timer 555.

Un circuito oscilador de onda cuadrada con amplificador se observa en la Fig. 10 donde se observa que el circuito consta de 3 resistencias, un prest y un condensador, donde R_{1a} , R_{1b} y el capacitor CI definen la constante de tiempo del circuito, pero la frecuencia de salida también es afectada por la red de realimentación positiva R_3/R_2 , ya que si:

$$R_3/R_2=1.1 \quad \text{entonces} \quad F=0.5/(R_1 CI)$$

$$R_3/R_2=10 \quad \text{entonces} \quad F=5/(R_1 CI)$$

TIMER 555

Un diagrama de bloques del timer se observa en la fig. 11, dependiendo sobre como se utiliza el circuito, este puede funcionar como multivibrador monostable o cualquiera de un número de circuitos especializados.

La conexión de fuente de señal aparece en la fig. 12 asumiendo que la salida es alta, la carga sobre el capacitor es bajo y el transistor de descarga no está conduciendo. El capacitor ahora comienza a cargarse a través de R1 y R2 en serie hasta el voltaje de fuente Vcc. Cuando el voltaje a través del capacitor llega a $2/3$ de Vcc, el comparador threshold sensa esto y enciende la circuiteria interna al otro estado, la salida va ahora al estado bajo y el transistor de descarga se enciende. El capacitor ahora se descarga a través del resistor R2. La descarga continua hasta que el voltaje del capacitor llega a $1/3$ del voltaje de fuente. En este instante el comparador de disparo sensa el voltaje del capacitor y enciende el circuito de nuevo a su estado inicial. El ciclo continuamente se repite y la salida es una forma de onda rectangular. La salida es alta mientras el capacitor está cargándose y bajo mientras el capacitor está descargándose.

Las resistencias R1 y R2 en serie tiene un valor máximo en 3.3 Mohms y un valor mínimo de R1 y R2 de 1 Kohms. La máxima frecuencia es alrededor de 1 MHz.

Por hacer R2 más grande con respecto a R1, podremos tener una onda cuadrada esencialmente simétrica. Sin embargo siempre una vez carga hasta 2 resistencias en serie. Esto siempre es más largo que el tiempo inicial.

La frecuencia es independiente del voltaje

$$F = 1.44 / (R_a + 2R_b) \text{ (c)}$$

Y su ciclo de trabajo es el tiempo de encendido entre el tiempo de apagado

$$D = R_b / (R_a + 2R_b)$$

Para un 50% de ciclo de trabajo o sea una onda cuadrada. Fig. 13, el periodo de tiempo para la salida alta.

$$T_1 = 0.693 R_a C \text{ para la salida bajo}$$

$$T_2 = (R_a R_b) (R_a + R_b) (C) \ln (R_b - 2R_a) / (eR_b - R_a)$$

Este circuito no oscilará si R_b es más grande que $\frac{1}{2}R_a$ porque la unión de R_a y R_b no puede llevar al pin 2 - abajo de $\frac{1}{3}$ de V_{cc} .

$$F = 1.1 RC$$

Nosotros podemos obtener una salida simétrica por agregar un divisor binario flip-flop con reloj a la salida. La salida del flip flop con reloj tendrá la mitad de la frecuencia del oscilador y la simetría será de 50%, independientemente de la relación de simetría del oscilador. Esta técnica trabaja con cualquier fuente de señal y puede ser usada donde una constante simetría es necesaria.

Los divisores de frecuencia solamente funcionan cuando una subida en su entrada de reloj sucede, por lo que la simetría no importa en su entrada.

Si la entrada D es positiva, la salida Q va o queda en, positivo solamente cuando el reloj cambia de tierra a positivo.

Si la entrada D está en tierra, la salida Q va o queda en tierra solamente cuando el reloj cambia de tierra a positivo. Este divisor y sus formas de onda se observa en la fig. 14.

Ya como lo dijimos anteriormente, podemos tener una onda cuadrada aún cuando el oscilador no tenga una buena simetría con el divisor binario por lo que el oscilador que utilizaremos puede ser cualquiera de los discutidos anteriormente, por lo que escogeremos el del timer 555 oscilador estable simple fig. 12, su frecuencia de funcionamiento será de 120 Hz.

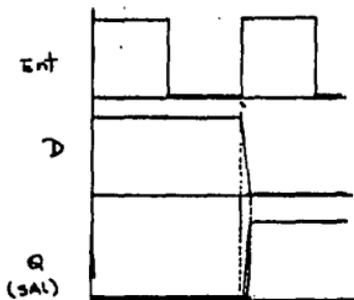
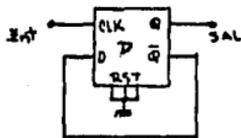


fig 1A

CAPITULO IV
COMPARADORES

Un comparador de voltaje compara el voltaje de entrada a otra entrada, Fig. 15, enseña el comparador de voltaje básico. En esta configuración donde el circuito más simple es el modo de lazo abierto, cualquier pequeña diferencia entre las dos entradas manejarán el amplificador operacional a la saturación en la salida. La dirección de saturación en la salida es determinada por la polaridad de la señal de entrada. Cuando el voltaje sobre la entrada inversora es más positiva que el voltaje de la entrada no inversora, la salida se deslizará a la saturación negativa ($-V_{sat}$). Similarmente cuando el voltaje sobre la entrada inversora es más negativa que el voltaje sobre la entrada no inversora, la salida se deslizará a la saturación positiva ($+V_{sat}$) si los voltajes de entrada son los mismos tanto en amplitud como en polaridad la salida será cero volts.

Para nuestro caso una de las señales de entrada que es comparada es mantenida constante y sirve como un nivel de referencia, la otra entrada es la señal que sensaremos.

Para un amplificador comparador práctico se utiliza resistencias de entrada para limitar la corriente de entrada. Fig. 16 a.

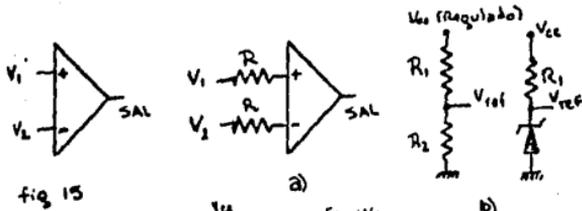


fig 15

Fig 16

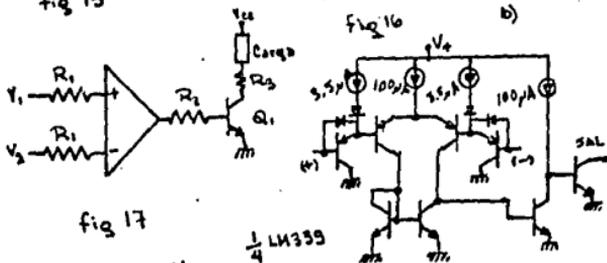
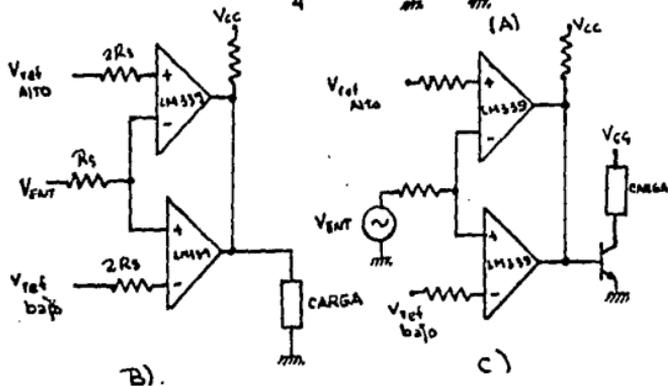


fig 17

 $\frac{1}{4}$ LM333

(A)



B).

c)

fig 18

El voltaje de entrada de referencia no debe exceder la máxima relación de voltaje de modo común del circuito integrado siendo usado, el voltaje de referencia puede ser establecido tal como se observa en la Fig. 16 b, cuando se utilizan solamente 2 resistencias el voltaje de alimentación V_{cc} tiene que ser regulado.

Cuando se necesite más corriente que el amplificador operacional pueda excitar, se puede utilizar el circuito de la fig. 17.

Donde Q_1 amplifica la corriente de salida, R_2 envía la corriente de base que maneja el transistor y R_3 limita la corriente de carga.

El circuito anterior es utilizado cuando se utiliza un amplificador operacional de uso general, para nuestro caso utilizaremos el amplificador operacional LM339, el cual como se observa en la fig. 18a tiene en su salida un transistor con colector abierto, el cual necesita una resistencia del colector a V_{cc} para que pueda funcionar, el valor de la resistencia dependerá de la corriente que se necesite, la corriente máxima que nos pueda excitar es de 16 mA.

Dependiendo cual de las entradas la positiva o negativa es utilizada como entrada de referencia, será el sensor

de menor a mayor a una cantidad, esto dicho en otras palabras, cuando la entrada positiva es utilizada como referencia, al sensar una señal menor a la referencia se activará la salida del comparador o sea tendremos un voltaje de salida igual a V_{cc} . Pero si la referencia se encuentra en la entrada del pin negativo, cuando se sense una señal mayor que el voltaje de referencia, también tendremos un voltaje de salida igual a V_{cc} , por lo tanto para obtener un comparador de límites, esto quiere decir un sensor de límite inferior y un límite superior de una señal, se logra con poner dos comparadores como se observa en la fig. 18b, donde el voltaje de referencia se obtendrá por medio de dos resistencias.

Las salidas de los dos comparadores pueden ser unidas, sin ningún problema ya que los transistores de salida son de colector abierto y como se discutió anteriormente se necesita una resistencia de la salida del comparador V_{cc} , ésta salida puede ir directamente a la base de un transistor para excitar mayor corriente que 16mA y no necesita resistencia de base ya que el transistor de salida es de colector abierto. tal como se observa en la figura 18c.

CAPITULO V
TEMPORIZADORES.

El control de tiempo puede realizarse mediante varios métodos, ya sean mecánicos, térmicos, químicos, electróni--cos o una combinación de estos, Independientemente, del método empleado, un controlador de tiempo depende de una base de tiempo generada internamente o aplicada desde una fuente externa. El reloj con accionamiento o de resorte por ejem--plo, genera su propia base de tiempo, mientras que el reloj eléctrico ordinario utiliza una base de tiempo externa que es el periodo de voltaje de la línea de CA.

Generadores de RC de base de tiempo.

La base de tiempo para un circuito sencillo de bajo -- costo puede establecerse empleando una resistencia, un condensador y una red sensible tal como se observa en la Fig. 19.

El tiempo t para cargar el condensador C al voltaje V_c en el circuito sencillo controlador de tiempo es:

$$t = RC \ln (V_b / (V_b - V_c))$$

La exactitud de una base de tiempo obtenida del circui to depende de la estabilidad del producto RC , de V_b y de la red sensible.

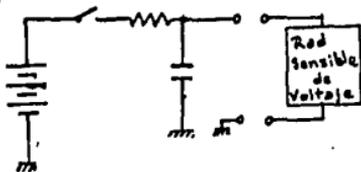
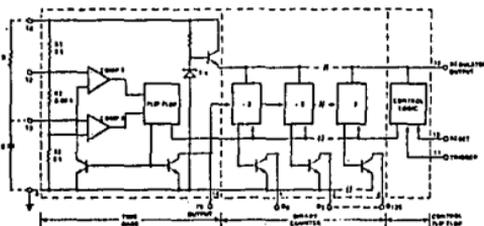
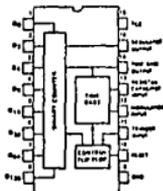


fig 19

BLOCK DIAGRAM



CONNECTION DIAGRAM
18-PIN DIP (TOP VIEW)
PACKAGE OUTLINES 78, 98
PACKAGE CODE D P



ORDER INFORMATION

TYPE	PART NO
μA2240	μA22400M
μA2240C	μA22400C
μA2240C	μA22400C

a)

b)

fig 20

Existen en la actualidad varios circuitos integrados - que nos dan tiempos extraordinariamente precisos, donde su facilidad de uso y además simplificación de su circuito exterior los hace adecuados para su uso como temporizadores. Existen muchos circuitos integrados que podríamos utilizar, tales como el timer 555, M51841, U1N-2430M UA2240, MC14541BA, etc. Para nuestro propósito de dar un tiempo de encendido podemos utilizar tanto el timer LM555 como el UA2240 que -- son los que encontramos fácilmente en el país, pero para -- tiempos mayores de 1 hora el UA2240 es el que nos sirve mejor, ya que este tiene un gran rango de tiempo y es capaz de producir precisión de microsegundos a 5 días de tiempo - de retardo sin modificar su circuito exterior, cosa que con el timer 555 no es posible.

EL UA2240 es un timer programable y también es un contador, largos retardos, hasta de 3 años pueden ser fácilmente generados por poner en cascada 2 de estos timers. El timer consiste de un oscilador de base de tiempo, contador de 8 bits programable y un flip flop de control. Una red RC externo fija la frecuencia del oscilador y permite tiempos de retardo de $1 RC$ a $255 RC$ para que sean seleccionados. La entrada de disparo, el reset y la salida son todos compatibles con CMOS, TTL y DTL para fácil interface con sistemas digitales.

DESCRIPCION FUNCIONAL (Fig. 20 y diagrama de bloques de la siguiente página).

Cuando la alimentación es aplicada al UA2240 sin entradas de reset y de disparo, el circuito comienza con todas las salidas en nivel alto. La aplicación de un pulso de disparo de subida positiva al pin 11 que es el pin de disparo, inicia el ciclo del tiempo. La entrada de disparo activa el oscilador de tiempo base y habilita la sección del contador y envía las salidas contadoras al estado bajo. El oscilador de base de tiempo genera pulsos de tiempo con un periodo T que es igual a RC . Estos pulsos de reloj son contados por una sección contadora binaria. La secuencia de tiempo es completada cuando un pulso de reset es aplicado al pin 10, el cual es el pin de reset.

Una vez disparado, el circuito es inmune a entradas de disparos adicionales hasta que el ciclo de temporización es completaria o una entrada de reset es aplicada. Si ambos los pines de reset y el de disparo son activados simultáneamente el de disparo lleva prioridad. Fig. 21 de la secuencia del tiempo de las formas de onda de salida de varias terminales del circuito, subsecuentemente a una entrada de disparo, -- Cuando el circuito está en un estado de reset, ambos, la sección de base de tiempo y la sección de los contadores están en el estado alto.

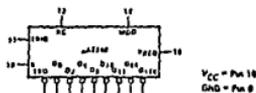


Fig 1. Logic Diagram

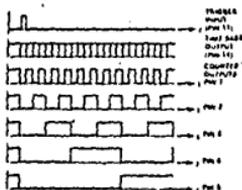


fig 21

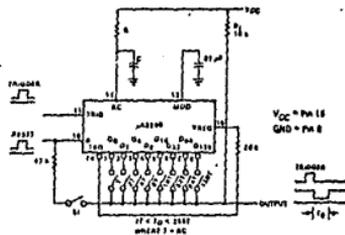


fig 22

En más aplicaciones de tiempo, uno o más de las salidas de los contadores son conectadas a la terminal del reset con S1 cerrado, Fig. 22. El circuito comienza el tiempo cuando se dispara y automáticamente se resiste a sí mismo para completar el ciclo de tiempo cuando un conteo programado es completado. Si ninguna de las salidas contadoras son conectadas de nuevo a la terminal de reset (switch S1 abierto) el circuito opera en un estado estable o de corrimiento libre, siguiendo a una entrada de disparo.

IMPORTANTE INFORMACION DE OPERACION.

La conexión a tierra es el pin 9

Pin 10 reset lleva a todas las salidas al estado alto.

Pin 11 de disparo lleva a todas las salidas al estado bajo.

Tiempo de base T80 pin 14 puede ser deshabilitado por llevar a la entrada Rc pin 13 por medio de un resistor de 1 Kohms a tierra.

La salida de tiempo base normal pin 14 es un pulso de caída negativo más grande de 500 ns.

NOTA: Bajo las condiciones de voltajes de alimentación altos (Vcc mayor de 7 volts) y valores bajos de capacitadores de tiempo (C menor que 0.1 uF) el ancho del pulso de F80 puede ser muy estrecho para disparar la sección contadora. Este puede ser corregido por conectar un capacitor de 300 pF de T80 pin 14 a tierra pin 9.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS: (See Test Circuit Fig. 28, $V_{CC} = 6V$, $T_A = 25^\circ C$, $R = 10k\Omega$, $C = 0.1\mu F$, unless otherwise noted)

PARAMETER	CONDITIONS	$\mu A2240$			$\mu A2240C$			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
GENERAL CHARACTERISTICS								
Supply Voltage	For $V_{CC} < 4.8V$, Short Pin 18 to Pin 18	4		15	4		15	V
Supply Current								
Total Current	$V_{CC} = 5V$, $V_{IH} = 0$, $V_{AS} = 5V$		3.5	-6		4	7	mA
	$V_{CC} = 15V$, $V_{IH} = 0$, $V_{AS} = 5V$		12	18		13	18	mA
Counter Only	See Test Circuit, Figure 29		1			1.8		mA
Regular Output V_{REG}	Measured at Pin 15, $V_{CC} = 5V$	4.1	4.4		3.8	4.4		V
	$V_{CC} = 15V$. See Test Circuit, Figure 30	8.0	8.3	8.8	8.8	8.3	8.8	V
TIME BASE SECTION								
Timing Accuracy (Note 2)	$V_{AS} = 0$, $V_{IH} = 5V$		0.8	3.0		0.8	6	%
	$V_{CC} = 5V$, $0^\circ C < T_A < 75^\circ C$		150	300		200		ppm/ $^\circ C$
Temperature Drift	$V_{CC} = 15V$		80			80		ppm/ $^\circ C$
	$V_{CC} > 8V$. See Figure 22		0.06	0.2		0.08	0.3	%/V
Max Frequency	$R = 1k\Omega$, $C = 0.007\mu F$	100	130			130		MHz
Modulation Voltage Level	Measured at Pin 12, $V_{CC} = 5V$	3.00	3.50	4.0	3.80	3.80	4.20	V
	$V_{CC} = 15V$		10.8			10.8		V
Recommended Range of Timing Components	See Figure 20							
Timing Resistor, R		0.001		10	0.001		10	k Ω
Timing Capacitor, C		0.007		1000	0.01		1000	μF
TRIGGER, RESET CONTROLS								
Trigger	Measured at Pin 11, $V_{AS} = 0$							
Trigger Threshold			1.4	2.0		1.4	2.0	V
Trigger Current	$V_{AS} = 0$, $V_{IH} = 3V$		8			10		μA
Impedance			26			28		k Ω
Response Time (Note 3)			1			1		μs
Reset	Measured at Pin 10, $V_{IH} = 0$							
Reset Threshold			1.4	2.0		1.4	2.0	V
Reset Current	$V_{IH} = 0$, $V_{AS} = 2V$		8			10		μA
Impedance			28			28		k Ω
Response Time (Note 3)			0.8			0.8		μs
COUNTER SECTION See Test Circuit, Figure 30								
Max Toggle Rate	$V_{AS} = 0$, $V_{IH} = 5V$ Measured at Pin 14	0.8	1.5			1.5		MHz
Input Impedance			20			20		k Ω
Input Threshold		1.0	1.4		1.0	1.4		V
Output	Measured at Pins 1 through 8							
Rise Time			180			180		ns
Fall Time	$R_L = 3k\Omega$, $C_L = 10pF$		180			180		ns
Sink Current	$V_{OH} < 0.4V$	3	6		2	4		mA
Leakage Current	$V_{OH} = 15V$	0.01	8		0.01	18		μA

NOTES

1 Timing error solely introduced by $\mu A2240$ measured as % of total time base period of $T = 1000$ ns

2 Propagation delay from suppression of trigger (or reset) input to corresponding state change in counter output at Pin 1

TYPICAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS

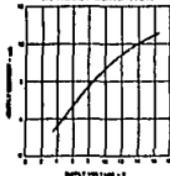
SUPPLY CURRENT AS A
FUNCTION OF
SUPPLY VOLTAGE
IN RESET CONDITION

Fig. 19

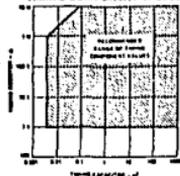
RECOMMENDED RANGE OF
TIMING COMPONENT VALUES

Fig. 20

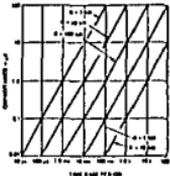
TIME BASE PERIOD AS A
FUNCTION OF EXTERNAL RC

Fig. 21

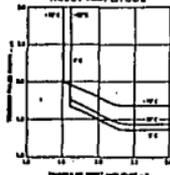
MINIMUM TRIGGER PULSE
WIDTH AS A FUNCTION OF
TRIGGER AND
RESET AMPLITUDE

Fig. 22

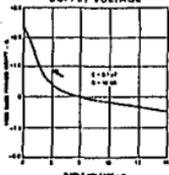
TIME BASE PERIOD DRIFT
AS A FUNCTION OF
SUPPLY VOLTAGE

Fig. 23

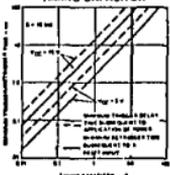
MINIMUM
TRIGGER/RETIGGER
TIMING AS A FUNCTION OF
TIMING CAPACITOR

Fig. 24

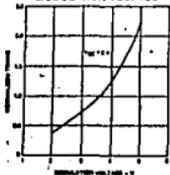
NORMALIZED CHANGE IN
TIME BASE PERIOD
AS A FUNCTION OF
MODULATION VOLTAGE

Fig. 25

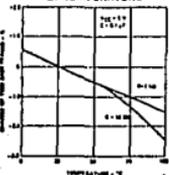
TIME BASE PERIOD AS A
FUNCTION
OF TEMPERATURE

Fig. 26

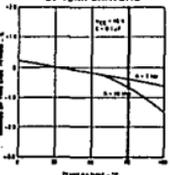
TIME BASE PERIOD AS A
FUNCTION
OF TEMPERATURE

Fig. 27

El pin 10 de reset detiene el oscilador de base de tiempo.

Las salidas Oo a O(128) (pines 1 a 8) puede dar una corriente de 2 mA con un voltaje V menor o igual a 0.4 volts, donde es el voltaje en el nivel bajo.

Para usarlo con reloj externo, amplitudes del pulso de reloj mínimo debe ser 3 volts, con un pulso más grande que un pulso de 1 us de duración.

OPERACION MONOESTABLE

En aplicaciones de temporización de precisión, el UA2240 es usado en modo monoestable, la conexión del circuito generalizado para estas aplicaciones se enseña en la fig. 22:

La salida es normalmente alta y va al estado bajo por seguir una entrada de disparo, este se mantiene bajo mientras dure el tiempo programado, T_0 , y entonces retorna al estado alto. La duración del ciclo de tiempo T_0 es dado como:

$$T_0 = Nt = NRC$$

Donde T es igual a RC que es el periodo de base de tiempo y N es un entero en el rango 1 N 255, pues es determinado por la combinación de salidas contadoras, conectadas al bus de salida.

Las salidas contadoras binarias son etapas del tipo colector abierto y pueden ser cortacircuitadas juntas a un resistor de ayuda para formar una conexión de una compuerta o alambrada; la salida combinada será bajo y tan largo como una de sus salidas sea bajo. El tiempo de retardo asociado con cada salida contadora puede ser agregado. Esto es hecho por medio del corto circuito que simplifica la salida y las juntas para formar un bus de salida común como se enseña en la fig. 22. Por ejemplo, si solamente el pin 6 está conectado a la salida y el resto está abierto, la duración del ciclo de tiempo T_0 es $32T$ similarmente, si los pines, 1, 5, 6 son cortocircuitados al bus de salida, el tiempo de retardo total es T_0 es igual a la suma de 1, 16, 32 veces T o sea un total de $39 T$, de esta manera por escoger propiamente las terminales contadoras conectadas al bus de salida el tiempo del ciclo puede ser programado de $1T$ hasta $255T$.

CAPITULO VI
REGULADOR DE VOLTAJE Y DE CORRIENTE.

Cuando un extremado bajo rizo es requerido, o cuando la fuente de voltaje tiene que ser constante con grandes fluctuaciones de carga y voltaje de línea, un amplificador de lazo cerrado es usado para regular la fuente. De allí existen dos categorías principales de reguladores electrónicos: reguladores lineales, la cual la condición del elemento de control es variada en forma directa al voltaje de línea o corriente de carga y los reguladores de switcheo, en el cual el dispositivo de control es encendido y apagado con proporción al ciclo de trabajo a las condiciones de línea o a las de carga.

Un regulador de voltaje proporciona un voltaje constante a cargas específicas dentro de un rango limitado de voltajes de entrada.

El procedimiento general de diseño puede ser dividido en cinco etapas como se observa en el diagrama de bloques de la figura 23. Obsérvese que la regulación se lleva a cabo -- comparando una muestra de voltaje en la salida con una referencia, cualquier error presente es amplificado y utilizado para controlar un elemento serie.

El elemento muestra del diagrama de bloques es usualmente

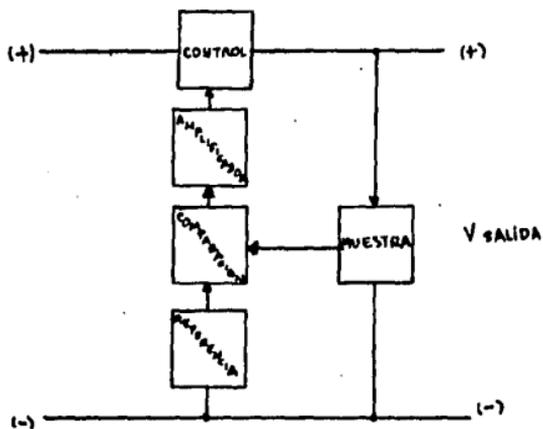


fig 23

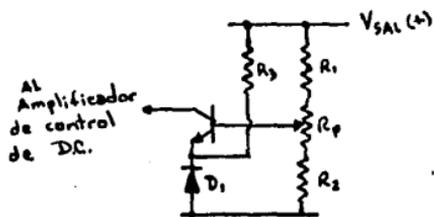


fig 24

te un simple divisor de voltaje a través de la salida regulada.

Los diodos de ruptura de silicio se usan generalmente como referencia de voltaje en los reguladores con transistores, debido a que su voltaje de ruptura es relativamente constante en un amplio rango de corriente inversa.

El elemento de comparación toma una muestra del voltaje de salida, lo compara con el voltaje de referencia y produce una señal que es proporcional a la diferencia. Puede emplearse una simple etapa con emisor común o un amplificador diferencial con acoplamiento de emisor para el elemento comparador. La elección depende del grado de regulación y de la estabilidad de temperaturas requeridos.

El voltaje de muestra es aplicado a la base de Q_1 y el voltaje de referencia se aplica al emisor de la Fig. 24. Si el voltaje de salida tiende a aumentar, el voltaje base emisor de Q_1 se incrementará y causará un flujo mayor de corriente de colector. Una caída en el voltaje de salida origina una disminución en la corriente de colector de Q_1 . El cambio en la corriente colector de Q_1 y el cambio en la corriente de entrada al elemento de control, está fuera de fase. Esto significa que si el voltaje de salida comienza a aumentar, el voltaje de diferencia amplificado disminuirá la corriente en el elemento de control y el

voltaje de salida será corregido.

Un amplificador diferencial con acoplamiento de emisor es ideal como elemento de comparación si el regulador debe operar en un amplio rango de temperaturas o a temperaturas muy altas.

El amplificador de DC, debe aumentar la señal de diferencia del elemento de comparación a un nivel suficiente para excitar el elemento de control. Debido a que el amplificador se encuentra dentro de un circuito fuertemente retroalimentado, no se necesita un diseño muy crítico del amplificador de DC. El único requisito en muchos casos, consiste en proporcionar una ganancia que sea suficientemente pequeña para mantener la estabilidad del circuito.

El elemento de control interpreta la señal del amplificador de DC y efectúa el ajuste necesario para mantener un voltaje constante de salida.

Los elementos de control de reguladores serie y con seguidor de emisor, son básicamente los mismos, con excepción de la excitación de la base, la que se obtiene del amplificador de DC en un regulador serie y del elemento de referencia en un regulador con seguidor de emisor. Los elementos de control serie y con seguidor de emisor, deben ser capa--

ces de soportar la corriente total del regulador; pero durante la operación normal puede el voltaje colector emisor ser mucho menor que el voltaje de salida.

El prerregulador deberá incluirse como un elemento funcional si el regulador trabaja a su capacidad máxima. El prerregulador proporciona una corriente constante al colector del amplificador dEDC y la base del elemento de control. Además de mejorar la regulación de entrada el prerregulador reduce la resistencia de salida del regulador. Si la fuente de corriente para Q2 y Q3 estuviera derivada a través de solo una resistencia, un incremento en la corriente de carga tendería a causar una caída en el voltaje de salida. La caída es originada por un incremento en el voltaje base emisor del elemento de control y por una caída mayor de voltaje a través de la resistencia interna de la fuente no regulada.

Cuando esto ocurre, el elemento de comparación es forzado a compensar ambos cambios, y la resistencia de la fuente no regulada, así como la resistencia de emisor del elemento control, contribuirán a la resistencia de salida del regulador. Dependiendo de la resistencia de la fuente, la resistencia de salida puede ser reducida hasta un orden de magnitud si se emplea el prerregulador. Si el voltaje a través de R2 es constante con cambios pequeños en la carga,

la resistencia de salida es independiente de la resistencia interna de la fuente no regulada.

Los elementos descritos anteriormente pueden ser conectados para mostrar un regulador completo. Fig. 25.

La corriente moderna en reguladores está a favor al -- uso de dispositivos integrados de tres terminales comunmente referidos como reguladores de tres terminales. Dentro de cada regulador, existe un circuito de referencia, un amplificador de error de alta ganancia, voltaje compensado por temperatura, resistores de senseo y transistores y un elemento de paso. Muchas unidades encontradas tienen protec---ción de sobrevoltaje, así como retroalimentación térmica, y también una protección de corriente foldback., haciendo a - estos virtualmente a prueba de destrucción.

Reguladores de tres terminales (una conexión para el - voltaje de entrada de DC no regulada, la salida del voltaje de DC regulado, y el pin de referencia) son encontrados en un ancho rango de relaciones de voltaje y corriente. Es fá- cil observar porque los reguladores de esta clase son tan - populares cuando se considera el bajo precio y el número de componentes que ellos pueden reemplazar.

Cuando se escoge un regulador de tres terminales para

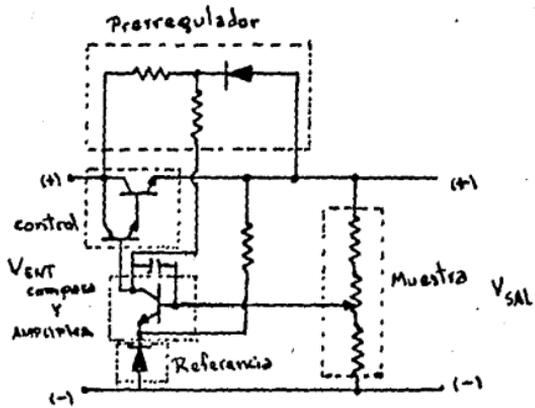


fig 25

una aplicación dada, las más importantes especificaciones a considerar son el voltaje de salida del dispositivo, corriente de salida, el voltaje diferencial de entrada salida regulación de línea, regulación de carga y potencia de disipación, voltaje y corriente de salida son determinados por la carga. El voltaje diferencial entrada a salida es una de las más importantes especificaciones del regulador de 3 terminales a considerar cuando se diseña una fuente, el mínimo valor diferencial, usualmente estará cerca de 2.5 Volts, este es llamado el voltaje de caída del regulador. Si el voltaje diferencial es menor que el voltaje de caída, no habrá regulación.

Para nuestro objetivo de alta corriente existen 2 integrados de National Semiconductor que pueden trabajar con corrientes más o menos grandes tales como el LM396, el cual maneja corrientes de 10 amp y el LM338 el cual maneja corrientes de 5 amp. por la facilidad de encontrar al LM338, éste será utilizado aquí, el número de reguladores dependerá de la corriente que necesitamos.

Este integrado es un regulador de voltaje positivo de tres terminales capaz de suplir una corriente de 5 amperes sobre un rango de 1.2 a 32 voltios de salida. Estos son excepcionalmente fáciles de utilizar y requiere de solo 2 resistencias para obtener el voltaje de salida.

Bajo ciertas condiciones de carga, el límite de corriente decrementa a un valor seguro protegiendo el regulador. -- También sobre el integrado es incluido una protección de sobrecarga térmica y una protección del área segura para la potencia del transistor.

El regulador es flotante y solo mira el voltaje diferencial de entrada salida, fuentes de varios cientos de voltios puedan ser regulados tan grandes como la diferencia máxima de entrada salida no sea excedido.

Como regulador de voltaje funciona como se observa en la fig. 26.

Cuando observamos las curvas de I_c contra V_{be} vemos que la corriente del transistor bipolar es esencialmente independiente del potencial del colector emisor cuando el dispositivo es polarizado en su región activa. La fig. 27 ilustra una fuente de corriente constante usando un transistor PNP. Una caída de potencial esencialmente constante de 1.2 volts es mantenido por medio de los diodos.

La unión base emisor introduce una caída de 0.6 volts, por lo que el voltaje aplicado al resistor de 62 ohms es de 0.6 volts, constantes. Un voltaje a través de una resistencia fuerza a tener una corriente constante, claro cuando es-

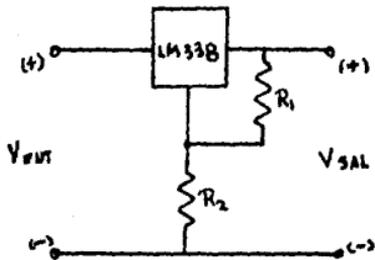


fig 26

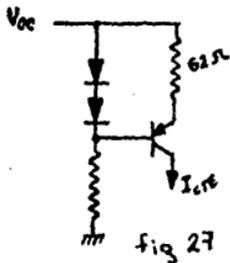


fig 27

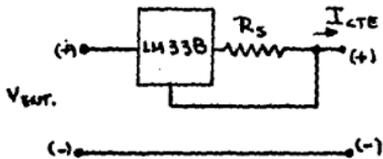


fig 28

te voltaje es constante. Esta corriente fluye en el emisor y la alta α del transistor causa que la corriente del colector sea casi la misma que la de emisor.

Un dispositivo que pasa una corriente arbitraria independiente del voltaje aplicado presenta una impedancia dinámica a la señal que es manejada. Esta función hace que el generador de corriente constante sea de gran valor en muchas aplicaciones.

Observando el principio de funcionamiento del circuito anterior el cual al tener un voltaje constante a través de una resistencia fija obtendremos una corriente constante, el cual podemos aprovechar para utilizar el regulador de voltaje LM338 que tiene entre sus terminales de salida y el de referencia un voltaje de 1.2 volts constantes y si ponemos una resistencia en paralelo entre estas terminales obtendremos una corriente constante, por supuesto esta corriente dependerá del valor de la resistencia R_S tal como se observa en la Fig. 28.

Absolute Maximum Ratings

Power Dissipation	Internally Limited
Input-Output Voltage Differential	35V
Operating Junction Temperature Range	
LM138	-55°C to +150°C
LM238	-25°C to +150°C
LM438	0°C to +125°C
Storage Temperature	-85°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

Preconditioning

Burn In in Thermal Limit

All Devices 100%

Electrical Characteristics (Note 1)

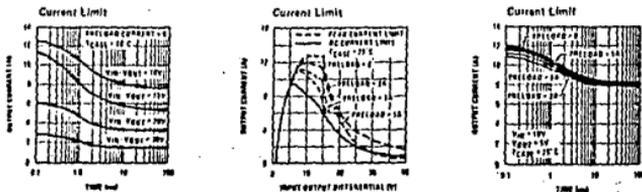
PARAMETER	CONDITIONS	LM138/LM238			LM338			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Line Regulation	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_I \leq V_{IN}$, $V_{OUT} \leq 35\text{V}$, (Note 2)	0.005	0.01		0.005	0.03		%/V
Load Regulation	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $10\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 8\text{ A}$, $V_{OUT} \leq 5\text{V}$, (Note 2)	5	15		5	25		mV
		0.1	0.2		0.1	0.8		%
Thermal Regulation	$I_{ADJ} = 20\text{ mA}$	0.002	0.01		0.002	0.02		%/W
Adjustment Pin Current		45	100		45	100		μA
Adjustment Pin Current Change		0.2	5		0.2	5		μA
Reference Voltage	$2\text{V} \leq V_{IN} - V_{OUT} \leq 35\text{V}$, (Note 3)	1.18	1.24	1.29	1.18	1.24	1.29	V
	$10\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 5\text{ A}$, $V_I \leq 50\text{V}$							
Line Regulation	$2\text{V} \leq V_{IN} - V_{OUT} \leq 35\text{V}$, (Note 2)	0.02	0.04		0.02	0.06		%/V
Load Regulation	$10\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 8\text{ A}$, (Note 2)	20	30		20	30		mV
		0.3	0.6		0.3	1.0		%
Temperature Stability	$T_{MIN} \leq T_J \leq T_{MAX}$	1			1			%
Minimum Load Current	$V_{IN} - V_{OUT} = 25\text{V}$	3.8	5		3.8	10		mA
Current Limit	$V_{IN} - V_{OUT} \leq 10\text{V}$	DC	6.0	8		6.0	8	A
		0.5 ms Peak	7	12		7	12	A
	$V_{IN} - V_{OUT} = 20\text{V}$		1		1		A	
RMS Output Noise, % of V_{OUT}	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $10\text{ Hz} \leq f \leq 10\text{ kHz}$	0.002			0.003			%
Supply Rejection Ratio	$V_{OUT} = 10\text{V}$, $f = 120\text{ Hz}$	80			80			dB
	$CADJ = 10\text{ pF}$	80			80			dB
Long Term Stability	$T_A = 125^\circ\text{C}$	0.3	1		0.3	1		%
Thermal Resistance, Junction to Case	K Package			1.0				$^\circ\text{C/W}$

Note 1: Unless otherwise specified, these specifications apply: $55^\circ\text{C} \leq T_J \leq 150^\circ\text{C}$ for the LM138, $-25^\circ\text{C} \leq T_J \leq 150^\circ\text{C}$ for the LM238 and $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$ for the LM338. $V_{IN} - V_{OUT} = 5\text{V}$ and $I_{OUT} = 2.5\text{ A}$. Although power dissipation is internally limited, these specifications are available for power dissipation up to 50W.

Note 2: Regulation is measured at constant junction temperature. Changes in output voltage due to heating effects are taken into account separately by thermal regulation.

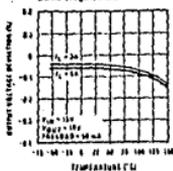
Note 3: Selected devices with tightened tolerance reference voltage available.

Typical Performance Characteristics

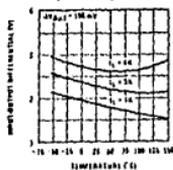


Typical Performance Characteristics (Continued)

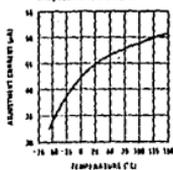
Load Regulation



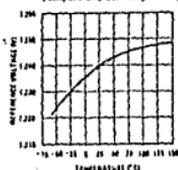
Dropout Voltage



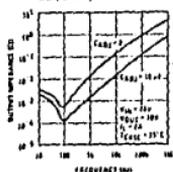
Adjustment Current



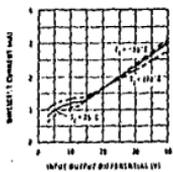
Temperature Stability



Output Impedance



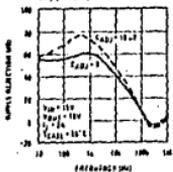
Minimum Operating Current



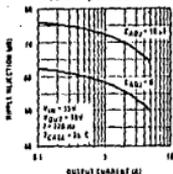
Ripple Rejection



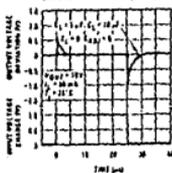
Ripple Rejection



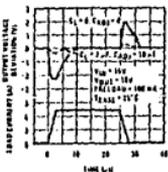
Ripple Rejection



Line Transient Response



Load Transient Response



CAPITULO VII

FORMACION DEL CIRCUITO Y CALCULOS.

Este capítulo ya como su nombre lo indica, se formará todo el circuito completo por lo que primero necesitamos una batería, pero ésta depende de las necesidades del inversor, por lo tanto el primer desarrollo será el del circuito inversor.

CIRCUITO INVERSOR.

Como se observa en la Fig. 1, el voltaje de la terminal del primario a su derivación central es el voltaje de batería menos la caída de voltaje de colector a emisor del transistor de salida. Si tenemos una caída de voltaje entre el emisor y el colector de 0.5 volts máxima y si el voltaje de batería es de 12 volts, además si la forma de onda de salida es cuadrada el voltaje rms del voltaje de primario será de $(12-0.5)/1.11=10.35$ volts por lo que el voltaje de terminal a terminal del primario será de $2 \times 10.35 = 20.7$ con derivación central, por supuesto el secundario será de 115 volts. Con un transformador de 20 volts es suficiente, además si nuestras necesidades son de 250 volts amperes, la corriente necesaria del primario será aproximadamente de $250 \text{ V.A} / 19 \text{ V} = 12.5$ amperes por lo que el transformador de salida tiene que tener esta característica en el prima--

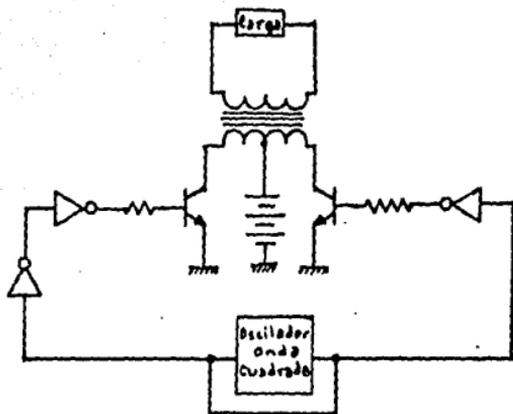


fig 1

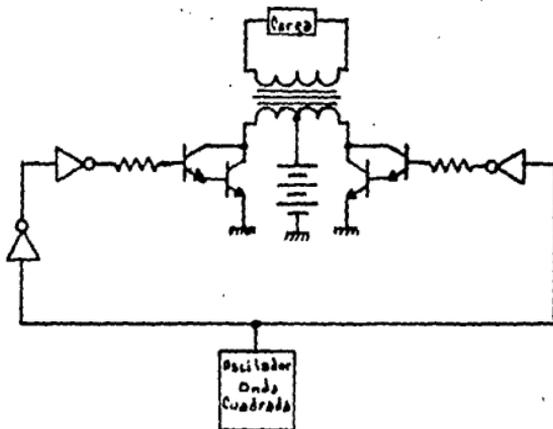


fig 2

rio 20 volts con derivación central a 15 amperes y el secundario a 115 volts.

Si la corriente máxima en el primario es de 15 amperes esta corriente también pasa por los transistores de salida, entonces las características de los transistores tienen que ser V_{ce} mayor o igual de 40 volts, una corriente de colector mayor o igual a 30 amperes y una potencia de disipación mayor o igual a 50 watts para que los transistores puedan trabajar en buenas condiciones, existen en el comercio 2 -- transistores que tienen aproximadamente estas características, éstos son el 2N3771 y el MJ802. Si el transformador de salida no se consigue de 15 amperes pueden ponerse dos transformadores de 7.5 volts en paralelo o aún mejor poner los dos transformadores con transistores independientemente si este es el caso los transistores de salida tendrán menos corriente que los atraviesan, ya que la corriente que pasará a través de ellos será de 7.5A, por lo que las características del transistor deberán de ser $V_{ce}=40$ volts, I_c mayor o igual a 15 amperes y potencia de disipación mayor o igual a 25 watts, para este caso podemos utilizar los transistores 2N3055. Los dos sistemas trabajan bien y la utilización de cada uno dependerá de que transformadores se dispona.

Aquí en esta tesis utilizaremos los dos transformado--

res independientes, ya sabiendo que la corriente de colector del transistor es de 7.5 amperes y la H_{fe} para el 2N3055 es 20 la corriente de base será de 375m amperes. Como las salidas de las compuertas inversoras que vienen del circuito oscilador son las que excitan la corriente de base de los transistores de salida y si sabemos que la máxima corriente que éstas compuertas pueden alimentar es de 12 mA, entonces se necesitará un transistor excitador para alimentar la corriente. (Fig. 2) de 375mA por lo que las características del transistor excitador tiene que ser V_{ce} mayor o igual a 40 volts, I_c mayor o igual a 750mA y una potencia de disipación mayor o igual a 750 mwatts, los transistores que podemos utilizar para este caso son BD135, BD137 o el BD139, la corriente de base del transistor excitador con una H_{fe} de 40 será de 9.4mA, esta corriente si puede ser excitada por las compuertas inversoras que vienen del circuito oscilador.

Ahora seguiremos adelante con el circuito oscilador, el cual sabemos que la frecuencia de funcionamiento será de 120 Hz, además el valor del condensador es arbitrario así como el de la resistencia R_b , para los cuales utilizaremos los valores de 0.1 uF y de 39Kohms respectivamente, el valor de R_a puede ser encontrado con la siguiente fórmula:

$$R_a = (1.44 / C f) - 2 R_b = 42 \text{ Kohms.}$$

La resistencia de base del transistor excitador será -

$R=V/I$ o sea $(8-1.2)/9.4\text{mA}=723$ ohms por lo que una resistencia de 680 ohms servirá.

De todo el circuito oscilador lo único que falta es el regulador de voltaje el cual será de 8 volts, si utilizamos el regulador de voltaje de 5 voltios LM7805, el pin de referencia tiene que estar 3 volts arriba de tierra para tener 8 volts del pin de salida a tierra, por lo que utilizaremos 2 resistencias para obtener el voltaje de salida necesario, donde tenemos las siguientes ecuaciones para calcular las resistencias. Tal como se observa en la Fig. 3.

$$V_{\text{sal}} = 5 + \left(\frac{5}{R_1} + I_q \right) R_2 \quad \frac{5}{R_1} \text{ mayor que } 3I_q \quad \text{si } I_q = 8 \text{ mA}$$

$$R_1 = 200 \text{ ohms} \quad R_2 = 91 \text{ ohms}$$

Por supuesto estas fórmulas son solo para el regulador LM7805, todo el circuito completo del inversor se observa en la Fig. 4, con sus respectivos valores.

Ya teniendo todos los datos que necesita el circuito inversor podemos continuar con escoger la batería.

BATERIA

Como dijimos anteriormente la batería será de 12 voltios y además descargará 15 amperes para el consumo del in-

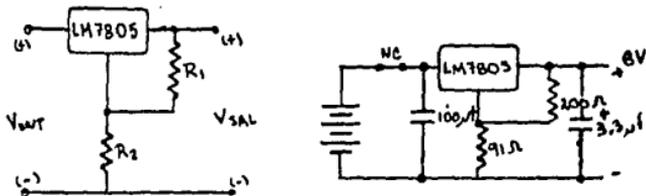


fig 3

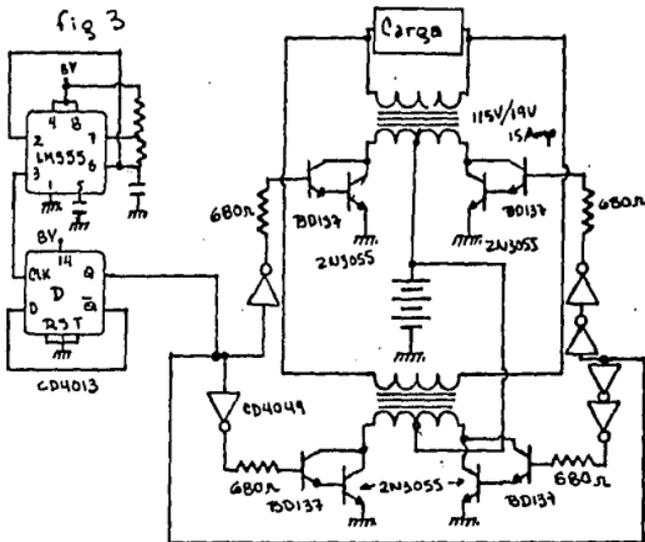


fig 4

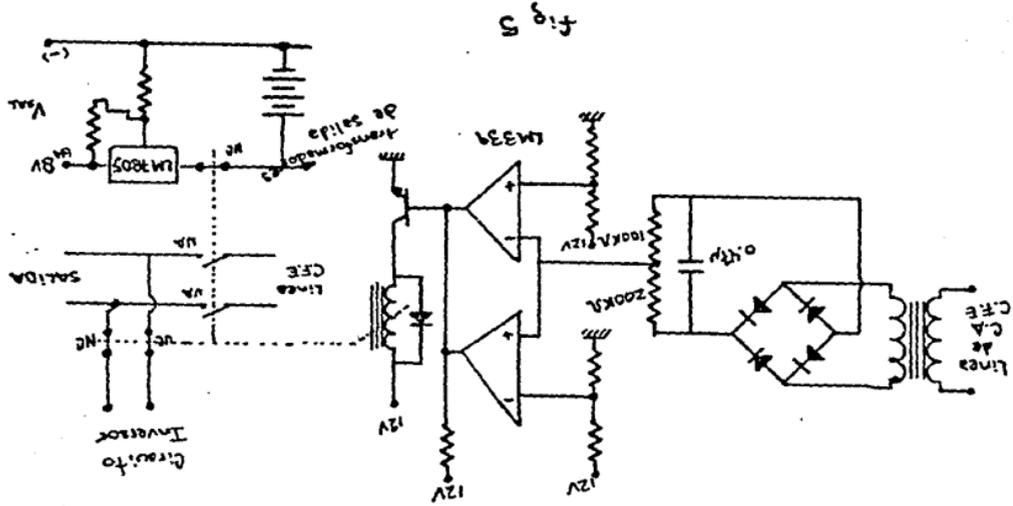
versor, lo único que nos falta saber es el tiempo que será utilizado el equipo. Por lo tanto si una falla de electricidad es normalmente menor de cuatro horas, una batería de 60 amperes-hora a 15 amperes de descarga será suficiente para nuestro caso, por supuesto este dato puede ser mayor para una duración mayor de funcionamiento del equipo.

Ahora continuaremos con el circuito sensor de la línea de CA menor a 100 volts o mayor a 130 volts.

Sensor de voltaje de línea de CA

Este sensor constará de un transformador reductor para poder sensar el voltaje y poderla comparar con amplificadores operacionales, además la salida de los comparadores activará un relay, el cual conectará o desconectará el circuito inversor o la línea de CA al sistema que se conecte al equipo tal como se observa en la figura 5.

Como el relay necesita una corriente de 100mA para funcionar y como la salida del operacional no puede excitar una corriente mayor de 16mA, el relay necesitará un transistor excitador donde sus características sean $I_c=200mA$ $V_{ce}=24m$ --- Wats por lo que el transistor BC318 nos sirve para este propósito, la corriente de base de este transistor con una H_{fe} de 100 será de 1 mA donde el operacional puede fácilmente ex



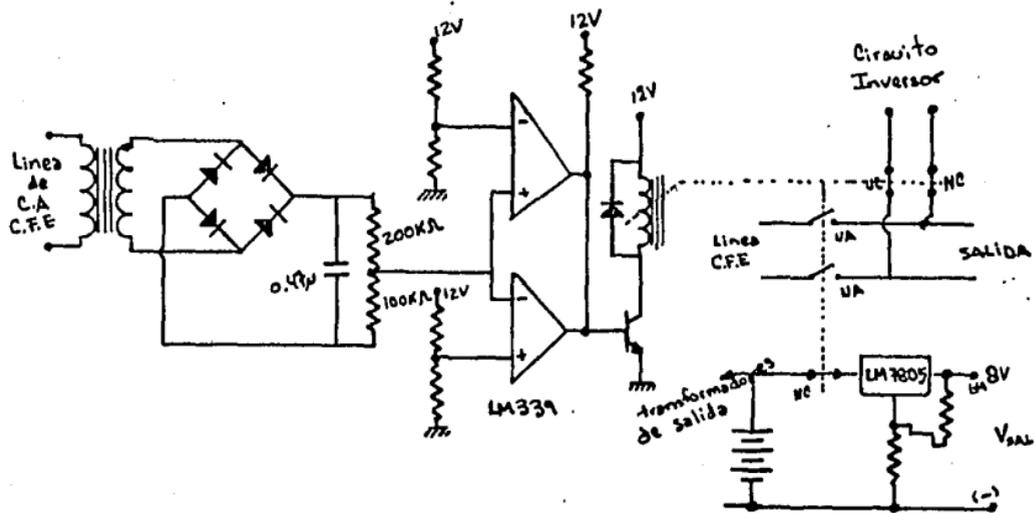


fig 5

citar esta corriente, el valor de las resistencias de referencia para el sensor menor de 100 volts a un voltaje de referencia de 6.15 volts y una corriente de 100uA son $R_1=58.5$ Kohms y $R_2=61.5$ Kohms tal como se observa en la fig 6. Y para el sensor mayor de 130 volts a un voltaje de referencia de 8 volts y una corriente de 100uA los valores de las resistencias son de $R_1=40$ Kohms y $R_2=80$ Kohms. Tal como se observa en la fig.7.

Este circuito no necesita resistencia de base ya que -- los transistores de salida del comparador son de colector -- abierto y por esto mismo también las salidas de los comparadores pueden ser unidas sin ningún problema para formar una compuerta eléctrica, ya como se discutió anteriormente del -- colector del transistor de salida va una resistencia a Vcc.

Ya teniendo los circuitos inversor, sensor de la línea de CA y también el escoger la batería el único circuito que nos hace falta es el circuito recargador de la batería, el -- cual tampoco se ha discutido de como se diseñará, por lo que lo primero que haremos será la discusión de como este se diseñará.

Recargador de batería.

Este recargador constará de 3 etapas las cuales serán -

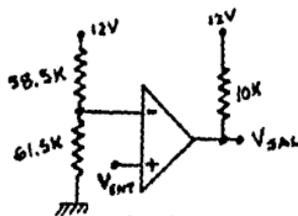


fig 6

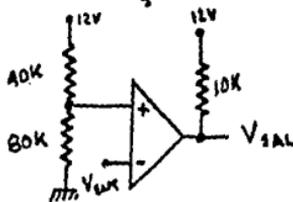


fig 7

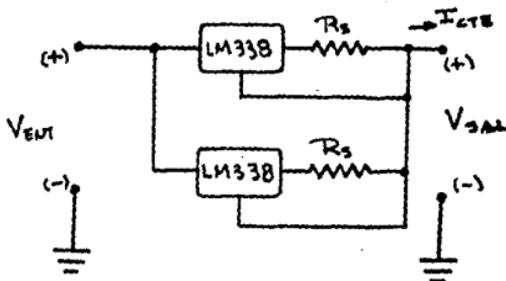


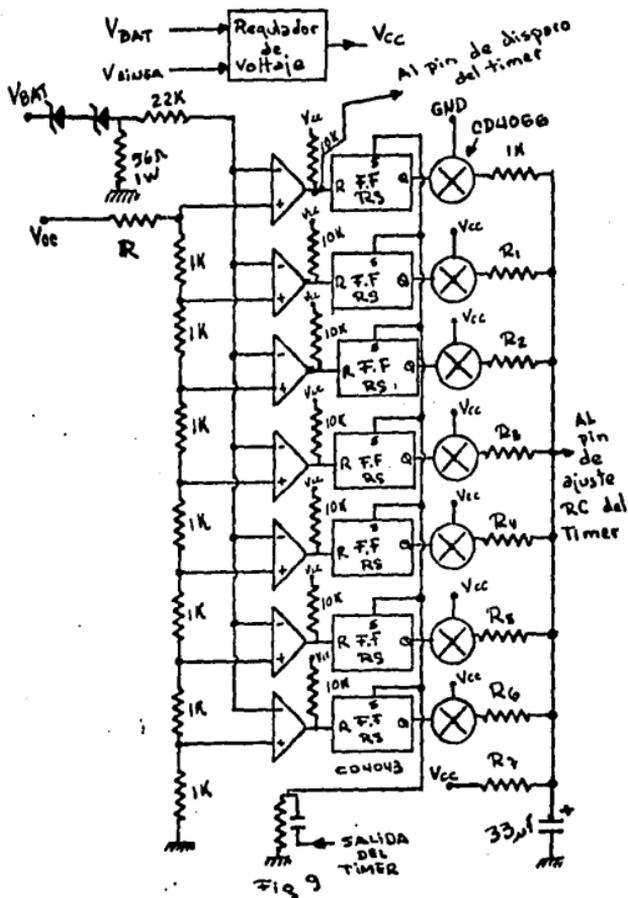
fig 8

la primera un sistema de senseo del voltaje de batería en -- pleno uso, cuando se termine de utilizar el voltaje final ag tivará un timer, donde el tiempo de duración del timer será determinado por este voltaje final por lo que se requerirá - de una memoria para almacenar este dato de voltaje, el timer activará un regulador de corriente para que el sistema traba je a corriente constante de 10 amperes, después de terminar el tiempo del timer, el sistema trabajará como el sistema de voltaje constante modificado a una corriente de 5% del valor de los amperes-hora de la batería o sea a 3 Amperes y al lla gar al voltaje de circuito abierto la batería, este trabajo como el sistema de voltaje flotante o sea como regulador de voltaje al voltaje de circuito abierto de la batería.

Primeramente comenzaremos con el circuito regulador de corriente a 10 amperes, el cual lo compondrá dos reguladores LM338 (fig 8) a una corriente de 5 amperes cada uno, si sabe mos que el voltaje del pin de salida al pin de referencia es de 1.2 volts y la corriente de trabajo es de 5 amperes, la - resistencia R_s será de 0.24 ohms a una potencia mayor o ---- igual a 2 watts. Este regulador funcionará cuando el timer - esté funcionando por lo que primero veremos el circuito sen sor que nos dará el tiempo para que funcione el timer.

El circuito sensor de voltaje de la batería estará for mado por una serie de comparadores en cascada que estarán --

sensando el voltaje de la batería en etapas de 0.5 volts a partir de 10.5 hasta 13.5 volts, cada etapa determinará un tiempo de funcionamiento diferente del timer, como este voltaje será sentido cuando la batería esté funcionando, este dato tiene que ser guardado en una memoria ya que cuando la batería deja de funcionar al voltaje de la batería cambia al estar sin carga, la salida de cada memoria irá a un interruptor estático que conectará o desconectará una resistencia al pin de ajuste de tiempo RC del timer. El valor de esta resistencia dependerá de qué salidas están conectadas para obtener un tiempo diferente por cada diferente valor de voltaje de la batería. El circuito completo se ve en la fig 9, donde la alimentación de los comparadores en cascada, la memoria y los interruptores estáticos están alimentados tanto de la batería como de la línea, por lo que se elige el voltaje de alimentación en 8 volts para que pueda utilizarse un regulador de voltaje con la batería, el voltaje de entrada a los comparadores o sea el voltaje que se sensa de la batería tiene que ser menor de 8 volts ya que los voltajes de entrada a los operacionales siempre tienen que ser menor que el voltaje de alimentación por lo que el voltaje de senseo de la batería se trasladará a 10.2 volts abajo del voltaje de senseo esto se logra por medio de dos diodos zener de 5.1 volts en serie, por lo tanto el voltaje de entrada de referencia al comparador variará de 0.3 volts a 3.3 volts que son en realidad los 10.5 volts a 13.5 volts que se dijo anteriormente, -



donde tendremos los valores de resistencias para la referencia tal como se ve en la figura 10.

$$3.3/7000=0.4714mA$$

$$R-3.3= 4.7 \text{ volts}$$

$$R=4.7/0.4125mA= 9969.7 \text{ ohms.}$$

Los valores de las resistencias de los colectores de los transistores de salida de los comparadores pueden ser de 10 Kohms. Cada salida de los comparadores va a un pin R de una memoria RS por lo que también se utilizarán tantas memorias como comparadores se utilicen al igual que el número de interruptores entáticos que dan el voltaje a las resistencias que val al pin de ajuste RC del timer. El valor de cada resistencia dependerá de saber que realidad de comparadores están activadas, esto se hace experimentalmente por ejemplo para nuestro caso la batería completamente cargada se descarga a 10 amperes ya que se recarga a esta corriente, y se va midiendo el tiempo que dura en descargarse en los puntos de 13.5 volts, 13, 12.5, 12, 11.5, 11, 10.5 volts y este tiempo será el que corresponde a las resistencias de cada comparador activado, en otras palabras para

	Salidas de comparadores y memoria									
13.5-----t1=	7	6	5	4	3	2	1	1	1	to
13-----t2=	1	1	1	1	1	1	1	1	1	to
12.5-----t3=	1	1	1	1	1	0	0	1	1	t1
12-----t4=	1	1	1	1	0	0	1	1	1	t2
11.5-----t5=	1	1	1	1	0	0	0	1	1	t3

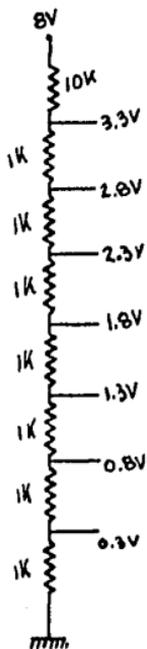


fig 10

11-----t6=	1 1 1 0 0 0 0 0 t4
10.5-----t7	1 1 0 0 0 0 0 0 t5
	1 0 0 0 0 0 0 0 t6
	0 0 0 0 0 0 0 0 t7

por lo que el valor y arreglo de las resistencias del pin Rc será el siguiente. El valor del condensador será de 33uF. --
fig 11.

t7= 250 R7 C	R7= t7 (121.21)
t6= 250 r6a C	r6a=R6//R7 1/R6= (1/121.2121 t6)-1/R7
t5= 250 r5a C	r5a=R5//R6//R7 1/R5= (1/121.2121 t5)-1/r6-1/R7
	1/R4= (1/121.2121 t4)-1/R5-1/R6-1/R7
	1/R3= (1/121.2121 t3)-1/R4-1/R5-1/R6-1/R7
	1/R2= (1/121.2121 t2)-1/R3-1/R4-1/R5-1/R6-1/R7
	1/R1= (1/121.2121 t1)=1/R2-1/R3-1/R4-1/R5-1/R6-1/R7

por lo que los valores de las resistencias serán

R1=	R2=	R3=	R4=
R5=	R6=	R7=	

La salida del timer inhibirá al transistor que hace que el regulador de corriente funcione como regulador de voltaje para que trabaje como el sistema de voltaje constante modificado a 3 amperes por lo que tendremos el circuito como se observa en la fig 12, también la salida del timer desactivará a las memorias RS por lo que esta salida irá directamente a

todos los pines B de estas memorias.

Para que este sistema trabaje como el sistema de voltaje constante modificado se necesita que el timer esté desconectado, ésto es cuando el voltaje de batería sea mayor de - 13.5 volts pero que no sea mayor de 14 volts, con lo cual se necesita un comparador que sense cuando el voltaje esté abajo de 14 volts, el siguiente comparador es el que sirve para este propósito, y el valor de las resistencias de referencia a un voltaje de referencia de 7 volts y una corriente de 100 uA, serán (fig 13)

R1=10 Kohms

R2=70 Kohms

Como siempre se necesita una resistencia en la salida - del comparador a Vcc y esta será de 3.3 Kohms. Cuando el sensor de 13 volts está desactivado al igual que el timer, los transistores Q1 y Q3 estarán activados y la resistencia de base de cada uno será de 10 Kohms. Q3 es el transistor que activa el relay S4 el cual es el que quita el corto circuito - de la resistencia R4 que harán que pasen los 3 amperes del sistema del voltaje constante modificado a un voltaje regulado de 15.5 volts el cual será establecido por la resistencia R1 y la resistencia de 84 ohms que sale del pin de ajuste a la salida de la resistencia de 0.24 ohms, el valor de la re-

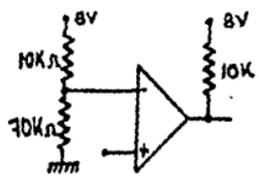


fig 13

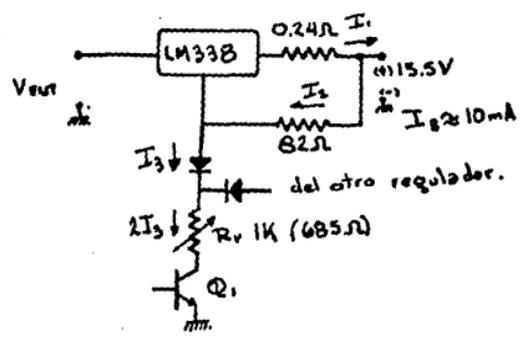


fig 14

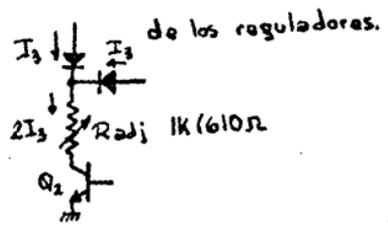


fig 15

de los reguladores.

sistencia R4 será igual a $15.5 - Q.36 - 13.5 = 1.28/3 = 0.5466$ ohms a una potencia igual a 7 Watts, el cual puede lograrse con 7 resistencias de 3.9 ohms a 1 Watts.

El valor de la resistencia de ajuste de voltaje R_v puede ser un preset de 1 Kohms ya que su valor es de aproximadamente de 685 ohms. fig 14.

Al llegar el voltaje de batería a 14 volts el comparador se activará y funcionará como regulador de voltaje a 14 volts el relay es desactivado por lo que la resistencia de 0.5466 ohms será corto circuitado, para que el regulador de voltaje funcione a 14 volts el transistor Q2 estará activado y la resistencia de ajuste de voltaje para 14 volts será aproximadamente de un valor de 610 ohms (fig 15) por lo que un preset de 1 Kohms se puede poner para ajustar bien el voltaje.

Con este circuito terminamos todo el circuito recargador de baterías completo, lo único que falta discutir son las fuentes de alimentación, por lo que comenzaremos con el transformador que alimenta a los reguladores, si la corriente de consumo es de 10 amperes y si sabemos que la potencia de disipación máxima de los reguladores es de 50 watts a 5 amperes, entonces el voltaje máximo diferencial a esta corriente será de 10 volts, también sabemos que el voltaje má

nimo de la batería será de 10.5 volts entonces el voltaje de entrada al regulador máximo tiene que ser de 20.5 volts pero el voltaje mínimo será de 2.5 volts arriba de 15.5 volts o sea de 18 volts, entonces el voltaje de entrada está comprendido entre 20.5 y 18 volts por lo que el transformador tiene que ser de 17.5 volts mínimo ya que el voltaje de CD de un transformador de 17.5 volts rms será de aproximadamente de 1.18×17.5 a plena carga o sea 20.65 volts, el cual está comprendido en el rango de voltaje de entrada, después de tener el transformador necesitamos los diodos rectificadores y tiene que tener las siguientes especificaciones $I_f=20$ amperes $V_r=50$ volts por lo que escogimos, los diodos MJ492, los capacitores serán de 10000uF a 50 volts, todo este arreglo alimentará al regulador de corriente y de voltaje del recargador de voltaje, pero también necesitamos la alimentación de los demás circuitos, tal como el relay el cual es de 12 volts por lo que ocuparemos un regulador de voltaje de 12 voltios tal como el LM7812 este circuito integrado alimentará a los relay, circuito sensor de línea. Como ya lo habíamos discutido utilizaremos un regulador de 8 voltios para alimentar a las memorias, circuito comparador en cascada, switch estático, el cual será alimentado tanto de la línea como de la batería por lo que utilizaremos el circuito de la figura siguiente. fig 16

Los circuitos que faltan de alimentar son el timer, así

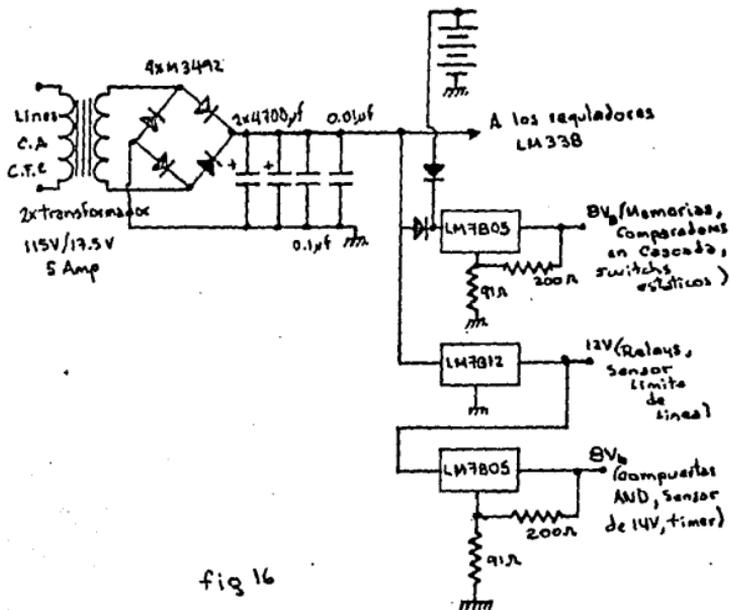


fig 16

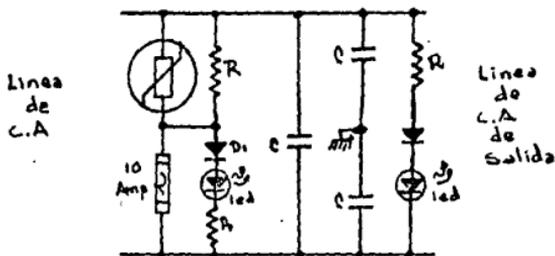


fig 17

como las compuertas que inhiben a los transistores Q1, Q2, - Q3 así como el comparador de 14 volts, como los interrupto-- res estáticos en su entrada no pueden tener mayor voltaje -- que el de alimentación, entonces el timer tiene que trabajar con un regulador de 8 volts pero este será alimentado sola-- mente de la línea, tal como se observa en la fig anterior.

Para completar todo el circuito final, falta discutir - de un condensador que se pone en las bases de los transisto-- res excitadores del circuito inversor estos se ocupan para - eliminar altas frecuencias de la onda de salida, también en la línea que va al equipo que utilizará este sistema se pon-- drá un varistor con su respectivo fusible y un indicador de led que dirá al usuario cuando cambiar este fusible, el va-- ristor es utilizado para eliminar transientes tanto de la lí nea como del circuito inversor además un arreglo de capacit-- ores tal como se observa en la figura 17 para eliminar ruidos de alta frecuencia, también en esta figura se observa que -- hay un indicador de led el cual indica que hay voltaje en la línea del equipo a ser utilizado.

CAPITULO VIII

COSTOS

Para realizar este capítulo, el cual consistirá tanto de costos del propio aparato, como del costo que lo hace posible, el cual es el de mano de obra y gastos adicionales -- (tales como luz eléctrica, local y teléfono), se necesita el número de aparatos a realizar, ya que los costos de producción dependerá del número de material que se compre, por que no es lo mismo comprar un transformador que 100, por lo tanto estableceremos el número de aparatos en cien los cuales -- se producirán en un mes, el costo total de toda la produc--- ción será repartido entre los cien aparatos, y este será el costo unitario de cada aparato (el costo de la mayoría de -- los materiales son dados por distribuidores de componentes -- electrónicos y no de tiendas de electrónicas que venden por menudeo)

Lo siguiente a presentar será la lista del material a -- utilizar con el precio de cada uno, el precio presentado se-- rá unitario de cada elemento.

Cantidad	Descripción	Precio unitario
2	Bateria 55 amperes hora a 20 horas de descarga Zamsa	\$26230
3	LM7805	443

Cantidad	Descripción	Precio unitario
1	LM7812	\$ 443
1	LM555	298
1	LM741	328
2	LM338	5098
3	LM339	340
2	CD4043	348
2	CD4066	248
1	CD4013	298
1	CD4081	215
2	CD4049	298
4	2N3055	787
4	BD139	372
1	UA2240	1000
4	BC318	79
2	1N5729	83
8	1N4042	37
2	IN4007	52
4	M3492	350
1	Led rojo	77
1	Led verde	99
1	Varistor VOM-A130L7D	1125
2	Transformadores 115V/15V Amp.	5220
2	Transformadores 115V/19V 10 Amp.	13600
1	Transformador 115V/30V 50mA.	500
2	Relay 12 volts RA400012	2500
2	Capacitores 4700uF 50V	1607
4	Capacitores 0.1uF 50V	27
3	Capacitores 0.01uF 50V	13
4	Capacitores 3.3uF 50V	45
1	Capacitor 33uF 25V	60
3	Capacitores 0.47uF 400V	248
5	Capacitores 22uF 25V	45
1	Capacitor 1000uF 25V	350

Cantidad	Descripción	Precio unitario
2	Capacitores 0.01uF 400V	\$ 244
1	Capacitor 100uF 25V	66
8	Resistencias 1 Ohms 1/2W	7.50
3	" 68K " " "	"
4	" 680 " " "	"
7	" 3.9 " 1 W	40
1	" 56 " 1/4W	4.95
2	" 82 " " "	"
5	" 100K " " "	"
9	" 100 " " "	"
11	" 1K " " "	"
14	" 10K " " "	"
1	" 39K " " "	"
1	" 180K " " "	"
2	" 47K " " "	"
2	" 22K " " "	"
2	" 3.3K " " "	"
1	" 33K " " "	"
7	" " " " "	"
2	" 82K " " "	"
1	" 560K " " "	"
1	" 470K " " "	"
1	" 270K " " "	"
1	" 3.3M " " "	"
1	Preset 20K 15 vueltas	1249
1	Preset 1Kohms	159
7	Preset	159
1	Disipador 10cms x 12 cms 4745	8765
1	Disipador 30cms X 12 cms 3526	15039
1	Fusible 20 Amp	105
1	Fusible 15 Amp	105
1	Fusible 10 Amp	105
1	Fusible 2.5 Amp	41

Cantidad	Descripción	Precio unitario
6	Bases para transistor TO-3	\$ 250
6	Aisladores para transistor TO-3	8
1	Circuito impreso 20cms x 10cms	3000
2	Bases de integrados 8 pin	55
7	" " " 14 pin	94
5	" " " 16 pin	106
4	Portafusibles tipo bayoneta	582
1	Tomacorriente de 3 hilos	350
2	Conectores para boenes de bateria	440
1	Switch	730
1	Salida múltiple de CA de 3 hilos	1000
	Varios (cable, soldadura, etc.) 5% del costo - del aparato.	

El costo total de todo el material por aparato es de

\$170,902.87

Se ocuparán dos personas de mano de obra a los cuales - se les pagará el sueldo mínimo el cual será de \$138,000 pesos por los dos.

Los gastos adicionales serán el de luz \$18,000, el de teléfono \$6,000, y el de local \$60,000.

El total de los gastos adicionales junto con el de mano de obra será de \$222,000 pesos.

Este total repartido entre los 100 aparatos será un total de \$2,220 pesos adicionales para cada aparato, por lo tanto el costo total de cada aparato será de \$173,122.87, para poder comparar con los demás aparatos extranjeros, y además conservar su valor real a la variación de los precios de los materiales se convertirán en dólares el total, se tomará el cambio de \$800.00 pesos por dólar. Lo que nos da un total aproximado de \$216 dólares.

Breve comentario:

La batería Zamsa es de 55 amperes hora a 20 horas de -- descarga c/u, por lo tanto podemos demandar más corriente - de la batería en las cuatro horas establecidas, también los transformadores que se consiguen son de 10 amperes cada uno por lo que la potencia que puede manejar este aparato es mayor a los 250 Va establecidos, solamente se tendría que ob--

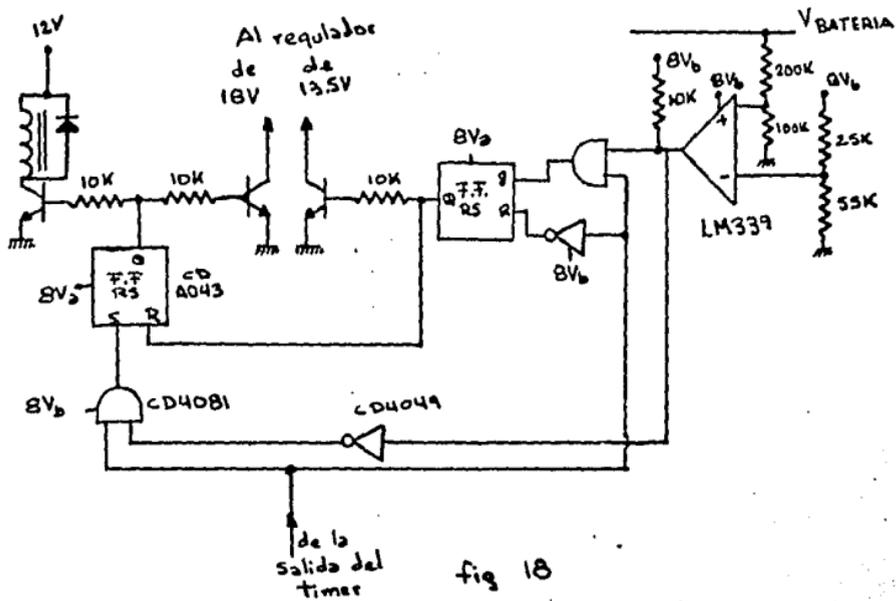
servar si los transistores de salida puedan manejar mayor -
corriente cosa que si puede ser ya que cuando los escogimos
se escogieron de mayor valor.

Breves Comentarios.

Cuando el circuito es hecho experimentalmente nos encontramos con un problema del diseño recargados de batería, y esto es porque cuando la batería se carga, el voltaje de la batería llega a un límite de 16.3 Volts y cuando se desconecta el recargador de batería, el voltaje de la batería baja a un voltaje de 13.5 Volts el cual es el voltaje máximo de circuito abierto de la batería, por lo tanto el proceso del comparador de 14 Volts del diseño original no nos sirve para este propósito, por lo que se trasladará su voltaje para obtener un comparador de 16.3 Volts, si el recargador de corriente alta no llega a este límite entonces se conecta el sistema de regulador de voltaje a 18 Volts para que funcione como el sistema de voltaje constante modificado por lo tanto, también la resistencia para la cual limita la corriente de carga a 3 Amperes variará y tendrá un valor de 0.45 Ω , como se discutió anteriormente, al quitar el recargador de batería, el voltaje de la batería baja, por lo que se necesita una memoria para almacenar este dato, y solamente se apagará la memoria cuando se alcance el límite de 16.3 Volts, al llegar este límite se conectará un regulador de voltaje de 13.5 Volts, cuando este regulador se conecta, la resistencia de 0.45 Ω se cortacircuitará, y también estará a través de una memoria que solo será apagado cuando el timer se active, cuando la memoria del regulador de 13.5 Volts esté activado,

la otra memoria tiene que estar desactivada, la modificación completa de lo que se discutió anteriormente se hace con el siguiente circuito. Fig 18

La fig 19 es el circuito completo de todo el sistema.



CONCLUSIONES

El costo de estos aparatos en Estados Unidos varían mucho de precio, aquí presentaremos algunos tales como:

DATASHIEL

XT300 de 300 VA de onda senoidal, 15-25 minutos con carga promedio
\$449.95 Dólares

At800 de 800 VA de onda cuadrada, 15-25 minutos con carga promedio
\$799.95 Dólares

PC 200 de 200 VA de onda senoidal, 15-25 minutos con carga promedio
\$359 Dólares

Todos estos equipos recargan las baterías entre 10 a 12 horas tienen protección contra transientes.

TRIPP LITE

Todos los equipos de esta compañía duran trabajando de - 15 a 35 minutos a plena carga y 2 horas a carga ligera, tiene protección contra transientes, tiene recargador automático de la batería cuando la línea de luz se restablece, todos son de onda cuadrada.

BC200-10 200 watts 2 salidas \$289.95 Dólares

BC200-28 200 watts 4 salidas \$369.95 Dólares

BC425FC 445 watts 4 salidas \$469.96 Dólares

Observando todos los costos mencionados arriba vemos que

es de menor valor es el BC200-10 y comparado con nuestro aparato tenemos que tiene un costo aproximado del 35% más arriba que el nuestro, además estos equipos aunque el fabricante nos de un descuento, todavía falta agregar el costo de fletes, la cuota de impuesto que se paga en el país por importar este aparato, comparando los precios observamos que si es realizable nuestro aparato para una producción en serie con una ventaja técnica contra el equipo extranjero el cual es que la duración de trabajo de nuestro equipo es mucho mayor que al extranjero.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- A.R.R.L. The ARRL handbook for the radio amateurs. U.S.A
A.R.R.L 1985.
- 2.- Delton T Horn. How to design op amp circuits with pro-
jects & experiments. U.S.A: Tab bock, 1984.
- 3.- Don Lancaster. TTL cookbook. U.S.A: Sams, 1981.
- 4.- Fairchild Semiconductor. Linear integrated circuits.
U.S.A: Fairchild Semiconductor, 1976
- 5.- Fredrick W. Hughes. Op amp handbook. U.S.A: Prentice hall
inc. 1981.
- 6.- General Electrid. SCR manual including triacs and other
thyristors U.S.A. 1982
- 7.- John D. Harden Jr. y Forest B. Golden. Power semiconduc-
tor applications vol I. U.S.A. IEEE Press
- 8.- Joseph A. Walston y John R. Miller. Transistores, circui-
tos y diseño. México: C.E.C.S.A. 1982.

- 9.- L.C. Morrow. Manual de mantenimiento industrial tomo II
México: C.E.C.S.A. 1982
- 10.- National Semiconductor. Linear data book NSC. U.S.A: --
N.S.C.: 1982
- 11.- Otmar Kilgenstein. 71 circuitos con transistores. Barce
lona: 1980
- 12.- R.C.A. Circuitos de potencia de estado sólido para pro-
yectistas SP-52. Argentina: Arbo 1978
- 13.- Advanced computer products inc. Buyers guide
- 14.- Dicopel 1986/1987. Guía de compras
- 15.- Jameco Electronics. 1986 catalog.

