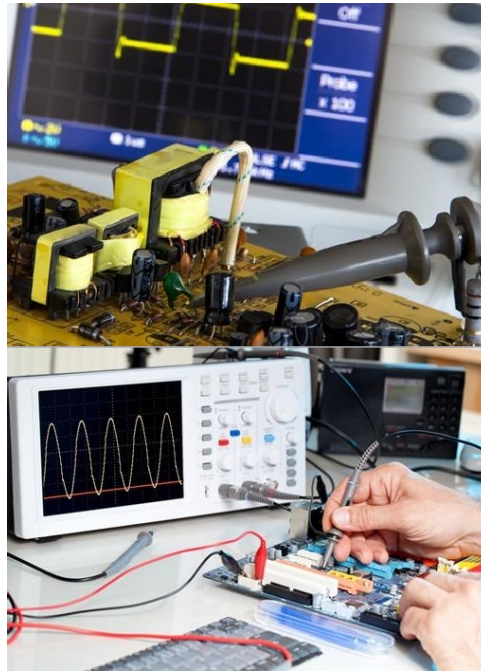


Folleto para el alumno



Una cosa es diseñar un sistema electrónico y otra muy distinta comprobar que funciona, una y otra vez, en un entorno de producción. Ambas cosas son igual de difíciles y gratificantes. Ambas requieren una sólida comprensión de la teoría electrónica subyacente.

El éxito en la localización de averías requiere un conjunto de habilidades adicionales, incluida la capacidad de:

- diseñar un plan;
- pensar con lógica;
- seleccionar y utilizar una serie de equipos de ensayo;
- hacer un registro detallado del proceso.

En este campo, no hay nada más valioso que la experiencia. Los ejercicios que vas a realizar tienen por objeto iniciar el proceso de adquisición de esa experiencia.

Como toda formación, los escenarios son artificiales, diseñados para simplificar situaciones complejas y centrarse en aspectos concretos. En particular, estos ejercicios vienen con dos reglas importantes:

No está permitido:

- desmontar el circuito;
- aislar cualquier componente del mismo para su comprobación.

En la localización de averías, el tiempo es esencial por varias razones:

- El sistema electrónico puede contribuir a la seguridad de sus compañeros de trabajo. Mientras esté defectuoso, su seguridad no debe verse comprometida.
- Puede ser un equipo caro.
- Mientras baja, se detiene la creación de más productos y, por tanto, la creación de riqueza.
- Le han contratado como contratista externo para encontrar y resolver el fallo del sistema. La empresa quiere que el problema se resuelva con rapidez: le cobran "por horas".

- **Cinco pasos para detectar fallos**

- Paso **1 - Preparación**

- ¿Hay problemas de seguridad?
 - ¿Qué equipo de pruebas piensa utilizar?
 - *Documente sus hallazgos.*

- Paso **2 - Observar**

- ¿Hay indicios de daños: componentes sobrecalentados, aislamiento fundido, cables deshilachados, soldaduras en mal estado?
 - ¿Huele a quemado o a sobrecalentamiento?
 - Toma medidas de tensión de un circuito en funcionamiento.
 - Tome medidas de tensión del circuito defectuoso para comparar.
 - *Documente sus hallazgos.*

- Paso **3 - Identificar** el subsistema problemático

- ¿Qué subsistemas funcionan correctamente?
 - ¿Dónde parece residir el problema?
 - *Documente sus hallazgos.*

- Paso **4 - Sugerir** posibles causas

- Compruebe los componentes probables:
 - Los interruptores, fusibles y bombillas tienden a desgastarse o fundirse.
 - Compruebe los posibles componentes:
 - motores, relés, inductores - componentes con bobinas - pueden sobrecalentarse.
 - Comprueba las conexiones:
 - busque conexiones defectuosas o contactos sueltos que puedan ofrecer una resistencia elevada.
 - busque conexiones sueltas que puedan provocar un cortocircuito.
 - buscar roturas que creen condiciones de circuito abierto.
 - *Documente sus hallazgos.*

- Paso **5 - Prueba** y reparación

- Cuídate Recuerda...
 - Los condensadores pueden almacenar carga eléctrica y dar descargas eléctricas;
 - Los inductores pueden almacenar energía en un campo magnético y dar descargas eléctricas.
 - Toma medidas alrededor del circuito, pero predice mentalmente cuáles deberían ser.
 - De este modo, localice el componente o componentes problemáticos y sustitúyalos respetando todos los procedimientos de seguridad.
 - A continuación, vuelva a probar el sistema para asegurarse de que no existen otros fallos.
 - *Documente sus hallazgos.*

Y, en particular, para estos ejercicios ...

Recuerda las reglas -

No está permitido:

- desmontar el circuito;
- aislar cualquier componente del mismo para su comprobación.



- En el circuito de **trabajo**:
 - mide la tensión de alimentación y fíjate en la orientación;
 - piensa en el papel de cada componente en el circuito;
 - trazar la trayectoria de la señal a través del circuito;
 - cuando proceda, inyecte una señal procedente de una fuente de señales y examínela a su paso por el sistema; documente su investigación;
 - medir y registrar los niveles de tensión continua a la entrada y salida de componentes significativos.
- En el circuito **defectuoso**:
 - cotejar el trazado con el esquema del circuito (que es correcto);
 - ¿hay problemas de seguridad?
 - altas tensiones;
 - componentes conectados al revés: condensadores electrolíticos, LED, transistores, diodos, circuitos integrados, etc;
 - ¿falta alguna conexión o es incorrecta?
 - medir la tensión de alimentación al principio y al final de los carriles de alimentación.
 - mide y registra los niveles de tensión continua a la entrada y a la salida de los componentes que has examinado en el sistema de trabajo;
 - cuando proceda, inyecte una señal procedente de una fuente de señales y examínela a su paso por el sistema; documente su investigación;
 - Utiliza tus resultados para formular una teoría sobre el problema;
 - documéntelo, justificando su elección;
 - Presenta tus conclusiones al instructor.



Cuestiones específicas ...

- **Resistor:**
 - puede sobrecalentarse si la corriente es demasiado grande - puede indicar un valor incorrecto - compruebe el código de colores.
- **Potenciómetro:**
 - puede sobrecalentarse - puede indicar una conexión incorrecta;
 - tiene tres terminales, pero el soporte Locktronics tiene cuatro, por lo que se unen dos.
- **Condensador electrolítico:**
 - tiene una tensión de trabajo (impresa en la carcasa) - debe ser superior a la tensión de alimentación;
 - está polarizado: debe conectarse al revés, el rectángulo abierto (+) del símbolo es más positivo que el rectángulo relleno.
- **Diodo:**
 - puede sobrecalentarse si la corriente es demasiado grande para la potencia nominal;
 - está polarizado, y pasa la corriente en una sola dirección. Diodo Zener:
 - se utiliza en polarización inversa, (ánodo a 0V, cátodo hacia el carril positivo);
 - entonces tiene un voltaje constante a través de él, para un rango de corriente.
- **LED:**
 - necesita una resistencia limitadora de corriente (integrada en el soporte del LED);
 - normalmente cae alrededor de 2V, (ánodo a cátodo,) cuando está encendido.
- **Transistor:**
 - tiene tres terminales, emisor, base y colector, pero el portador Locktronics tiene cuatro, por lo que dos se unen al terminal base, (a menudo la entrada);
 - la flecha del emisor indica la dirección normal del flujo de corriente;
 - transistor 'nnp' - colector más cerca del carril positivo y emisor más cerca del carril de 0V;
 - transistor 'pnp' - al revés;
 - es un amplificador de corriente - la corriente de colector es mucho mayor que la corriente de base;
 - tiene una caída de tensión de alrededor de 0,6 a 0,7 V entre la base y el emisor cuando conduce;
 - tiene una tensión colector - emisor de
 - alrededor de 0,2V cuando está saturado (encendido completamente);
 - cerca de la tensión de alimentación completa cuando se apaga por completo.
- **Portador de chips:**
 - pueden requerir conexiones de alimentación adicionales.



La caja de herramientas

Multímetros

Las versiones digitales, llamadas DMM (multímetros digitales) son ahora mucho más comunes (y baratas) que los multímetros analógicos. Elementos esenciales en la caja de herramientas de localización de averías (dos mejor que uno), permiten medir tanto la tensión como la corriente. Aunque ofrecen esta posibilidad tanto para CA como para CC, normalmente basta con la medición de CC.

(Symbols - DC →  AC → )

También miden la resistencia y puede incorporar un comprobador de continuidad (que emite un sonido cuando la resistencia es baja). Otras funciones (por ejemplo, comprobador de transistores, capacitímetro y frecuencímetro) son útiles, pero no imprescindibles.

Fuente de la señal

En los circuitos que procesan señales de CA, como los amplificadores de audio, es útil disponer de una fuente de señal de CA fiable y continua. La frecuencia de salida debe coincidir con la esperada por el circuito. Un receptor de radio necesita una fuente de señal de RF (radiofrecuencia), mientras que un amplificador de audio necesita AF (audiofrecuencia). Las fuentes de señal, también conocidas como generadores de señal o generadores de funciones, suelen tener controles para ajustar la frecuencia y la amplitud de salida y pueden ofrecer la posibilidad de añadir una señal de CC a la salida (lo que se conoce como desplazamiento de CC), útil para probar circuitos amplificadores. En hay una salida de onda cuadrada, puede utilizarse para proporcionar una señal de reloj para circuitos digitales secuenciales.



Osciloscopio

Para probar amplificadores y muchos circuitos lógicos, un osciloscopio es casi imprescindible para ver las señales variables.

Puede ser un dispositivo periférico, conectado a un ordenador, como el 'PicoScope' de la fotografía, o un auto-Dispositivo autónomo, manual y portátil, o alimentado por la red eléctrica y de sobremesa.

Un **analizador lógico** es similar, pero dedicado a observar señales digitales, mientras que un osciloscopio utiliza un convertidor analógico-digital (ADC) para crear gráficos precisos de tensión/tiempo de la señal. El analizador lógico puede monitorizar cientos de señales, mientras que la mayoría de los osciloscopios observan un máximo de cuatro.

Atención: Un osciloscopio no puede utilizarse del mismo modo que un multímetro (a menos que se trate de una unidad portátil autónoma), ya que un terminal de la sonda está conectado a la tierra de seguridad de la red. Esto puede provocar un cortocircuito no deseado en el sistema bajo prueba.



Cuándo y cómo utilizarlos ...

• **Multímetro:**

- siempre útil, especialmente para medir la caída de tensión continua en los terminales de un componente: si hay una caída de tensión, debe haber una corriente circulando.
La medición de la tensión no es intrusiva: basta con conectar el multímetro, ajustado al rango de tensión correcto, en paralelo con los terminales.
- la medición de la corriente puede ser complicada
Muchos multímetros tienen un fusible interno que puede haberse "fundido" antes, debido a un mal uso. La medición de corriente consiste en romper una conexión y conectar los dos extremos creados a los terminales del amperímetro del multímetro.
- se puede utilizar para medir la resistencia de un componente, o circuito, pero sólo cuando está aislado de la fuente de alimentación. (Para mantener las reglas de estos ejercicios, el único uso de la función de resistencia es medir la resistencia entre los carriles de alimentación cuando la fuente de alimentación está desconectada. Esto le permite distinguir entre un circuito-circuito y un cortocircuito).

• **Fuente de señal:**

- proporciona una señal de prueba para un circuito que procesa señales analógicas.
- para empezar, mantén la amplitud pequeña, para evitar saturar los transistores.
- empezar con una frecuencia que no suponga un reto para el circuito.
Por ejemplo, en los sistemas de audio, la gama de frecuencias esperada va de 20 Hz a 20 kHz. Algunos sistemas pueden tener problemas para ofrecer un buen rendimiento en cualquiera de los extremos de este rango, por lo que debes elegir inicialmente una frecuencia de rango medio, como 1 kHz.
- donde se puede elegir el tipo de señal, por ejemplo, sinusoidal, triangular, cuadrada, elija onda sinusoidal.
Es el más sencillo, ya que contiene una sola frecuencia, mientras que los demás incluyen una serie de componentes de alta frecuencia.
- cuando el generador de señales proporcione DC offset, asegúrese de que está ajustado a cero, a menos que lo desee específicamente (para proporcionar DC bias para un transistor, por ejemplo).

• **Osciloscopio:**

- proporciona un gráfico tensión/tiempo de señales variables en el tiempo, como las ondas sinusoidales.
- se utiliza de forma muy similar al multímetro, con sus sondas conectadas en paralelo con los terminales de los componentes que se investigan.
Sin embargo, **tenga en cuenta la advertencia** de la página anterior, que una sonda puede estar conectada a 0V, y puede cortocircuitar la señal o la fuente de alimentación en el sistema bajo prueba.
- la base de tiempos se ajusta para que coincida con la frecuencia de la señal. Por ejemplo, cuando se utiliza una señal sinusoidal de 1 kHz, es adecuado un ajuste de tiempo de 0,5 ms/cm.
- comience con la "amplitud Y" (los nombres varían) o sensibilidad de tensión vertical ajustada a un valor bastante alto, como 5V/cm. Puede ajustarse a la baja cuando la señal se encuentre y sea estable.
- puede proporcionarle un servicio de almacenamiento de archivos para que conserve la señal y pueda incluirla posteriormente en su documentación.

Ejercicios

Ejercicio 1

Sistema lógico

Los sistemas lógicos electrónicos toman decisiones basándose en información suministrada en forma de números binarios, una serie de 0 y 1. El sistema estudiado aquí podría utilizarse para controlar la alarma de un coche. Cuando se activa algún sensor, salta la alarma. Sistemas similares controlan objetos domésticos, como tostadoras, microondas o incluso luces de Navidad. Combinadas en grandes cantidades, estas funciones lógicas forman sistemas digitales a gran escala, como ordenadores y televisores digitales.

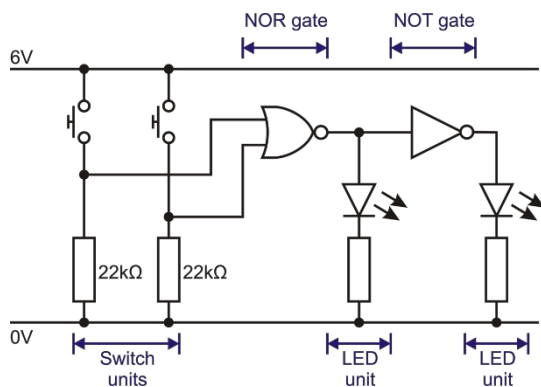


Te toca a ti:

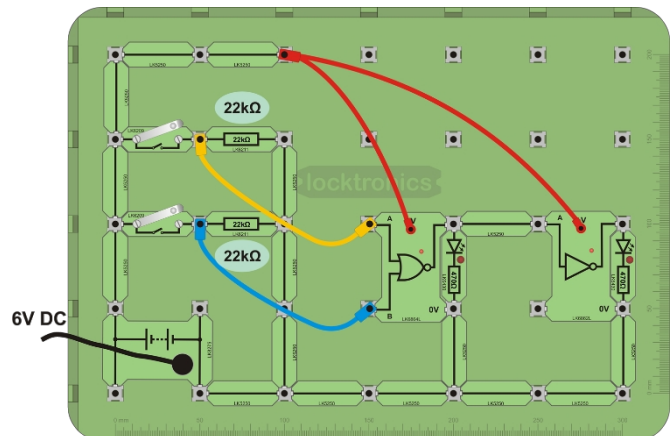
En esta hoja de ejercicios utilizamos lógica combinacional: una puerta NOR y una puerta NOT.

Construye el circuito como se indica a continuación y comprueba lo que hacen los interruptores. Anota la secuencia para que, cuando se produzca un fallo, puedas determinar qué parte del circuito ha dejado de funcionar.

Diagrama del circuito: Diagrama de



disposición:



Consideraciones:

- Todas las señales son digitales: o bien 0 lógico (<30% de la tensión de alimentación, V_S) o bien 1 lógico (>70% de V_S).
- Cuando se pulsa, un interruptor emite una señal lógica 1. Cuando no se pulsa, emite una señal lógica 0. Cuando no está pulsado, emite un 0 lógico.
- Una puerta NOR emite un 0 lógico cuando cualquiera de sus entradas recibe una señal de 1 lógico.
- Una puerta NOT produce el estado opuesto a su entrada.
- Un LED se enciende cuando la salida es 1 lógico.

No olvides las normas:

No está permitido desmontar el circuito ni aislar ningún componente del mismo para realizar pruebas.

Ejercicio 2

Contador



La imagen muestra una máquina que cuenta billetes, algo que debe hacerse con precisión. Antes lo hacía un cajero, pero los humanos cometen errores y sólo pueden contar lentamente. Esta contadora puede contar mil billetes por minuto, ¡con precisión!



Los contadores electrónicos se utilizan para contar de todo: votos, huevos, pastillas farmacéuticas, espectadores de un partido de fútbol y muchas cosas más.

Te toca a ti:

En esta hoja de ejercicios vamos a utilizar flip-flops de tipo D para crear un contador sencillo. Conecte el circuito y observe su funcionamiento. Antes de introducir un fallo, asegúrese de que comprende correctamente su funcionamiento y de que ha anotado los datos de las mediciones pertinentes. Permita que se introduzca un fallo y determine qué zona del circuito deja de funcionar y por qué.

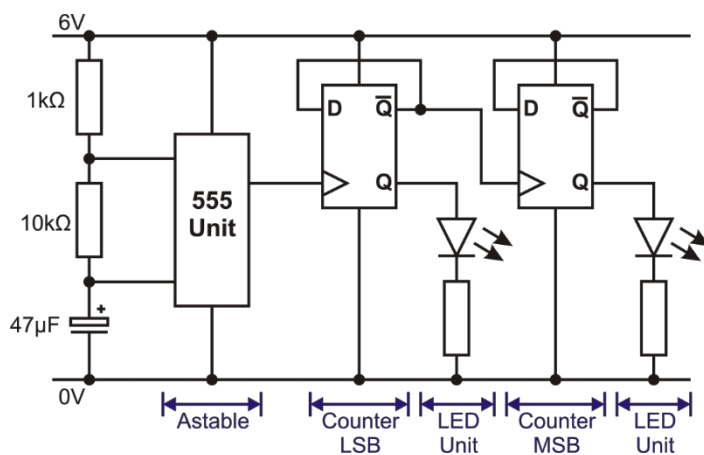


Diagrama de disposición:

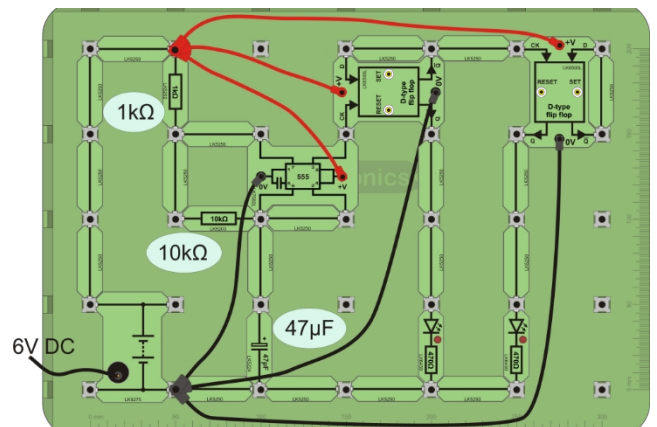


Diagrama del circuito:

Consideraciones:

- Se trata de un contador binario de dos etapas, capaz de contar hasta 11_2 (=3 en decimal.) Cada etapa está formada por un biestable de tipo D. El primero genera el bit menos significativo (LSB), es decir, el valor de las "unidades". La primera genera el bit menos significativo, (LSB), es decir, el valor de las "unidades". La segunda etapa genera el bit más significativo, (MSB).
- Los pulsos de reloj los proporciona un temporizador 555 en modo astable. La frecuencia del pulso se ajusta a alrededor de 1,6Hz, por las resistencias de 1kΩ y 10kΩ, y el condensador de 47µF.
- La salida del contador se muestra en los LEDs. Un LED se enciende cuando la salida de esa etapa es 1 lógico.
- Las entradas 'Set' y 'Reset' de los biestables tipo D no son necesarias en esta aplicación.

No olvides las normas:

No está permitido desmontar el circuito ni aislar ningún componente del mismo para realizar pruebas.

Ejercicio 3

Fuente de alimentación CC



Una fuente de alimentación de corriente continua convierte la corriente alterna de alta tensión, generada y transmitida por las centrales eléctricas, en corriente de baja tensión.

CC para sistemas electrónicos como ordenadores, teléfonos móviles y lectores electrónicos. Este enfoque proporciona energía eléctrica mucho más barata que el uso de baterías no recargables.



Este ejercicio examina un circuito en el núcleo de muchas de estas fuentes de alimentación de CC, diseñado para suministrar una tensión de salida que es:

- suave (sin componentes de CA),
- constante (misma tensión para todas las corrientes), inmune a pequeños cambios en la tensión de alimentación de CA.

Te toca a ti:

En esta hoja de ejercicios convertiremos una señal de CA en una salida de CC "suavizada", que alimentará nuestra bombilla. Ya no trabajamos sólo con señales digitales, sino también con CA, por lo que es esencial que utilice un osciloscopio para analizar el funcionamiento del circuito. Asegúrese de que comprende perfectamente el circuito antes de introducir una condición de fallo. Trabaje para diagnosticar el fallo basándose en el conocimiento del ejemplo de funcionamiento.

Diagrama del circuito:

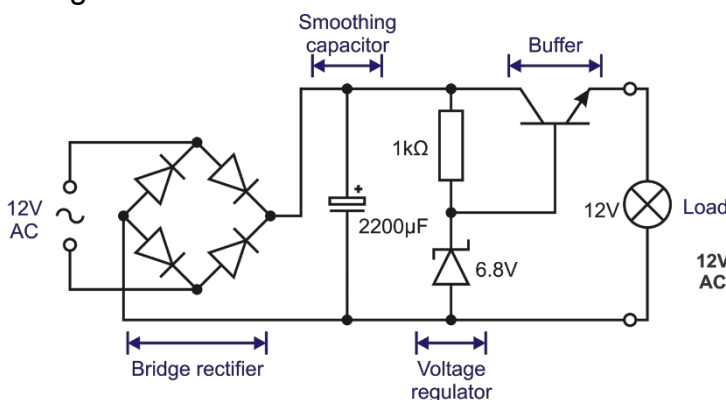
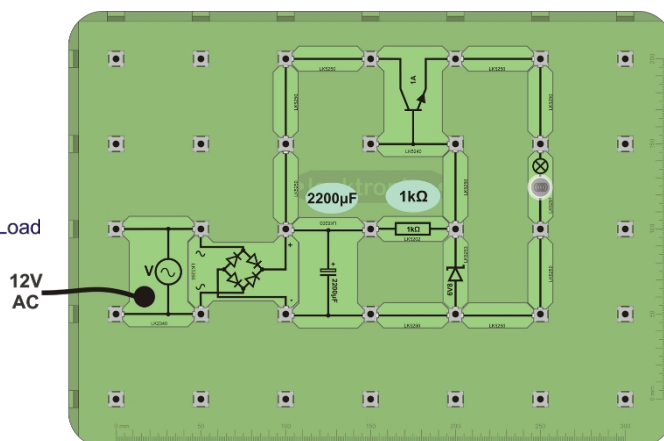


Diagrama de disposición:



Consideraciones:

- El puente rectificador es el componente que convierte la tensión alterna en tensión continua.
- A pesar del rectificador, se utiliza un condensador de alisado para "suavizar" la forma de onda de salida de CC en el circuito.
- La tensión a través del diodo Zener debe ser de 6,8 V.
- Perderá una pequeña tensión a través de la unión base-emisor del transistor. Tenga esto en cuenta.

No olvides las normas:

No está permitido desmontar el circuito ni aislar ningún componente del mismo para realizar pruebas.

Ejercicio 4

Amplificador de transistor



Muchos sensores (micrófonos, optosensores, termopares, etc.) producen señales demasiado pequeñas para utilizarlas directamente.

Los amplificadores se utilizan para aumentar la amplitud de estas señales, conservando sus otras características.

El corazón de la mayoría de estos amplificadores es el transistor, un diminuto dispositivo de estado sólido capaz de amplificar señales utilizando una pequeña corriente para controlar una mucho mayor.



Te toca a ti:

En esta hoja de ejercicios estamos utilizando un transistor para amplificar nuestra pequeña señal de 200mV. Queremos producir un ruido audible en nuestro altavoz. Conecta el circuito como se muestra en las imágenes y utiliza un generador de señales para proporcionar una señal de CA. Asegúrate de que entiendes perfectamente el funcionamiento del circuito antes de introducir cualquier fallo.

Diagrama del circuito:

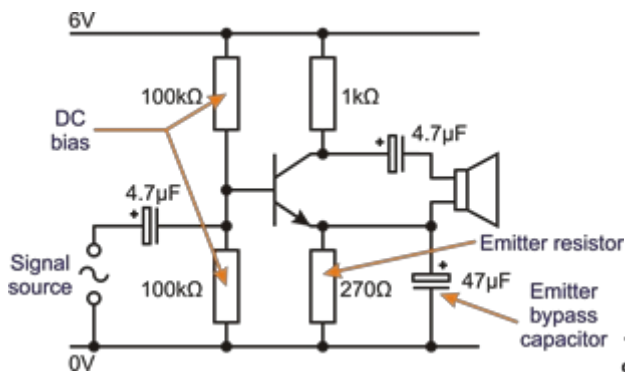
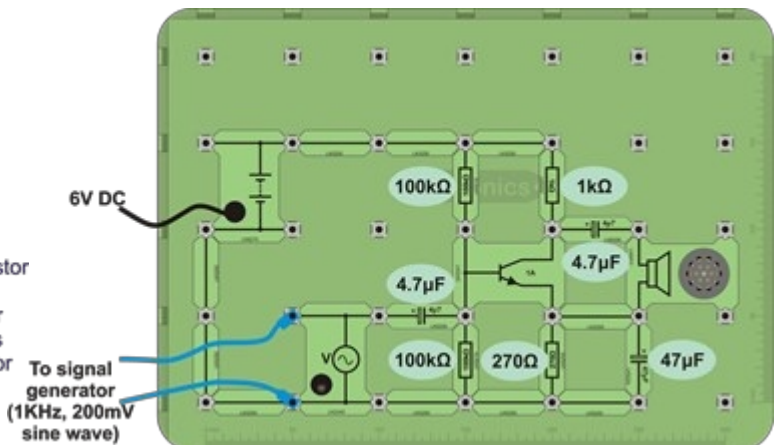


Diagrama de disposición:



Consideraciones:

- Las dos resistencias de 100kΩ forman un divisor de tensión para proporcionar la tensión de polarización de CC en la base del transistor, de modo que conduzca incluso cuando no haya señal presente. Como resultado, la tensión de salida debe ser aproximadamente la mitad de la tensión de alimentación cuando no hay señal presente.
- La resistencia de emisor de 270Ω proporciona una realimentación negativa que mantiene estable el rendimiento del amplificador. Si la corriente de salida (colector) aumenta, la tensión a través de esta resistencia aumenta, reduciendo la tensión de polarización de CC en la base y reduciendo así la corriente de salida.
- La resistencia de emisor reduce la ganancia de tensión del amplificador. El condensador de derivación de emisor (47μF) permite que la corriente de señal de CA fluya alrededor de la resistencia de emisor, preservando la ganancia de tensión de CA.
- Los dos condensadores de 4,7μF bloquean cualquier tensión continua presente en la señal para que no afecte al funcionamiento del transistor.

No olvides las normas:

No está permitido desmontar el circuito ni aislar ningún componente del mismo para realizar pruebas.

Ejercicio 5

Controlador del motor



El controlador de motor más sencillo es un interruptor: el motor está encendido o apagado. Para un control más sofisticado de la velocidad del motor, se puede utilizar un sistema como el de este ejercicio.

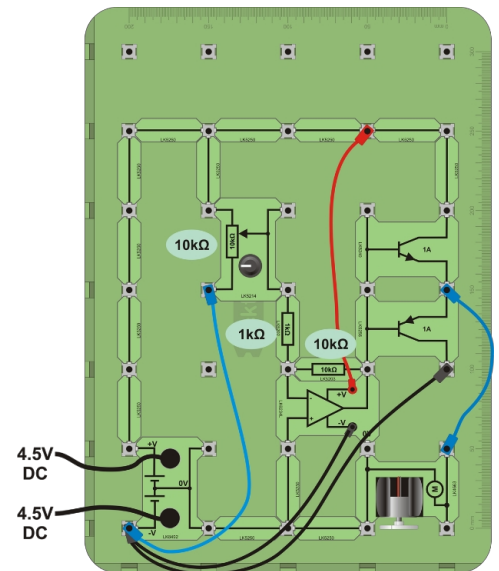
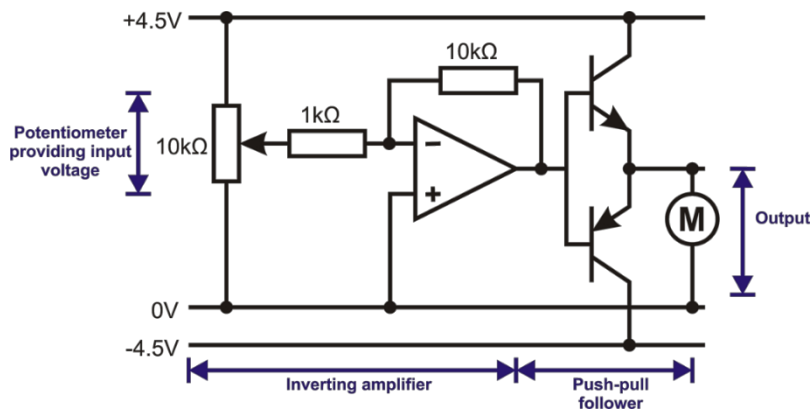
Los reguladores de velocidad se utilizan en una amplia gama de electrodomésticos, desde lavadoras, taladros de bricolaje e incluso juegos de carreras de coches de juguete.



Te toca a ti:

En esta ficha hemos creado un circuito que nos permite controlar tanto la dirección como la velocidad de un motor utilizando un simple potenciómetro. Analiza el circuito, observa sus condiciones normales de funcionamiento e introduce un fallo.

Diagrama del circuito: Diagrama de disposición:



Consideraciones:

- El potenciómetro de 10kΩ puede modificar la tensión de entrada dentro del rango de +4,5V a -4,5V.
- El amplificador inversor tiene una ganancia de tensión de -10, por lo que la salida debe ser diez veces mayor que la tensión de entrada e invertida (siempre que la salida no esté saturada).
- El amplificador óptico necesita una alimentación positiva de +4,5 V y una alimentación negativa de -4,5 V en esta disposición.
Su entrada no inversora ('+') está conectada a 0V.
- El seguidor push-pull copia esta tensión al motor (aparte de dejar caer 0,7V entre la base y el emisor del transistor conductor).
- Cuando la salida del amplificador inversor es mayor que +0,7V, el transistor NPN conduce. Cuando es inferior a -0,7V (por ejemplo -1,0V), el transistor PNP conduce. La pequeña corriente absorbida por el amplificador de entrada controla una corriente mucho mayor que fluye desde la fuente de alimentación al motor.

No olvides las normas:

No está permitido desmontar el circuito ni aislar ningún componente del mismo para realizar pruebas.

Guía del instructor

Localización de averías

Este curso presenta algunas de las técnicas implicadas en la localización de averías en sistemas electrónicos.

En este campo, nada es más valioso que la experiencia. Los ejercicios que componen el curso pretenden iniciar el proceso de construcción de esa experiencia.

Se permite al alumno estudiar un circuito que funciona, construido con Locktronics, y luego se le da una versión defectuosa para que la investigue. Esto pone a prueba sus conocimientos de electrónica, así como su capacidad de pensamiento lógico y deducción. No hay tiempo para buscar notas o utilizar un navegador de Internet.

Para hacerlo más realista, no se permite al alumno:

- desmontar el circuito;
- aislar cualquier componente del mismo para su comprobación.



La importancia de la localización de averías

- Seguridad -
 - Funcionamiento seguro de la planta:
El sistema electrónico puede contribuir al funcionamiento seguro de un sistema mayor. Sin él, el sistema mayor debe desconectarse.
 - Riesgo de incendio:
La avería podría provocar un incendio, con el consiguiente perjuicio para la organización.
- Económico -
 - Pérdida de producción:
La organización necesita que el sistema electrónico vuelva a funcionar rápidamente. Está perdiendo dinero mientras el sistema está "caído". Cuanto más tarde en repararse, más dinero perderá la empresa.
 - Gastos de reparación:
Se paga a un ingeniero para que repare el sistema. Cuanto más se tarde, más costará la reparación. Es probable que los costes de mano de obra superen con creces el coste de los componentes necesarios. No obstante, sólo deben sustituirse los componentes defectuosos.

La rapidez es esencial, por las razones expuestas anteriormente. El ingeniero no tendrá tiempo para investigar temas en Internet, leer libros o llamar por teléfono a sus amigos. Debe haber una secuencia lógica y práctica de diagnóstico de averías, llevada a cabo de manera competente. Una de estas secuencias se describe en la página siguiente.

El folleto para el alumno incluye la siguiente guía de localización de fallos:

Cinco pasos para detectar fallos

- Paso **1 - Preparación**
 - ¿Hay problemas de seguridad?
 - ¿Qué equipo de pruebas piensa utilizar?
 - Documente sus hallazgos.
- Paso **2 - Observar**
 - ¿Hay indicios de daños: componentes sobrecalentados, aislamiento fundido, cables deshilachados?
 - ¿Malas juntas de soldadura?
 - ¿Huele a quemado o a sobrecalentamiento?
 - Toma medidas de tensión de un circuito en funcionamiento.
 - Tome medidas de tensión del circuito defectuoso para comparar.
 - Documente sus hallazgos.
- Paso **3 - Identificar** el subsistema problemático
 - ¿Qué subsistemas funcionan correctamente?
 - ¿Dónde parece residir el problema?
 - Documente sus hallazgos.
- Paso **4 - Sugerir** posibles causas
 - Compruebe los componentes probables:
 - Los interruptores, fusibles y bombillas tienden a desgastarse o fundirse.
 - Compruebe los posibles componentes:
 - motores, relés, inductores - componentes con bobinas - pueden sobrecalentarse.
 - Comprueba las conexiones:
 - busque conexiones defectuosas o contactos sueltos que puedan ofrecer una resistencia elevada.
 - busque conexiones sueltas que puedan provocar un cortocircuito.
 - buscar roturas que creen condiciones de circuito abierto.
 - Documente sus hallazgos.
- Paso **5 - Prueba** y reparación
 - Cuidate Recuerda...
 - Los condensadores pueden almacenar carga eléctrica y dar descargas eléctricas;
 - Los inductores pueden almacenar energía en un campo magnético y dar descargas eléctricas.
 - Toma medidas alrededor del circuito, pero predice mentalmente cuáles deberían ser.
 - De este modo, localice el componente o componentes problemáticos y sustitúyalos respetando todos los procedimientos de seguridad.
 - A continuación, vuelva a probar el sistema para asegurarse de que no existen otros fallos.
 - Documente sus hallazgos.

Evaluación

En la vida real, el ingeniero debe intentar determinar el motivo de la avería.

- ¿Falló el componente debido a su antigüedad?
- ¿Fueron factores del entorno laboral los responsables del fracaso?
- ¿Falló debido a un uso inadecuado?
- ¿Existe algún defecto en el diseño que haya causado el fallo?

La documentación detallada es inestimable para abordar estas cuestiones. Debe animarse al alumno a presentar un "diario" de cada ejercicio, en el formato acordado. Esto puede formar parte de la evaluación final del módulo.

Averías comunes y sus síntomas:

- cortocircuito:
 - cero voltios entre los carriles de alimentación positivo y 0V en todas partes;
 - la tensión de salida de la fuente de alimentación se restablece cuando el circuito se desconecta de la alimentación;
 - consumo excesivo de corriente de la fuente de alimentación;
 - el fusible que protege el circuito puede "fundirse";
 - cero ohmios entre los carriles de alimentación, (con el circuito desconectado de la fuente de alimentación.)
- circuito abierto:
 - cero voltios entre los carriles de alimentación positivo y 0V en un extremo del circuito, pero no en el otro;
 - Una parte del circuito puede funcionar y otra no;
 - consumo de corriente reducido o nulo de la fuente de alimentación.
- conexión inversa:
 - puede producirse en componentes "polarizados", es decir, que sólo funcionan cuando se conectan en el sentido de las agujas del reloj.
en el sentido correcto, por ejemplo, diodos, LED, transistores y algunos condensadores;
 - puede ser el resultado de que la fuente de alimentación o la batería estén conectadas al circuito el al revés;
 - produce una caída de tensión inusual a través del componente.
- valor incorrecto o componente defectuoso:
 - un valor incorrecto puede identificarse examinando el componente comparándolo con el especificado en el esquema del circuito;
 - un componente defectuoso puede mostrar signos de sobrecalentamiento o daños mecánicos;
 - ambos producen una caída de tensión inusual a través del componente.
- componente incorrecto:
 - puede identificarse comparando el componente con el especificado en el esquema del circuito;
 - produce una caída de tensión inusual a través del componente.

Impartición del módulo:

Hay varias maneras de impartir el módulo, dependiendo del tipo de institución, el tamaño de la clase, la edad y experiencia de los estudiantes y la filosofía del instructor. El enfoque se desarrollará y perfeccionará cada vez que se ofrezca. Por encima de todo, los alumnos deben considerarlo una experiencia agradable pero estimulante: ¡divertida!

Antes de empezar los ejercicios, los alumnos deben familiarizarse con los equipos de prueba de que disponen. Dependiendo de su experiencia previa, esto puede requerir algún trabajo práctico preliminar, especialmente con un generador de señales y un osciloscopio.

Se sugiere que los alumnos trabajen en parejas, con un compañero de capacidad similar. De este modo, ambos contribuirán en igual medida y trabajarán a un nivel que ambos comprendan. Cada ejercicio podría ser una actividad cronometrada, lo que aumentaría el desafío y reflejaría la vida real.

Al abordar un ejercicio, hay que animar a los alumnos a que investiguen y tomen medidas primero en una versión funcional del sistema. Para algunos, inicialmente, esto puede requerir cierta orientación por parte del instructor. Los alumnos pueden recibir una plantilla de documento en la que registrar estas mediciones.

El instructor, sin que lo vean los alumnos, introduce entonces un fallo en el circuito. Las fallas sugeridas se enumeran más adelante en esta Guía del Instructor. Algunas son menos difíciles que otras. Una vez más, conociendo las capacidades de los estudiantes, el instructor puede seleccionar una falla apropiada, o una serie de fallas. Siempre es importante que el estudiante tenga éxito en al menos parte del desafío.

Tenga en cuenta que, al probar el circuito modificado, el alumno puede introducir involuntariamente más fallos, o dañar componentes, etc. Si los ejercicios se realizan como un "circo", el instructor necesita tiempo para comprobar que el circuito original sigue funcionando antes de pasarlo al siguiente grupo.

La documentación que acompaña al módulo incluye un folleto para el alumno en el que se describe el enfoque general de cinco pasos para la localización de averías, descrito anteriormente, y se describe la gama de equipos de prueba disponibles. El instructor puede decidir que los alumnos se lleven una copia para sus archivos.

En las propias hojas de ejercicios se describen las posibles aplicaciones del circuito, se presentan los diagramas del circuito y del diseño y se dan consejos sobre el equipo de prueba necesario.

Deliberadamente, no hay ninguna guía específica sobre el procedimiento de prueba. El instructor es el más indicado para determinar cuánta ayuda se necesita, conociendo los puntos fuertes y débiles de los estudiantes. Una posibilidad es organizar una sesión informativa con la clase antes de empezar el trabajo práctico.

Los alumnos no necesitan sus propias copias de las hojas de ejercicios. Sin embargo, deben elaborar un registro de las pruebas que han realizado, con sus resultados, para intentar descubrir los fallos. De este modo, se crea una carpeta de trabajo, útil para la evaluación y la verificación externa de su trabajo práctico. Un elemento importante es el diagrama del circuito, pero no el esquema de distribución.

Las fotografías pueden desempeñar un papel en este documento.

Ejercicio 1

Sistema lógico



Diagrama del circuito:

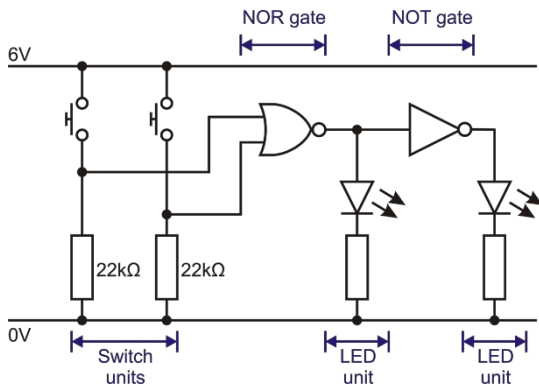
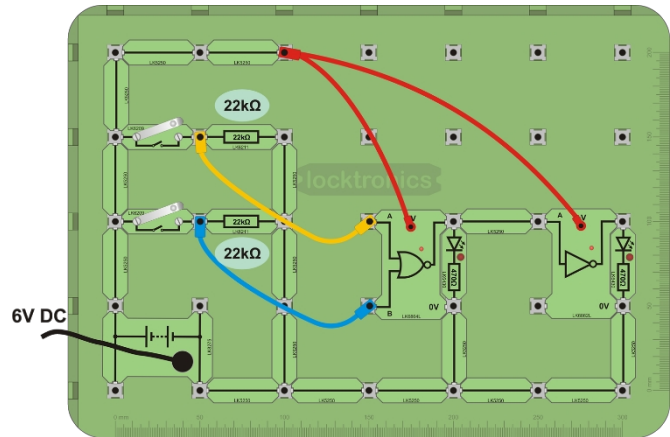


Diagrama de disposición:



Equipo necesario;

- FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 6 V CC
- DMM

Se requieren transportistas defectuosos:

- LK6990 - Soporte de LED defectuoso (polarización inversa)
- LK5582 - Portaenlaces defectuoso (circuito abierto)
- LK7550 - Cable defectuoso (circuito abierto)
- LK6995 - Interruptor defectuoso (cortocircuito)

Posibles fallos:

- Fallo 1; Conecte el soporte de LED defectuoso (LK6990)
 - El LED ya no se enciende
- Fallo 2; Coloque el enlace de portadora en circuito abierto entre las portadoras NOR y NOT (LK5582)
 - La puerta NOR funcionará correctamente, la puerta NOT siempre estará en ON
- Fallo 3; Utilizar cable de circuito abierto entre el interruptor inferior y la entrada NOR 'B' (LK7550)
 - El interruptor inferior ya no hará nada. El interruptor superior funcionará normalmente.
- Fallo 4; Conecte el interruptor defectuoso siempre cerrado en lugar del interruptor superior (LK6995)
 - La puerta NOT siempre estará en ON, ninguno de los interruptores hará nada.

Ejercicio 2

Contador

Diagrama del circuito:

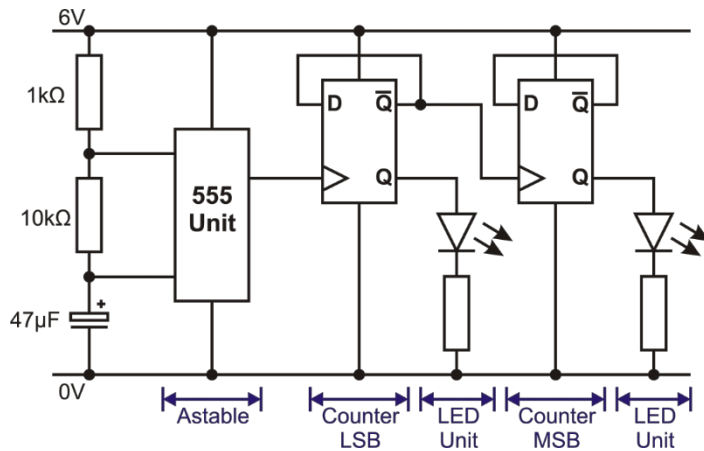
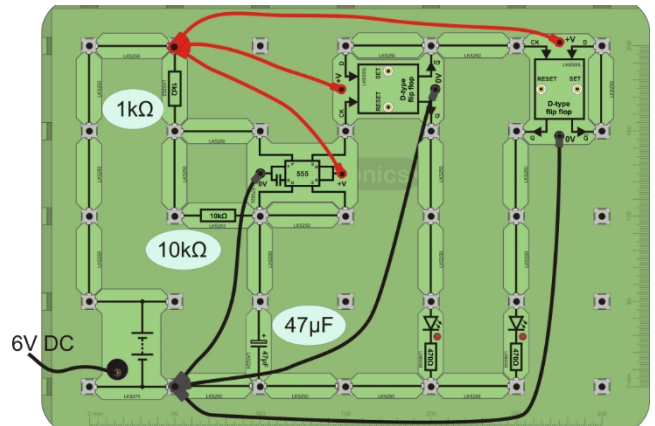


Diagrama de disposición:



Equipo necesario;

- FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 6 V CC
- DMM
- El osciloscopio puede ser útil para observar la señal de salida del temporizador 555

Se requieren transportistas defectuosos:

- LK6990 - Soporte de LED defectuoso (polarización inversa)
- LK5582 - Enlace portador defectuoso (circuito abierto)
- LK6945 - Temporizador 555 defectuoso (pin 8 circuito abierto)
- LK6985 - Portador de resistencia de 1kΩ defectuoso (circuito abierto).
- LK6950 - Condensador portador de 47μF defectuoso (4,7μF)

Posibles fallos:

- Fallo 1; Conecte el soporte de LED defectuoso (LK6990)
 - El LED deja de encenderse
- Fallo 2; Conecte el portador de enlace defectuoso entre los pines 2 y 6 del portador de temporizador 555 (LK6945).
 - Los LED permanecerán en un estado fijo o cambiarán a intervalos irregulares
- Fallo 3; Conecte el portador del temporizador 555 defectuoso (LK6945)
 - El pin 8 es V_{cc} (alimentación) por lo que el circuito dejará de funcionar. Los LEDs pueden permanecer alimentados en la última secuencia
- Fallo 4; Conectar la portadora de enlace defectuosa entre los dos flip-flops (Q' y CK) (LK5582)
 - El flip-flop 1 (LSB) funcionará correctamente, el flip-flop 2 (MSB) dejará de funcionar y puede parpadear.
- Fallo 5; Conectar la portadora de enlace defectuosa entre Q' y D del flip-flop 1 (LK5582)
 - El circuito puede seguir funcionando, pero la velocidad disminuirá y funcionará a intervalos irregulares.
- Fallo 6; Conectar la resistencia portadora de 1kΩ defectuosa (LK6985).
 - Portador de circuito abierto, por lo que el circuito dejará de funcionar
- Fallo 7; Conecte el soporte del condensador defectuoso - puede ser necesario reiniciar la alimentación para activar el fallo (LK6950)
 - Cambia la frecuencia de salida del 555 a aproximadamente 15 Hz (ya que la tapa es diez veces más pequeña).

Ejercicio 3

Fuente de alimentación CC

Diagrama del circuito:

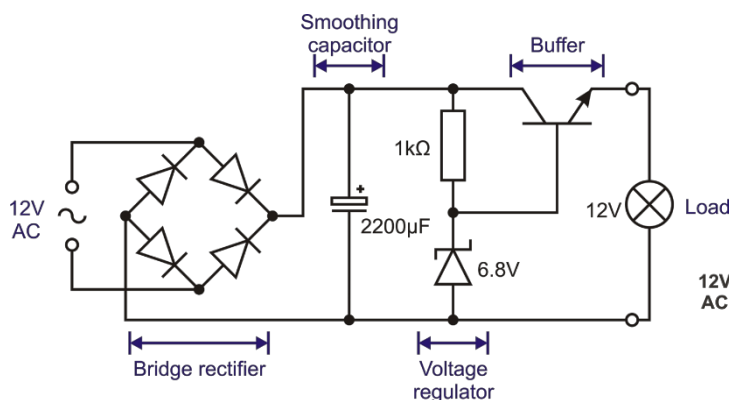
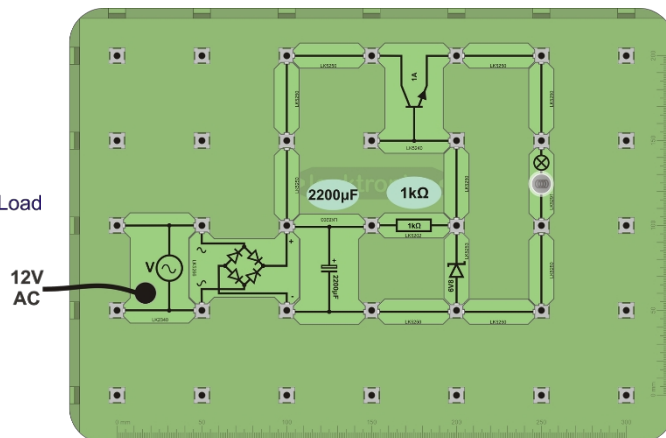


Diagrama de disposición:



Equipo necesario;

- FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 12 V CA
- DMM
- Osciloscopio para monitorizar el condensador de alisado

Se requieren transportistas defectuosos:

- LK6925 - Puente rectificador defectuoso (un diodo tiene polarización inversa)
- LK6930 - Diodo Zener defectuoso (cortocircuito)
- LK0665 - Diodo Zener defectuoso (polarización inversa)
- LK6940 - Transistor defectuoso (base en circuito abierto)
- LK3192- Transistor defectuoso (cortocircuito entre base-emisor)
- LK6970 - Condensador portador de 2200µF defectuoso (4,7µF)

Posibles fallos:

- Fallo 1; Conexión incorrecta del puente rectificador (girar el rectificador 180°)
 - El circuito no funcionará en absoluto
- Fallo 2; Conectar el puente rectificador defectuoso (LK6925)
 - El circuito no funcionará en absoluto
- Fallo 3; Conectar el diodo Zener defectuoso (LK6930)
 - La bombilla no se enciende. El transistor está "apagado" ya que no hay V_{BE} , por lo que toda la corriente pasa a través de 1kΩ res
- Fallo 4; Conectar el diodo Zener defectuoso (LK0665)
 - La bombilla no se enciende
- Fallo 5; Conectar el transistor defectuoso (LK6940)
 - La bombilla no se enciende porque el transistor está apagado
- Fallo 6; Conectar el transistor defectuoso (LK3192)
 - La bombilla no se enciende. El transistor está "apagado" ya que no hay V_{BE} , por lo que toda la corriente pasa a través de 1kΩ res
- Fallo 7; Conectar el soporte del condensador defectuoso (LK6970)
 - Sin embargo, el rizado de CC es mucho mayor a través del condensador. Utilice un osciloscopio para observar la diferencia.

Ejercicio 4

Amplificador de transistor

Diagrama del circuito:

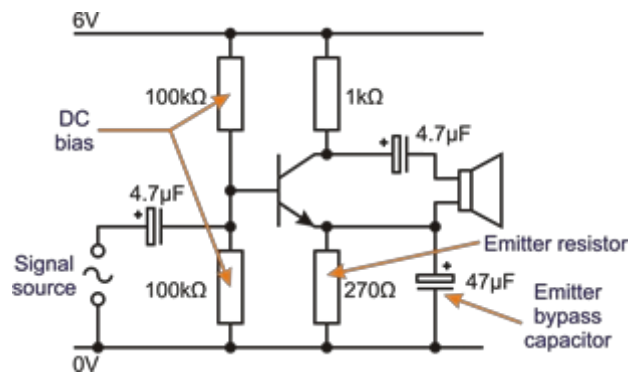
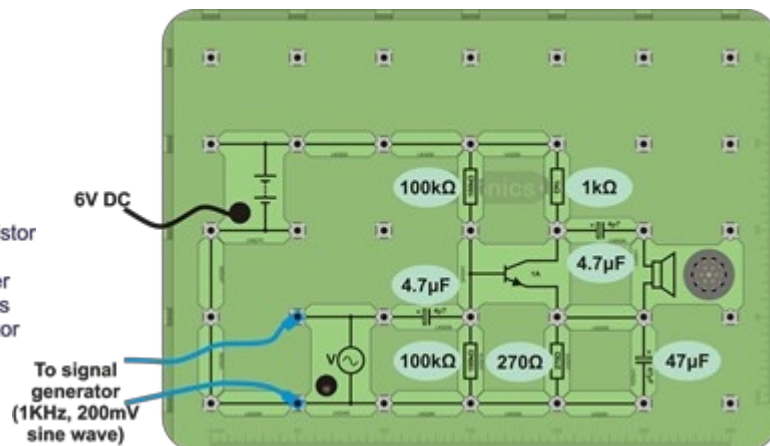


Diagrama de disposición:



Equipo necesario;

- FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 6 V CC
- DMM
- Osciloscopio para monitorizar el condensador de alisado
- Generador de señales ajustado a 1 kHz, 200 mV_{pp} salida de onda sinusoidal

Se requieren transportistas defectuosos:

- LK6940 - Transistor defectuoso (base en circuito abierto)
- LK3192 - Transistor defectuoso (cortocircuito entre la base y el emisor)
- LK5582 - Enlace portador defectuoso (circuito abierto)
- LK6950 - Condensador de 47μF defectuoso (4,7μF)
- LK6985 - Portador de resistencia de 1kΩ defectuoso (circuito abierto).
- LK6955 - Resistencia portadora de 100kΩ defectuosa (1kΩ)

Posibles fallos:

- Fallo 1; Conectar el transistor defectuoso (LK6940)
 - El altavoz no suena
- Fallo 2; Conectar el transistor defectuoso (LK3192)
 - El transistor está "apagado" ya que no hay V_{BE}
- Fallo 3; Conecte el portador de enlace defectuoso (LK5582) entre el emisor y el altavoz
 - El altavoz sonará, pero en silencio, ya que la señal de CA no se retroalimentará a través del sistema.
- Fallo 4; Conectar el condensador defectuoso (LK6950)
 - El altavoz suena igual que el normal, pero los alumnos deben controlar la salida en el osciloscopio
- Fallo 5; Conectar la resistencia defectuosa de 1kΩ (LK6985) en el colector del transistor.
 - El transistor está en ON, pero el colector está en circuito abierto, por lo que no pasa corriente a través del transistor.
- Fallo 6; Conecte la resistencia de 100kΩ defectuosa (LK6955) entre la base del transistor y la banda de 6V.
 - El altavoz deja de sonar porque el transistor está mal polarizado

Ejercicio 5

Controlador del motor



Diagrama del circuito:

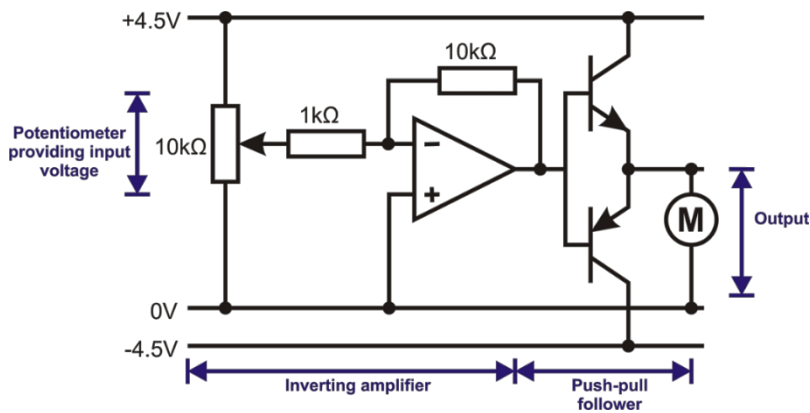
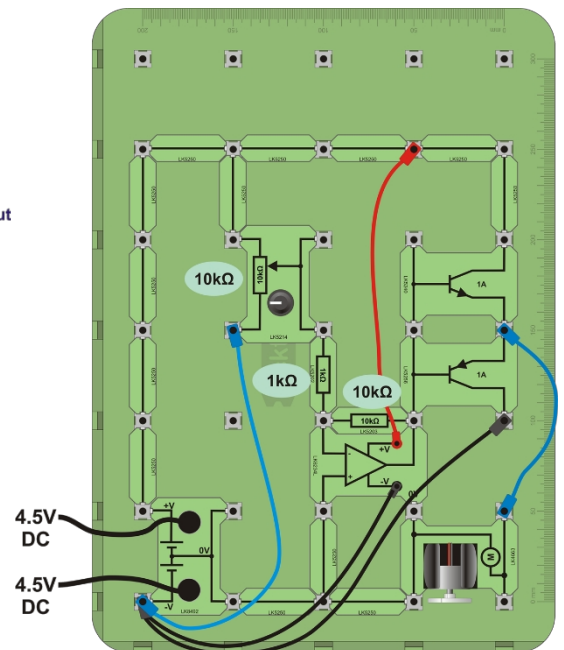


Diagrama de disposición:



Equipo necesario;

- 2 fuentes de alimentación de 4,5 V CC
- DMM

Se requieren transportistas defectuosos:

- LK7550 - Cable defectuoso (circuito abierto)
- LK5582 - Enlace portador defectuoso (circuito abierto)
- LK6985 - Portador de resistencia de 1kΩ defectuoso (circuito abierto).
- LK6980 - Resistencia portadora de 10kΩ defectuosa (10Ω)
- LK6940 - Transistor defectuoso (base en circuito abierto)
- LK6935 - Op-amp defectuoso (pin 6 circuito abierto)

Posibles fallos:

- Fallo 1; Conecte el cable azul de circuito abierto defectuoso (LK7550) entre el potenciómetro y -4,5V
 - El motor sólo girará en sentido contrario a las agujas del reloj, a una velocidad fija
- Fallo 2; Conecte el portador de enlace defectuoso (LK5582) en el carril de alimentación superior (+4,5 V).
- El motor sólo girará en sentido contrario a las agujas del reloj, pero el potenciómetro variará la velocidad
 - Fallo 3; Conectar el cable defectuoso (LK7550) entre las salidas del transistor y el motor.
 - Los voltajes serán todos correctos, pero el motor no girará
 - Fallo 4; Conectar la resistencia de 1kΩ defectuosa (LK6985).
 - El motor no girará, el pote seguirá cambiando la tensión, pero no va a entrar en el op-amp
 - Fallo 5; Conecte la resistencia de 10kΩ defectuosa (LK6980).
 - El motor no gira debido a una resistencia incorrecta del bucle de realimentación
 - Fallo 6; Conectar el transistor defectuoso con base abierta (LK6940)
 - El motor sólo girará en sentido contrario a las agujas del reloj, ya que el transistor NPN no funciona
 - Fallo 8; Conectar el op-amp defectuoso (LK6935)
 - El motor sólo girará en sentido contrario a las agujas del reloj ya que el pin de salida está en circuito abierto. La corriente fluirá a través de la resistencia de 10k y encenderá el transistor NPN.

Aparatos para este curso

Todos los aparatos Locktronics para este curso están disponibles en Matrix TSL (código de producto LK3566). Contiene seis bandejas de aparatos: una bandeja para cada uno de los ejercicios de la hoja de trabajo, más una bandeja adicional que contiene los portadores "defectuosos" que el tutor utilizará para introducir fallos en los circuitos. Los componentes "defectuosos" están marcados en su parte inferior para que el tutor pueda identificar qué portadores se necesitan para cada experimento.

Las bandejas de aparatos incluyen todos los cables y fuentes de alimentación necesarios para los experimentos. Sin embargo, hay algunos equipos que no se suministran, para evitar costes adicionales y la duplicación de aparatos que se encuentra comúnmente en muchos laboratorios de electrónica.

Además de este aparato, también puede necesitar...

- Multímetro capaz de medir tensiones de hasta 12 V CC y CA, con función de prueba de continuidad.
- Osciloscopio para visualizar formas de onda de corriente alterna. Sólo se necesita una traza.
- Una fuente de señal capaz de generar hasta 1V pico a pico a 1kHz

Control de versiones

| Versión | Publicado en | Notas |
|--------------|--------------|--|
| LK9333-80-01 | 2015 Jun 02 | Primera publicación |
| LK9333-80-02 | 2015 Oct 23 | Cambios en el orden de las hojas de trabajo y en los esquemas de los circuitos |
| LK9333-80-03 | 2017 Jul 31 | Cambiado para utilizar el soporte LK7582 555 |
| | 16 08 2023 | Reformateado al nuevo estilo |
| | | |