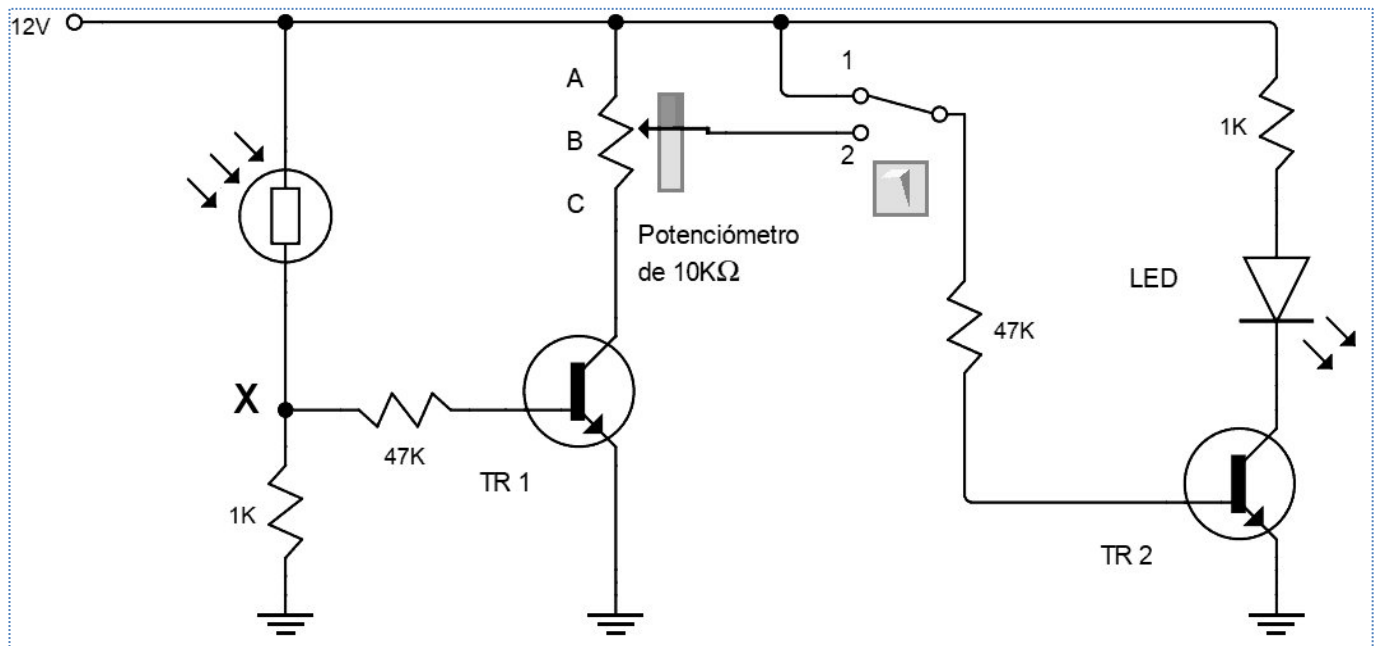


EXPLICACIÓN DEL Primer Parcial 2019

Enunciado:



Suponga que la LDR tiene una resistencia de 100Ω con luz, y $20K\Omega$ en sombra, que el potenciómetro puede estar en un extremo (A), en el otro extremo (C), o justo en la mitad (B), y la llave puede estar en la posición 1 o 2. Responda las siguientes preguntas, justificando su respuesta:

- 1) ¿Qué tipo de transistores estamos usando?
- 2) Si la LDR recibe luz calcule el voltaje tiene el punto X
- 3) Si la LDR no recibe luz calcule el voltaje tiene el punto X
- 4) ¿Qué pasa con el LED si la llave está en 1?
- 5) ¿Qué pasa con el LED si la llave está en 2 y el pote en A?
- 6) Con la llave en 2 y el pote en C, explique el funcionamiento de todo el circuito con luz y con sombra
- 7) Con luz y la llave en 2, explique el funcionamiento de todo el circuito con el pote en A, en B y en C
- 8) Con sombra y la llave en 2, explique el funcionamiento de todo el circuito con el pote en A, en B y en C

EXPLICACIÓN EN YOUTUBE:

<https://youtu.be/NONKfPvEAAc>
<https://youtu.be/lnb-wvMxSi4>
<https://youtu.be/MTXecPhwnw>
<https://youtu.be/DHUi8sl7r8E>
https://youtu.be/SB_NNala7MY
<https://youtu.be/Qi39PnWjRrk>
<https://youtu.be/NiVtE1CZCIU>
<https://youtu.be/aTlaktZwGRA>

RESPUESTAS:

1) ¿Qué tipo de transistores estamos usando?

Por el símbolo son transistores de juntura bipolar, del tipo NPN

2) Si la LDR recibe luz calcule el voltaje tiene el punto X

Por los datos del circuito, la LDR con luz tiene una resistencia de $100\ \Omega$. Es como si quedara el siguiente circuito:

La resistencia entre Base y Emisor la podemos descartar, entonces quedaría una resistencia de $47\text{K}\Omega$ en paralelo con una de $1\text{K}\Omega$. Haciendo las cuentas da una resistencia de $0,979\text{K}\Omega$, que es prácticamente $1\text{K}\Omega$. Siempre que haya un paralelo entre una resistencia pequeña y una grande el valor resultante será aproximadamente el de la resistencia pequeña.

O sea que nos queda un circuito con un simple divisor resistivo:

El voltaje en el punto X es el voltaje medido entre ese punto y masa, o sea que es el voltaje sobre la resistencia de $1\text{K}\Omega$.

Podemos usar la fórmula $V_{r1} = \frac{R1 \cdot V_{cc}}{R1 + R2}$

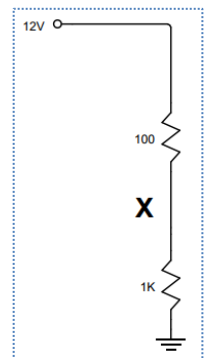
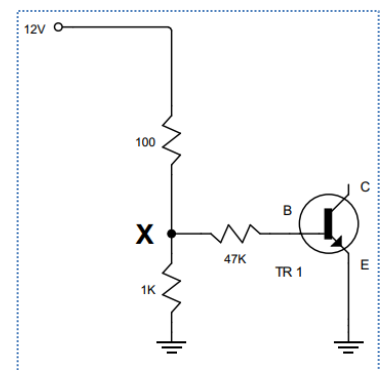
Reemplazando $V_{r1} = \frac{1000\Omega \cdot 12V}{1000\Omega + 100\Omega}$ que da aproximadamente $11V$

Sino hacemos el camino largo. El voltaje en la resistencia de $1\text{K}\Omega$ es $V = R \cdot I$

La I es V_{cc}/R_t lo que da $I = \frac{12V}{1000\Omega + 100\Omega}$ que da $0.011A$ o 11mA

Por lo tanto el voltaje en la resistencia es $V = 1\text{K}\Omega \cdot 11\text{mA}$ que da $11V$ (obvio que tiene que dar igual de ambas maneras)

Por lo tanto el voltaje en el punto X con luz es de $11V$



3) Si la LDR no recibe luz calcule el voltaje tiene el punto X

Por los datos del circuito, la LDR sin luz tiene una resistencia de 20KΩ. Es similar al circuito anterior salvo que la resistencia pasa a ser de 20KΩ en vez de 100 Ω .

Las fórmulas son las mismas, solo se cambia el valor de la ldr.

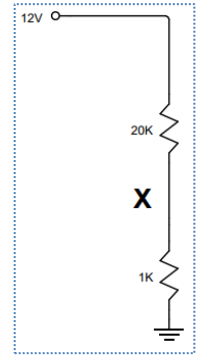
$$V_{r1} = \frac{R1 \cdot V_{CC}}{R1 + R2} \quad \text{Reemplazando} \quad V_{r1} = \frac{1000\Omega \cdot 12V}{1000\Omega + 20000\Omega}$$

que da aproximadamente 0.57V

$$\text{El camino largo da: } I = \frac{12V}{1000\Omega + 2000\Omega} \quad \text{que da } 0.57\text{mA}$$

Por lo tanto el voltaje en la resistencia es $1K \Omega \cdot 0.57\text{mA}$ que da 0.57V

Por lo tanto el voltaje en el punto X con sombra es de 0.57V



4) ¿Qué pasa con el LED si la llave está en 1?

Con la llave en 1 tenemos una conexión directa a los 12V de la fuente, es como si nos quedara el siguiente circuito:

Acá el problema es saber si la resistencia de 47KΩ permite saturar al transistor, o no. Si el transistor satura, entonces el led va a encender.

Calculemos la corriente que pasa por la resistencia de 47K Ω, que es $I = V/R$ el voltaje sobre la resistencia es 12V menos lo que cae entre base y emisor, que son 0.7V

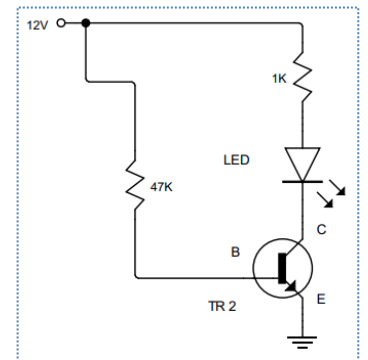
$$I = \frac{12V - 0.7V}{47K\Omega} \quad \text{que da } 0.24\text{mA}$$

Suponiendo que el transistor tenga una ganancia de 100, la corriente de colector sería la corriente de base multiplicada por 100:

$$I_c = I_b \cdot 100 = 0.24\text{mA} \cdot 100 = 24\text{mA}$$

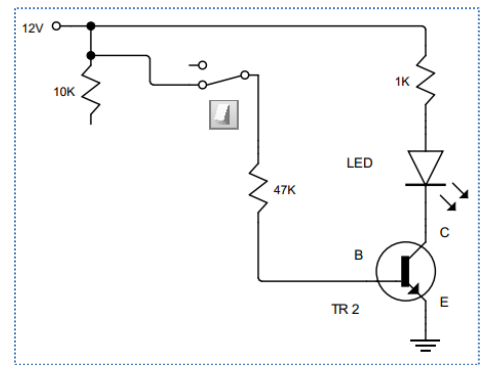
En el colector tenemos un led con una resistencia de 1KΩ, lo que da aproximadamente una corriente de 10mA. Como el transistor permitiría pasar 24mA quiere decir que está saturado, por lo que el led prendería a su máxima luminosidad.

Por lo tanto con la llave en 1 el transistor 2 está saturado y el led prendido.



5) ¿Qué pasa con el LED si la llave está en 2 y el pote en A?

La llave en la posición 2 conecta la resistencia de 47KΩ con la pata del medio del potenciómetro. Si el potenciómetro está en A quiere decir que la pata del medio está tocando el extremo A, y el extremo A está conectado directamente a los 12V de la fuente. Es como si tuviéramos el siguiente circuito:

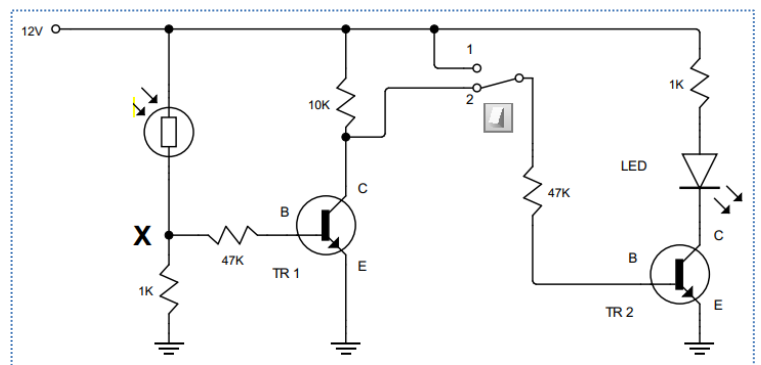


Igual que en el punto anterior, la resistencia de 47K Ω recibe los 12V menos 0.7V de base-emisor, que da la misma corriente de 0.24mA y que hace que el transistor esté saturado y el led prendido.

CONCLUSIÓN: la llave en 1 es lo mismo que la llave en 2 y el pote en A. En ambos casos no importa si la ldr tiene o no luz, ni si el transistor 1 está abierto o saturado, siempre va a estar el transistor 2 saturado y el led prendido.

6) Con la llave en 2 y el pote en C, explique el funcionamiento de todo el circuito con luz y con sombra

Nuevamente la llave en la posición 2 conecta la resistencia de 47K Ω con la pata del medio del potenciómetro. Si el potenciómetro está en C quiere decir que la pata del medio está tocando el extremo inferior C, y el extremo C está conectado directamente al colector del transistor 1. Es como si tuviéramos el siguiente circuito:



Comencemos con luz. La ldr tiene una resistencia de 100 Ω , y como calculamos en el punto 2 tendríamos en X un voltaje de 11V.

Con las mismas fórmulas del punto 4 podemos calcular la corriente de la resistencia de 47K:

$$I = \frac{11V - 0.7V}{47K\Omega} \quad \text{que da } 0.22\text{mA}$$

Suponiendo que el transistor tenga una ganancia de 100, la corriente de colector sería la corriente de base multiplicada por 100:

$$I_c = I_b * 100 = 0.22\text{mA} * 100 = 22\text{mA}$$

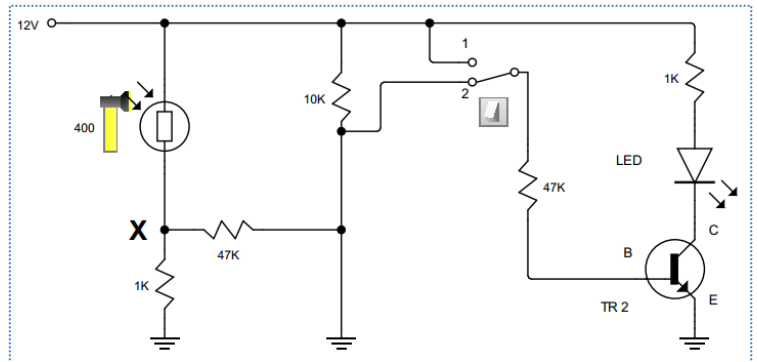
En el colector tenemos una resistencia (el potenciómetro conectado de extremo a extremo) de 10KΩ, que con los 12V de la fuente puede dar una corriente máxima de 1.2mA. Como el transistor permitiría pasar 22mA quiere decir que está saturado.

Al estar el transistor 1 saturado, el voltaje entre colector y emisor pasa a ser de 0.2V

Eso quiere decir que la segunda resistencia de 47K del segundo transistor solo recibe 0.2V, que es menos de los 0.7V que necesita entre base y emisor para comenzar a conducir. Por lo tanto el transistor 2 está abierto y el led apagado.

Si consideramos a un transistor saturado casi como un cable entre colector y emisor, es como si tuviéramos el siguiente circuito:

En este caso no puede haber corriente entre base y emisor del transistor 2, por lo que TR2 está abierto y el led apagado.



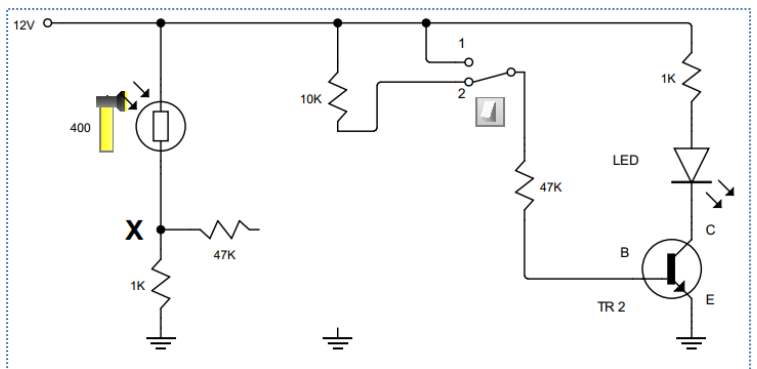
Ahora repetamos todo con sombra. La ldr tiene una resistencia de 20KΩ , y como calculamos en el punto 3 tendríamos en X un voltaje de 0.57V

Ahora ese voltaje es menor a los 0.7V que necesita entre base y emisor el primer transistor, por lo que no hay corriente de base y el transistor 1 está abierto.

Un transistor abierto tiene tanta resistencia entre colector y emisor es que como si no estuviera (como si fuera un interruptor abierto).

Es como si tuviéramos el siguiente circuito:

En este circuito la segunda resistencia de 47K quedo en serie con una de 10K (el potenciómetro). Con las mismas fórmulas del punto 4 podemos calcular la corriente que pasa por ambas resistencias:



pasa por ambas resistencias:
$$I = \frac{12V - 0.7V}{10K\Omega + 47K\Omega}$$
 que da aproximadamente 0.20mA

Suponiendo que el transistor tenga una ganancia de 100, la corriente de colector sería la corriente de base multiplicada por 100:

$$I_c = I_b * 100 = 0.20mA * 100 = 20mA$$

Como la corriente máxima del segundo transistor es de 10mA, el segundo transistor está saturado y el led prendido.

RESUMIENDO:

con luz TR1 está saturado y TR2 abierto con el led apagado

con sombra TR1 está abierto y TR2 saturado con el led prendido

CONCLUSIÓN:

Es el circuito clásico de un segundo transistor inversor del primero

7) Con luz y la llave en 2, explique el funcionamiento de todo el circuito con el pote en A, en B y en C

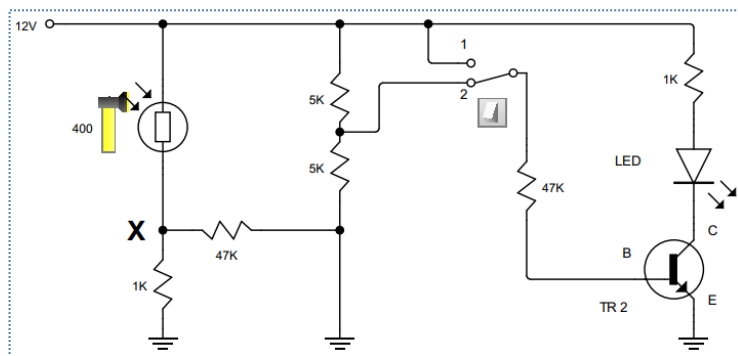
Repasemos lo que analizamos en los puntos anteriores:

En el punto 6 vimos que si hay luz el TR1 va a estar siempre saturado sin importar la posición del potenciómetro ni la llave, y también vimos que con el pote en A el TR2 va a estar saturado y el led prendido, y con el pote en C el TR2 va a estar abierto y el led apagado. Por lo tanto el único inconveniente es ver qué pasa con el potenciómetro en el punto medio B.

En ese punto medio el potenciómetro es como si tuviera 5KΩ hacia arriba y 5KΩ hacia abajo. Y con luz el TR1 está saturado, por lo que podemos reemplazarlo por un cable. Es como si tuviéramos el siguiente circuito:

Ahora el problema es calcular si el segundo transistor está abierto, saturado o en un punto intermedio.

Igual que en el punto 2 y 3, las dos resistencias de 5KΩ (o sea el potenciómetro al medio) funcionan como un divisor resistivo. La resistencia de 47KΩ está en paralelo con la de 5KΩ de abajo, pero como es muy grande podemos aproximar que la resultante es casi 5KΩ.



Por lo tanto los 12V de la fuente se reparten entre dos resistencias de 5KΩ cada una. Eso da 6V en cada una. Por lo tanto en el punto medio del potenciómetro tenemos 6V. Usemos las mismas fórmulas del punto 4 para calcular la corriente que pasa por la resistencia de 47KΩ, que es $I=V/R$

El voltaje sobre la resistencia es 6V menos lo que cae entre base y emisor, que son 0.7V

$$I = \frac{6V - 0.7V}{47K\Omega} \quad \text{que da } 0.11\text{mA}$$

Suponiendo que el transistor tenga una ganancia de 100, la corriente de colector sería la corriente de base multiplicada por 100:

$$I_c = I_b * 100 = 0.11\text{mA} * 100 = 11\text{mA}$$

En el colector tenemos un led con una resistencia de 1KΩ, lo que da aproximadamente una corriente de 10mA. Como el transistor permitiría pasar 11mA quiere decir que está saturado, por lo que el led prendería a su máxima luminosidad.

Por lo tanto con la llave en 2, con luz y el potenciómetro en B el transistor 2 está saturado y el led prendido.

RESUMIENDO: con luz y llave en 2 tenemos

POTE EN	TR1	TR2	LED
A	Saturado	Saturado	Prendido
B	Saturado	Saturado	Prendido
C	Saturado	Abierto	apagado

8) Con sombra y la llave en 2, explique el funcionamiento de todo el circuito con el pote en A, B y C

Igual que antes, repasemos lo que analizamos en los puntos anteriores:

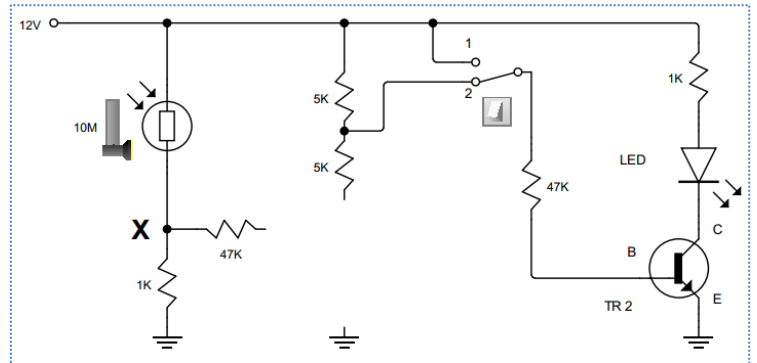
En el punto 6 vimos que si hay sombra el TR1 va a estar siempre abierto sin importar la posición del potenciómetro ni la llave, y también vimos que con el pote en A el TR2 va a estar saturado y el led prendido, y el pote en C el TR2 va a estar también saturado y el led prendido. Por lo tanto el único inconveniente es ver qué pasa con el potenciómetro en el punto medio B.

En ese punto medio el potenciómetro es como si tuviera $5K\Omega$ hacia arriba y $5K\Omega$ hacia abajo. Y con sombra el TR1 está abierto, por lo que podemos quitarlo. Es como si tuviéramos el siguiente circuito:

Ahora el problema es calcular si el segundo transistor está abierto, saturado o en un punto intermedio.

Igual que en el punto 4 la resistencia de $47K\Omega$ queda en serie con la mitad del potenciómetro, es decir con $5K\Omega$. Calculemos

la corriente que pasa por ambas resistencias: $I = \frac{12V - 0.7V}{5K\Omega + 47K\Omega}$ que da $0.22mA$



Suponiendo que el transistor tenga una ganancia de 100, la corriente de colector sería la corriente de base multiplicada por 100:

$$I_c = I_b * 100 = 0.22mA * 100 = 22mA$$

En el colector tenemos un led con una resistencia de $1K\Omega$, lo que da aproximadamente una corriente de $10mA$. Como el transistor permitiría pasar $22mA$ quiere decir que está saturado, por lo que el led prendería a su máxima luminosidad.

Por lo tanto con sombra y el potenciómetro en B el transistor 2 está saturado y el led prendido.

OBSERVACIÓN: era obvio este resultado, y hasta podríamos habernos ahorrado el cálculo: en el punto 4 determinamos que con una resistencia de base de $47K\Omega$ el TR2 satura, y en el punto 6 calculamos que con una resistencia de $57K\Omega$ ($10K\Omega$ del pote y $47K\Omega$ de la resistencia) el TR2 también saturaba. Por lo tanto el transistor va a saturar para cualquier valor de resistencia de base entre $47K\Omega$ y $57K\Omega$, es decir que con sombra el TR2 va a estar siempre saturado sin importar la posición del potenciómetro.

RESUMIENDO: con sombra y llave en 2 tenemos

POTE EN	TR1	TR2	LED
A	Abierto	Saturado	Prendido
B	Abierto	Saturado	Prendido
C	Abierto	Saturado	Prendido