

Presentación:

Los problemas que vienen presentando los transistores bipolares o BJT, como son la corriente que soportan y la dependencia de la temperatura a la que se ven sometidos, unas veces por su emplazamiento, otras por un mal trazado y la mas evidente, el efecto llamado de avalancha. Estas evidencias, han llevado a que se sustituyan por otros transistores más avanzados, hasta la llegada de los MOSFET.

Las ventajas que presentan este tipo de transistor, han llevado a que ocupen un lugar importante dentro de la industria, desplazando a los viejos BJT a otros fines. Los MOSFET de potencia son muy populares para aplicaciones de baja tensión, baja potencia y conmutación resistiva en altas frecuencias, como fuentes de alimentación conmutadas, motores sin escobillas y aplicaciones como robótica, CNC y electrodomésticos.

La mayoría de sistemas como lámparas, motores, drivers de estado sólido, electrodomésticos, etc. utilizan dispositivos de control, los cuales controlan el flujo de energía que se transfiere a la carga. Estos dispositivos logran alta eficiencia variando su ciclo de trabajo para regular la tensión de salida. Para realizar la parte de conmutación, existen varios dispositivos semiconductores, a continuación se muestra una tabla con algunos de ellos.

La siguiente es una tabla comparativa de las diversas capacidades entre potencia y velocidad de conmutación de los tipos de dispositivos.

Dispositivo	Capacidad de Potencia	Velocidad de conmutación
BJT / MD	Media	Media
MOSFET	Baja	Rápida
GTO	Alta	Lenta
IGBT	Media	Media

Propiedades relativas de los dispositivos de conmutación.

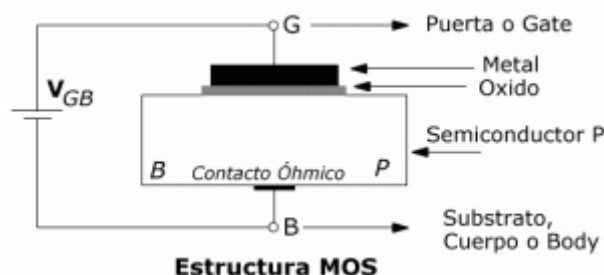
Los transistores MOSFET.

Vamos a estudiar un transistor cuyo funcionamiento no se basa en uniones PN, como el transistor bipolar, ya que en éste, el movimiento de carga se produce exclusivamente por la existencia de campos eléctricos en el interior del dispositivo. Este tipo de transistores se conocen como, efecto de campo JFET (del inglés, *Juntion Field Effect Transistor*).

El transistor MOSFET, como veremos, está basado en la estructura MOS. En los MOSFET de *enriquecimiento*, una diferencia de tensión entre el electrodo de la Puerta y el sustrato induce un canal conductor entre los contactos de Drenador y Surtidor, gracias al efecto de campo. El término *enriquecimiento* hace referencia al incremento de la conductividad eléctrica debido a un aumento de la cantidad de portadores de carga en la región correspondiente al canal, que también es conocida como la *zona de inversión*.

La estructura MOS.

La estructura MOS esta compuesta de dos terminales y tres capas: Un Substrato de silicio, puro o poco dopado *p* o *n*, sobre el cual se genera una capa de *Oxido de Silicio* (SiO_2) que, posee características dieléctricas o aislantes, lo que presenta una alta impedancia de entrada. Por último, sobre esta capa, se coloca una capa de *Metal* (Aluminio o polisilicio), que posee características conductoras. En la parte inferior se coloca un contacto óhmico, en contacto con la capsula, como se ve en la figura.



La estructura MOS, actúa como un condensador de placas paralelas en el que G y B son las placas y el óxido, el aislante. De este modo, cuando $V_{GB}=0$, la carga acumulada es cero y la distribución de portadores es aleatoria y se corresponde al estado de equilibrio en el semiconductor.

Cuando $V_{GB}>0$, aparece un campo eléctrico entre los terminales de Puerta y substrato. La región semiconductor p responde creando una región de empobrecimiento de cargas libres p^+ (zona de depleción), al igual que ocurriera en la región P de una unión PN cuando estaba polarizada negativamente. Esta región de iones negativos, se incrementa con V_{GB} .

Al llegar a la región de V_{GB} , los iones presentes en la zona semiconductor de empobrecimiento, no pueden compensar el campo eléctrico y se provoca la acumulación de cargas negativas libres (e^-) atraídos por el terminal positivo. Se dice entonces que la estructura ha pasado de estar en ***inversión débil*** a ***inversión fuerte***.

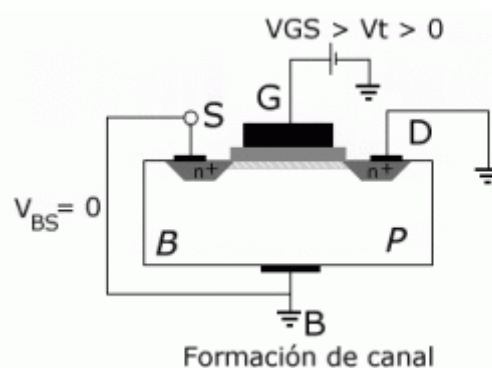
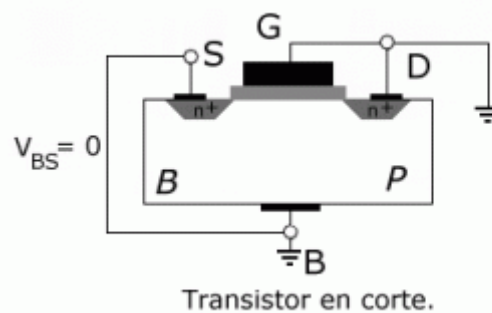
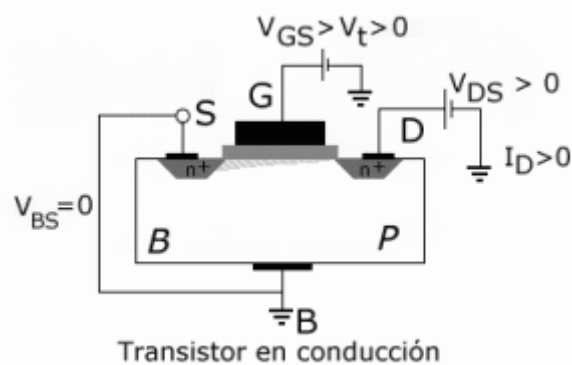
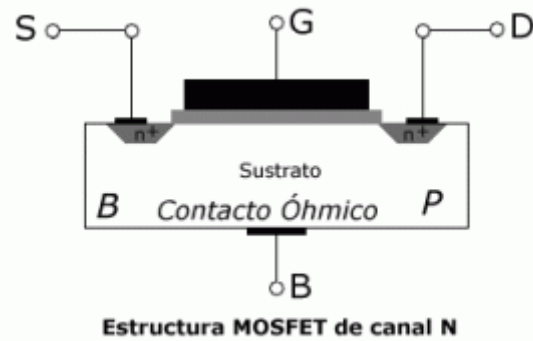
MOSFET de enriquecimiento de CANAL N.

Bajo el terminal de Puerta existe una capa de óxido (SiO_2) que impide prácticamente el paso de corriente a su través; por lo que, el control de puerta se establece en forma de tensión. La calidad y estabilidad con que es posible fabricar estas finas capas de óxido es la principal causa del éxito alcanzado con este transistor, siendo actualmente el dispositivo más utilizado.

Además, este transistor ocupa un menor volumen que el BJT, lo que permite una mayor densidad de integración. Comencemos con la estructura básica del MOSFET, seguido de sus símbolos.

Se trata de una estructura MOS, de cuatro terminales, en la que el substrato semiconductor es de tipo p poco dopado. A

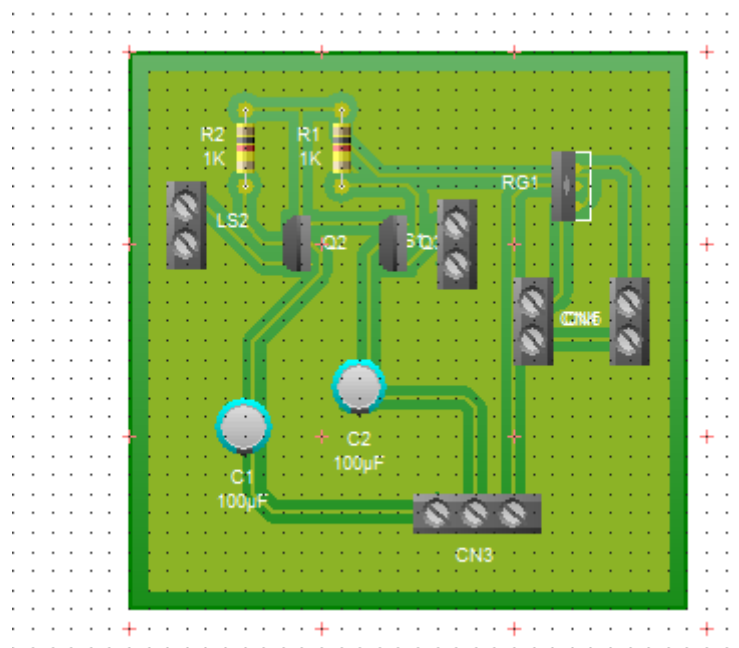
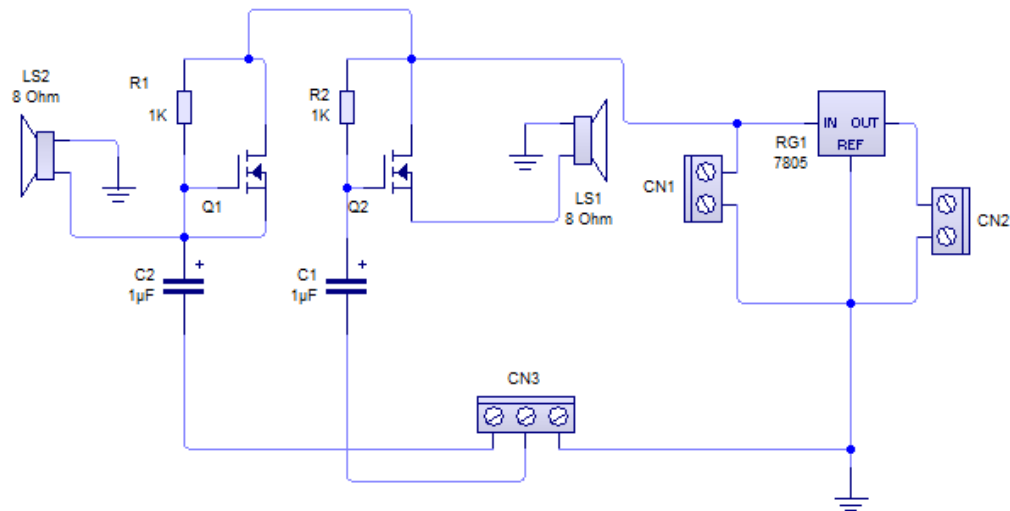
ambos lados de la interfase *Oxido-Semiconductor* se han practicado difusiones de material *n*, fuertemente dopado (n^+).



Amplificador Bluetooth, FM, y lector de micro SD con mosfet

Esta es la base principal del proyecto, un amplificador, donde en él, nos basaremos para realizar todas las demás aplicaciones:

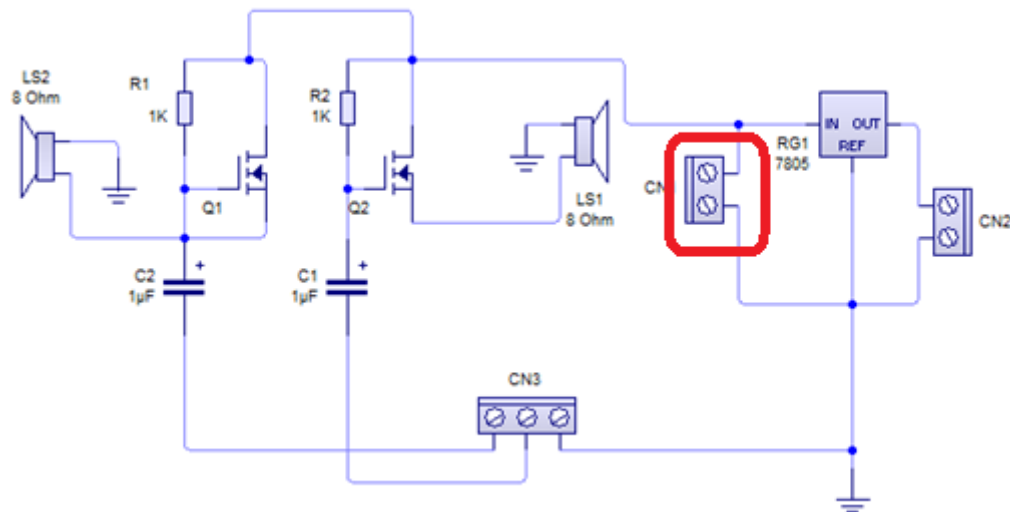
Circuito:



Contamos con dos mosfet canal N, específicamente: IRFZ44N y con un regulador de voltaje LM7805 para la conexión del módulo bluetooth del amplificador.

La etapa de los condensadores sirve para limpiar la señal de audio (en el proyecto terminado, estos valores se pueden cambiar, ya que se harán varias pruebas)

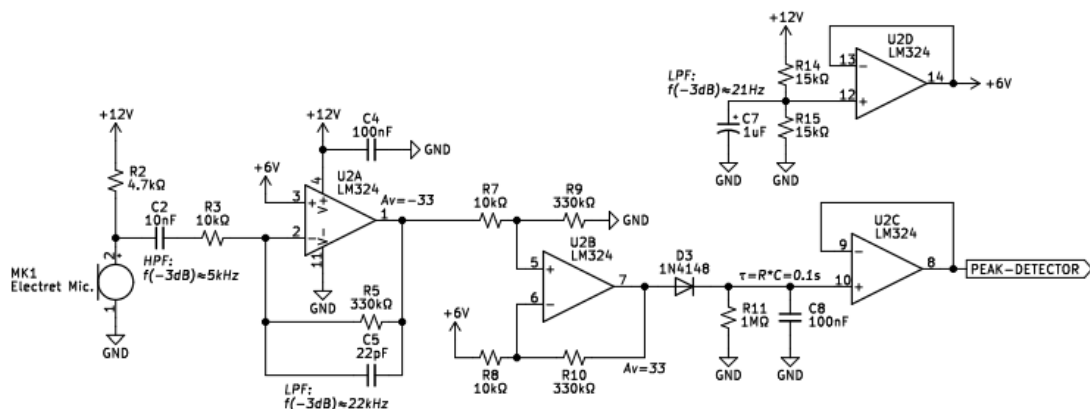
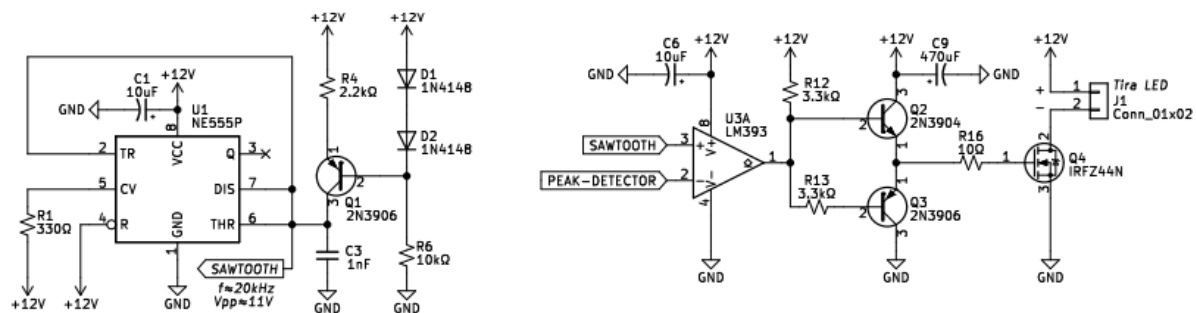
La primera bornera sirve para la entrada de nuestra fuente DC, que en este caso puede ser de 9V a 12 V



La segunda bornera y la tercera sirven para el modulo que se colocara, donde CN2 es la alimentación del módulo, y CN3 es las configuraciones para el sonido.

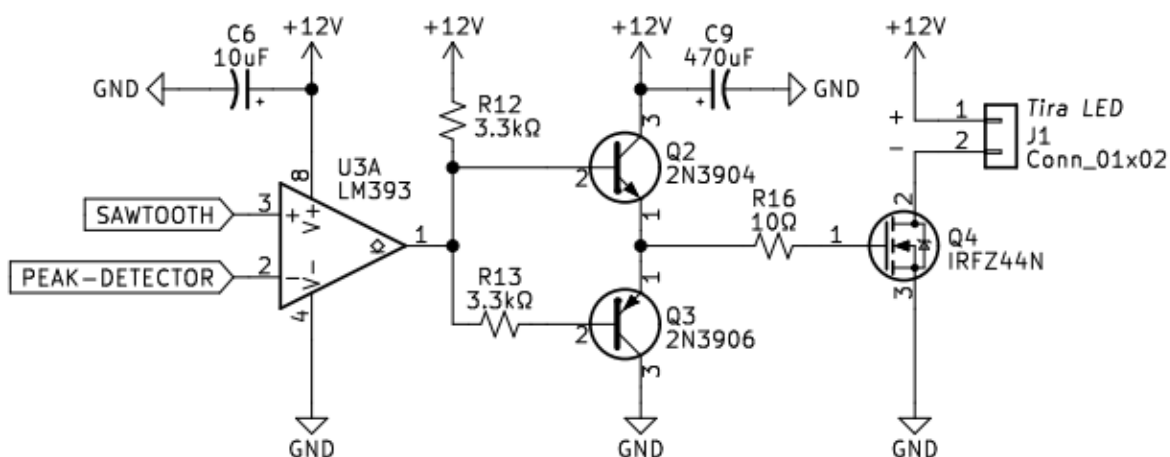
Controlador de Led al ritmo de la música, modo discoteca.

Circuito completo:

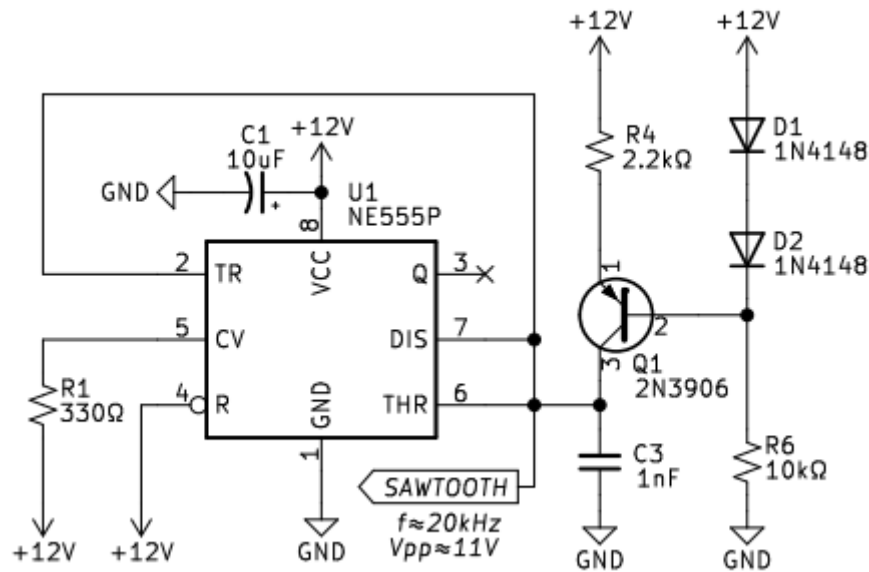


Por partes:

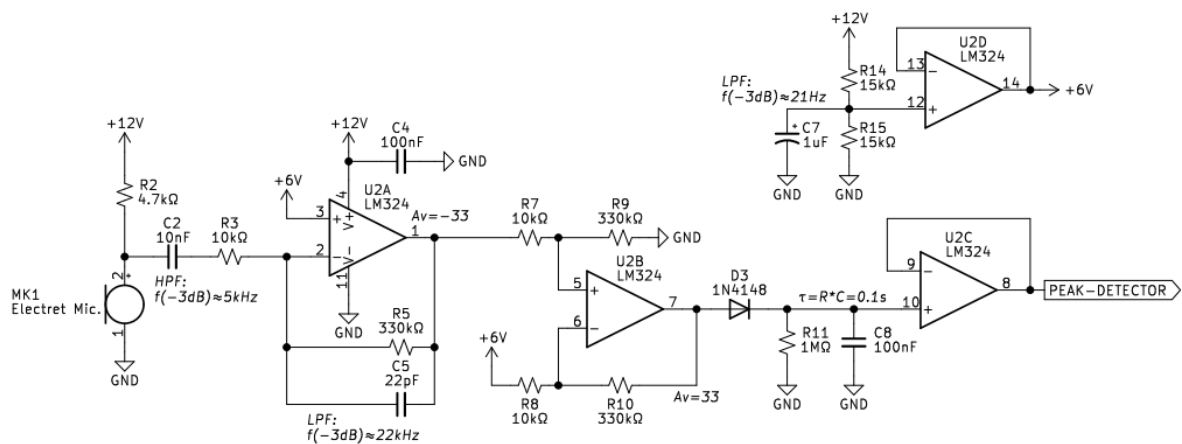
Comparador para generar la etapa PWM



generador de señal diente de sierra

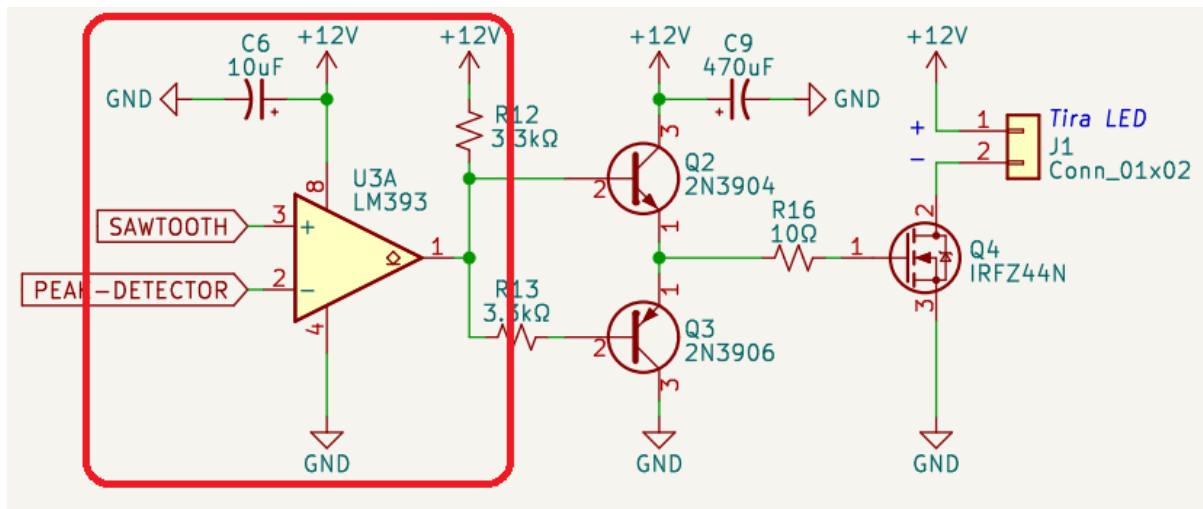


Preamplificador para micrófono electret, filtros, fuente de referencia y detector de picos

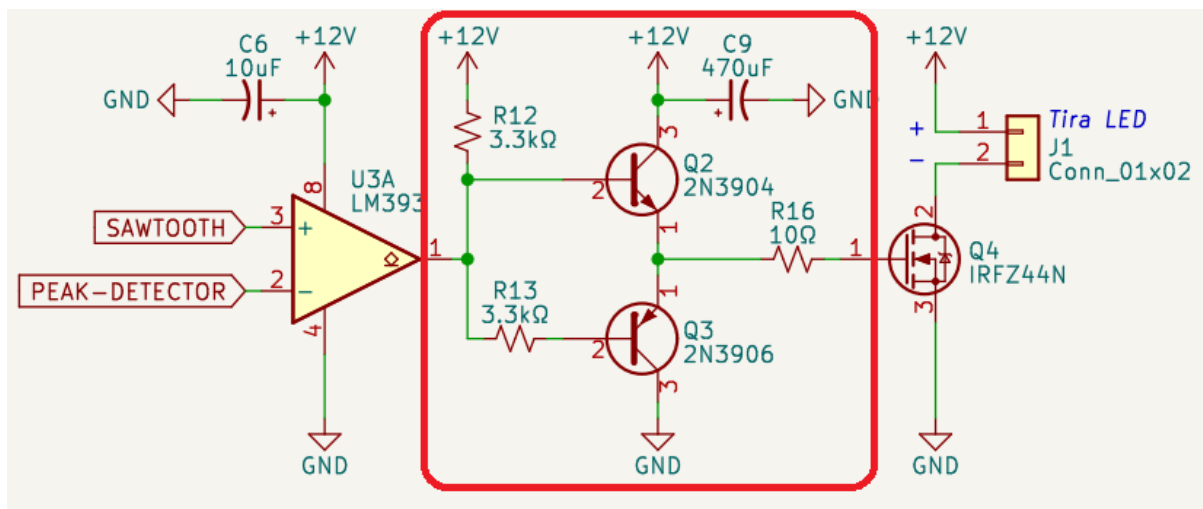


La idea principal es lograr un control de brillo suave y eficiente, así que el mosfet debería recibir una señal PWM para que según el ciclo de trabajo la señal pueda variar.

Esa señal en este caso se logro mediante un comparador LM393

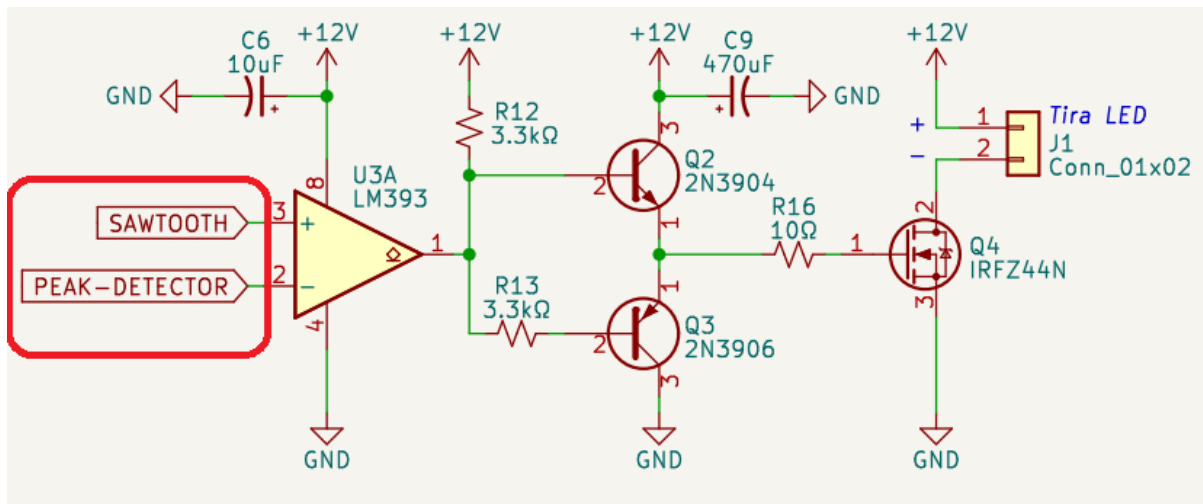


Que pasa primero por una etapa push pull realizada con BJT 3904 y 3906:

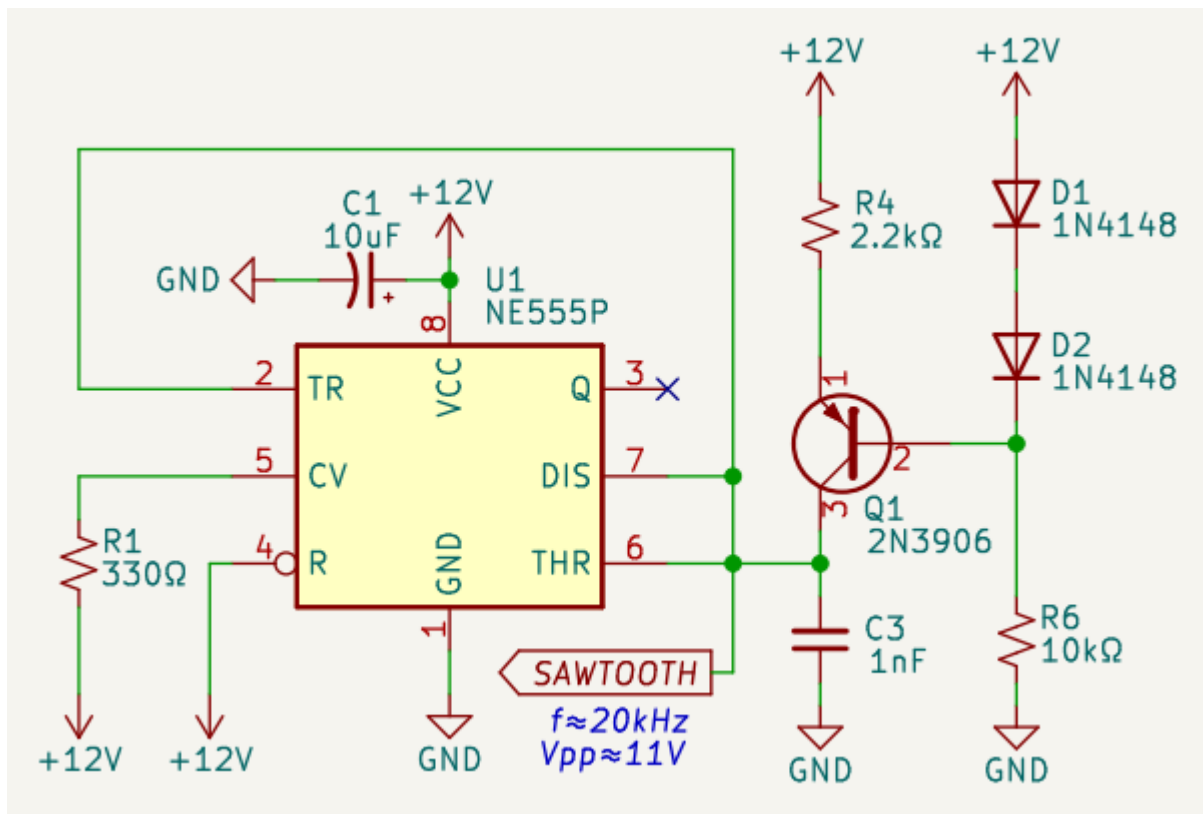


utilizada para que entregue corriente a la puerta del mosfet lo más rápido posible, para lograr tiempo de encendido y apagados bajos. También así evitamos que el mosfet este dentro de la zona óhmica y se produzcan perdidas innecesarias que serían perdidas por conmutación.

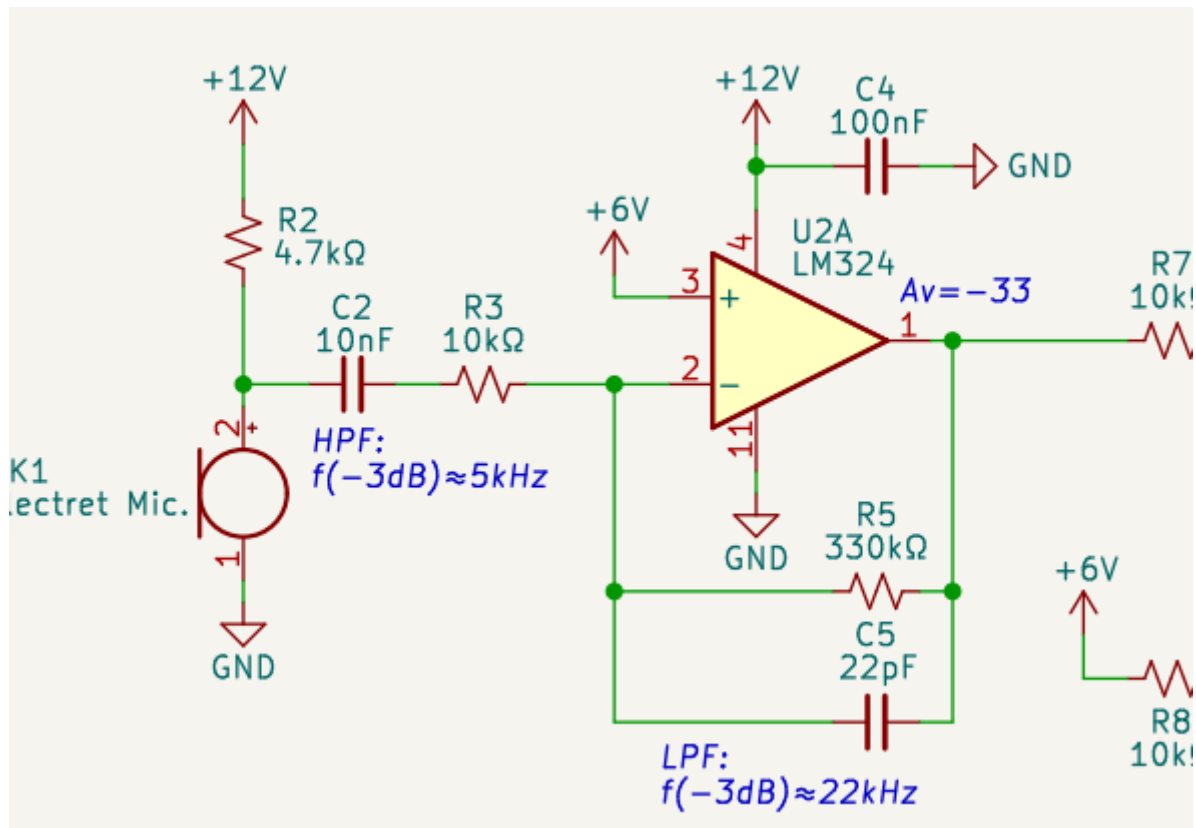
A las entradas del comparador se colocan dos señales muy importantes: Diente de cierra y detector de picos



La primera es el diente de cierra

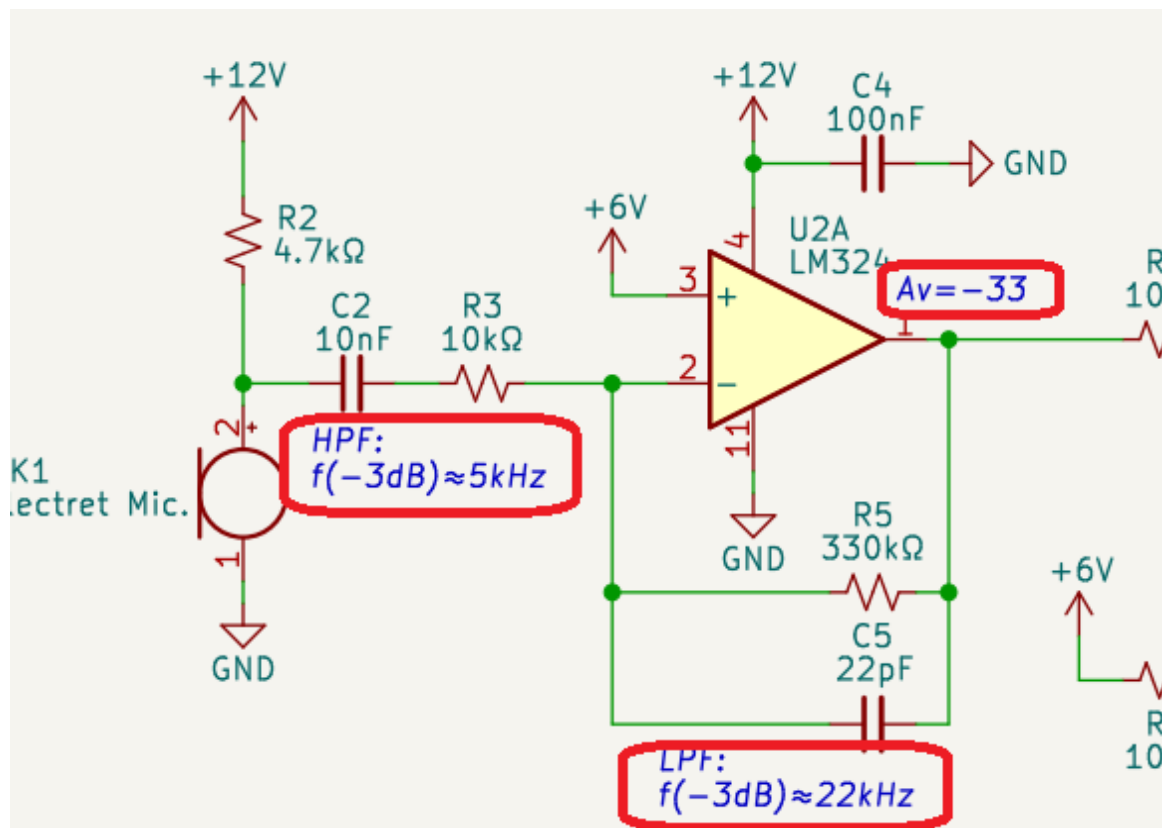


Que en este caso la producimos con un 555, La frecuencia que brinda esta señal determinara la frecuencia del PWM, en este caso utilizamos 20Khz ya que en las tiras led comerciales utilizan esta.

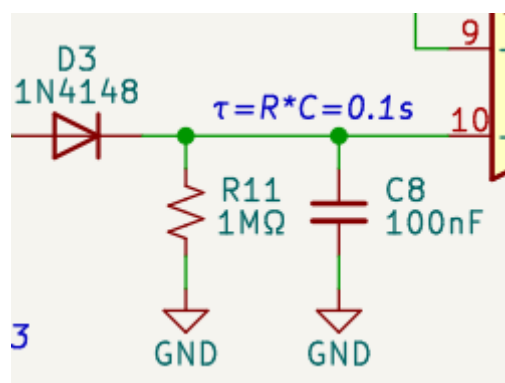


Bien esta etapa de aquí, sirve para amplificar la señal pico a pico que nos brinda el microfono, ya que en el peor de los casos entregaría 100mV por lo tanto aquí viene la función del LM324 que lo utilizamos como amplificador inversor que en esta particularidad entrega dos filtros uno pasa alta con una frecuencia de 5kHz y uno pasa baja con una frecuencia de corte de 22kHz, esto quiere decir que la señal que se amplifique estará en los medios y agudos yo decidí filtrar mejor los graves ya que siento que ensucian mucho el efecto.

La ganancia de banda media es de menos 33, en este punto se tiene una señal de mayor amplitud pero sigue siendo muy muy pequeña.



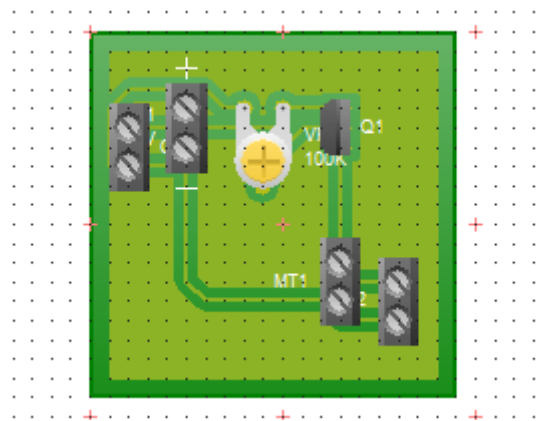
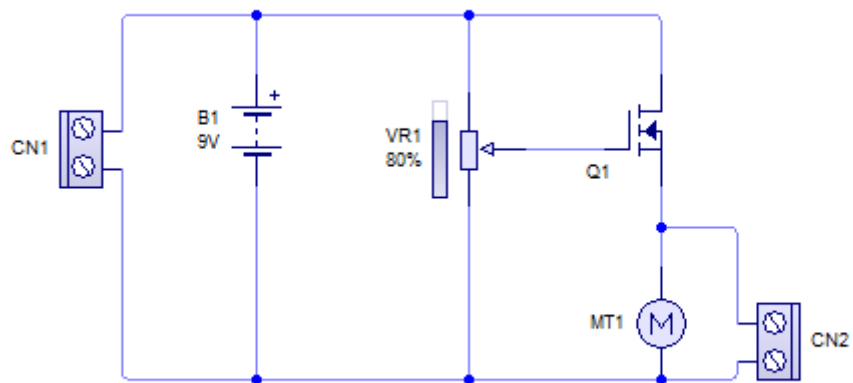
Detector de picos



El diodo bloquea la tensión que viene del amplificador diferencial si llega a hacer menor de la que se almacena en el capacitor en un pico de tensión anterior el tiempo en descargarse el capacitor depende del circuito RC en este caso, que será el mismo tiempo que tardará en deshacerse la luz. (esto puede variar en el proyecto final)

Aquí esto es lo que llega al comparador donde se aplican las dos señales de entradas, así controlamos el brillo usando como referencia la señal del microfono.

Variador de velocidad de motor con mosfet



La idea es la siguiente este circuito es medianamente sencillo pero es una de las funciones mas importantes del proyecto, la idea es lo siguiente, yo tengo un motor donde le puse luces led de esta manera:



Con una cúpula de estas:



Causar un efecto de discoteca de esta manera:



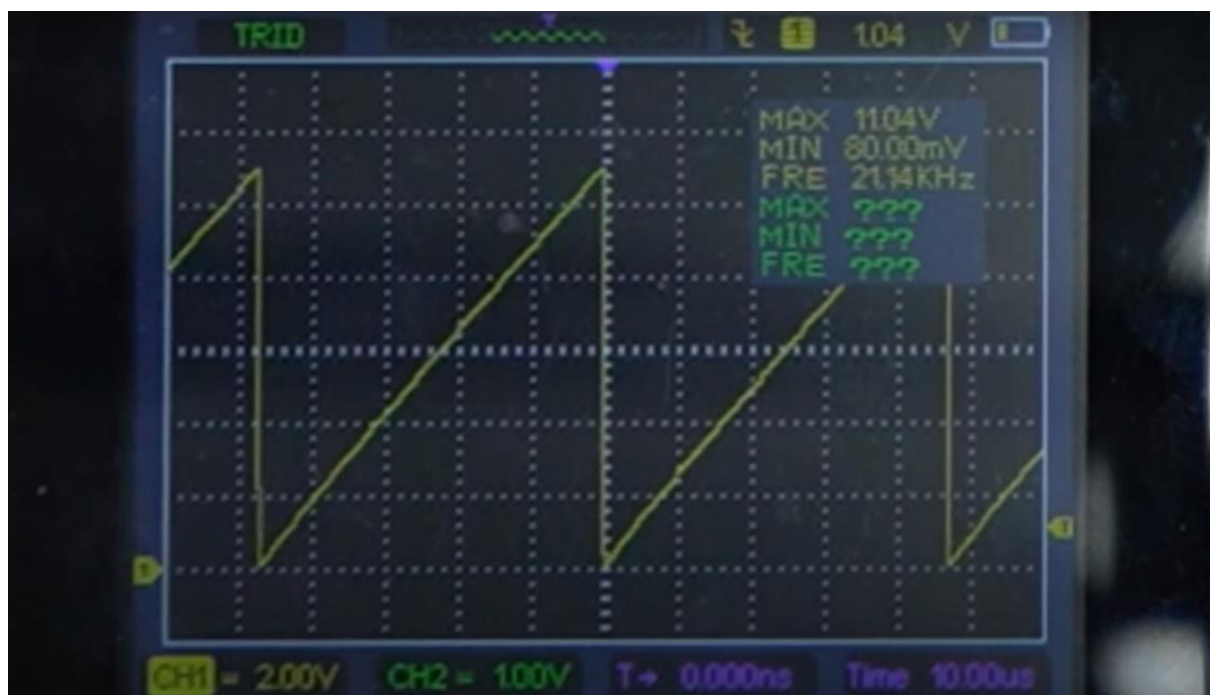
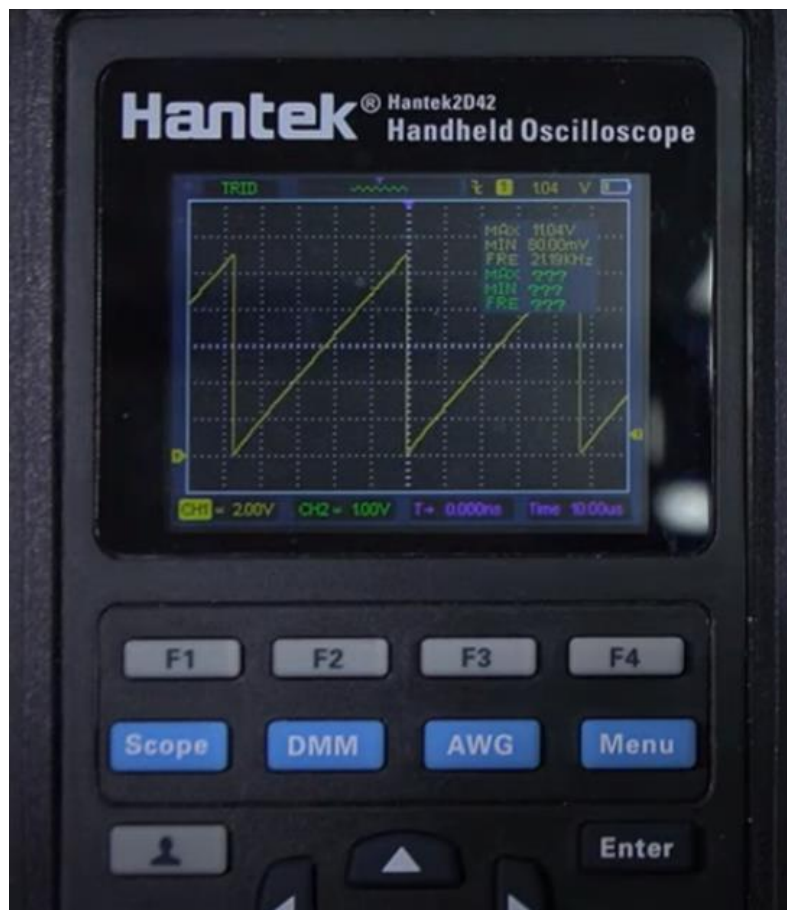
Con esta variación del motor podre girar y poner a la velocidad que yo quiera, que se vea el efecto que causaran los led, teniendo en cuenta que los led iran conectados al ritmo de la música.

Esto es mucho mas que un amplificador, esto es la fiesta en tus manos



Mediciones con osciloscopio:

Señal diente de cierra, resistor pin 5 del 555



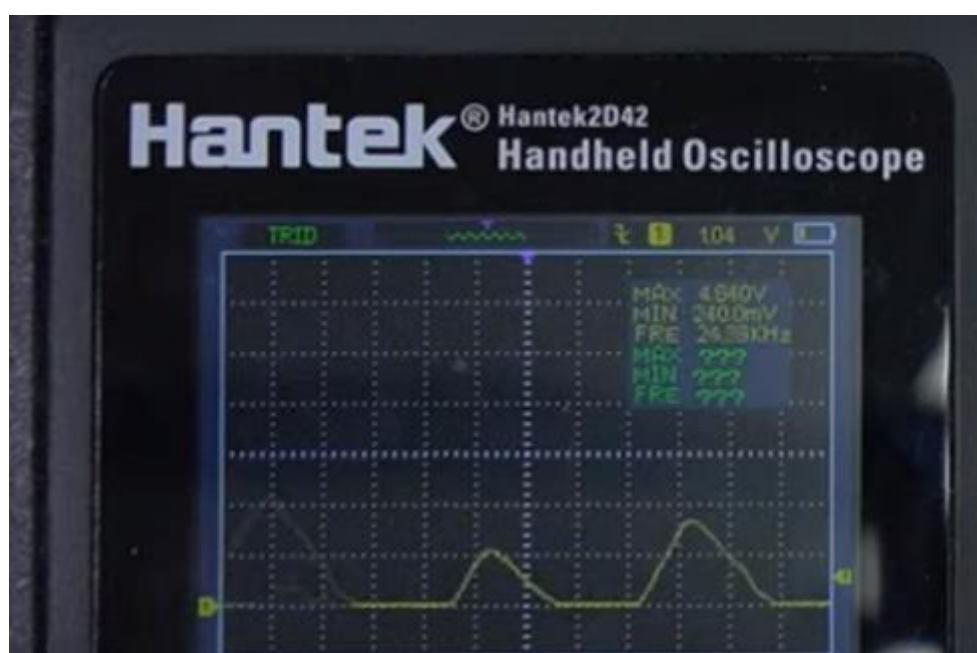
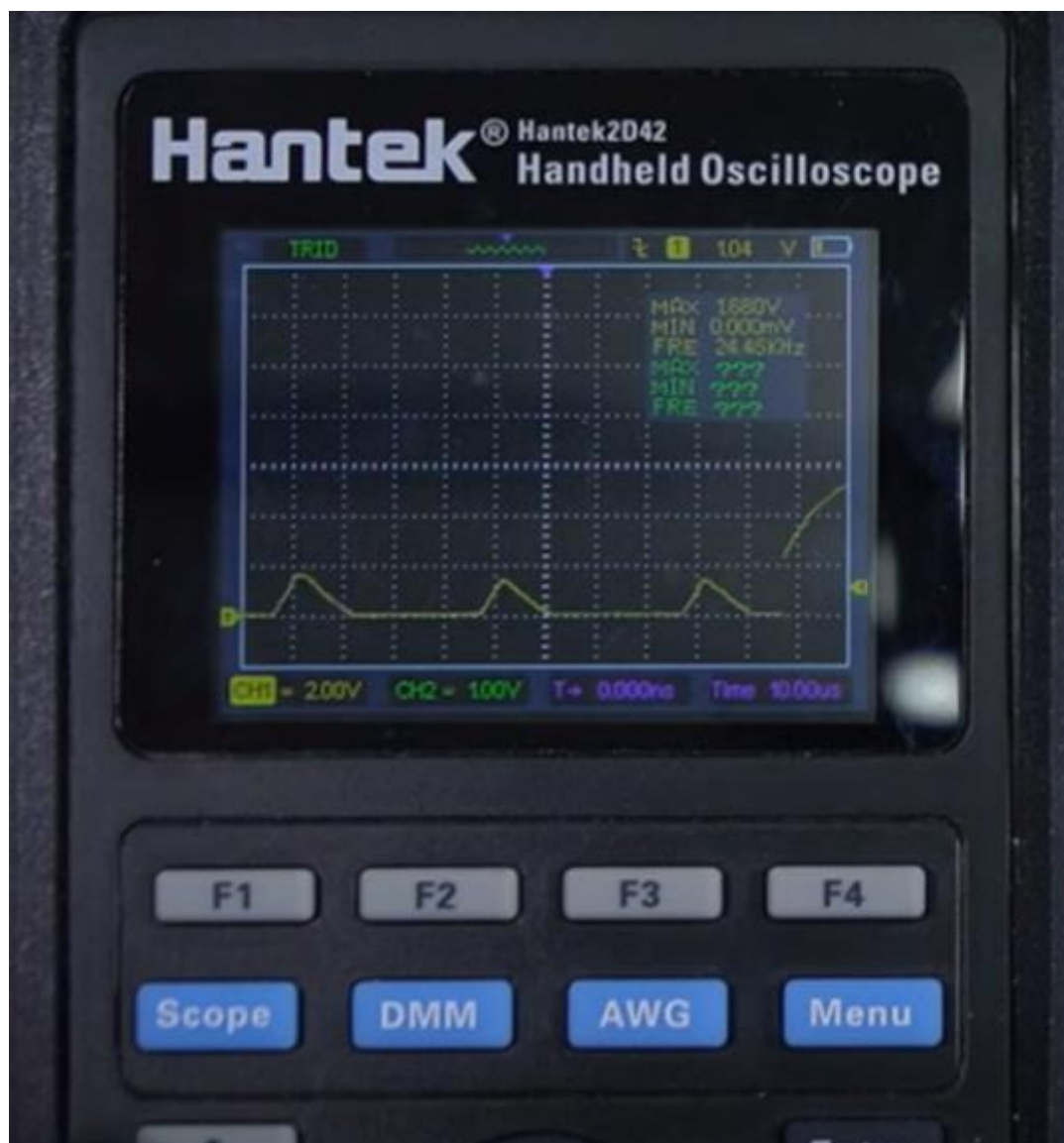
Sin resistor:



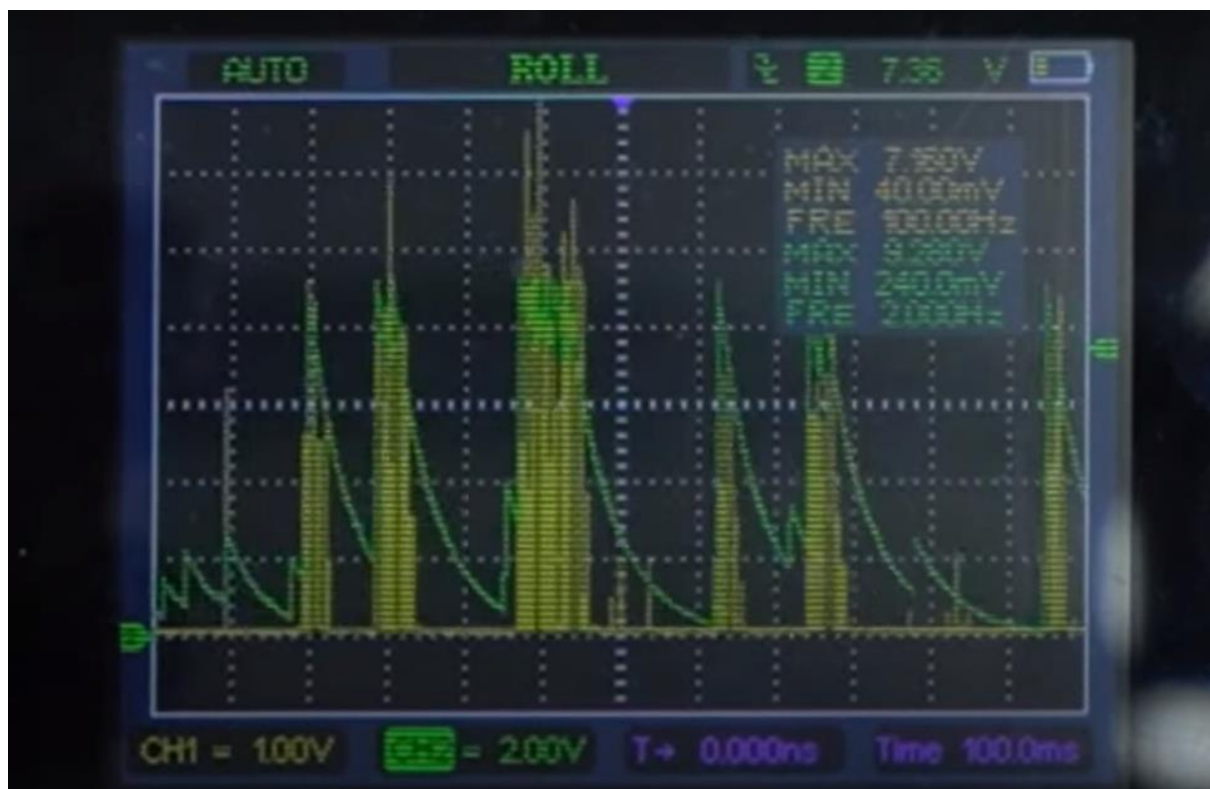
Señal primer filtro



Salida amplificador diferencial, rectificación de media onda:



Canal a, al detector de pico y canal B a la salida:



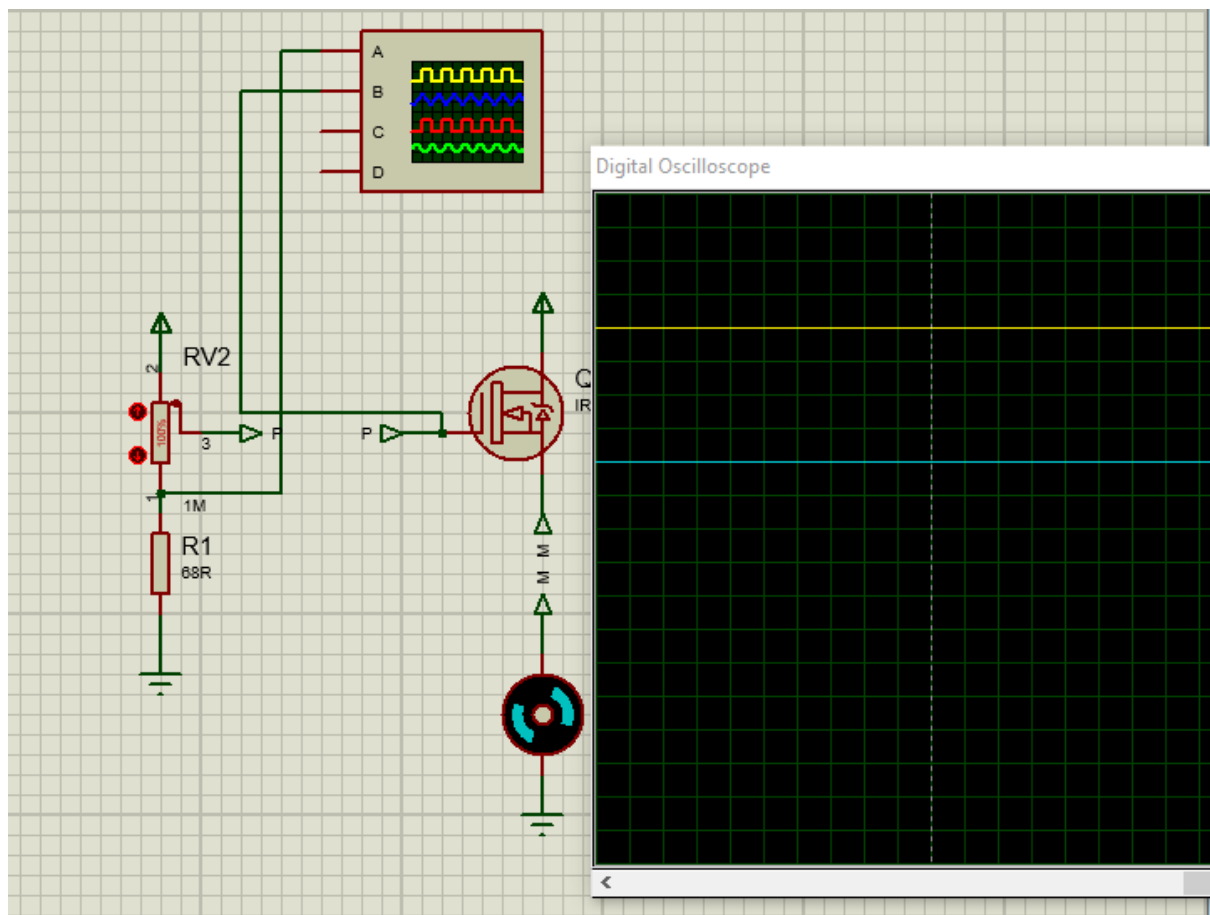
Señal Gate del mosfet



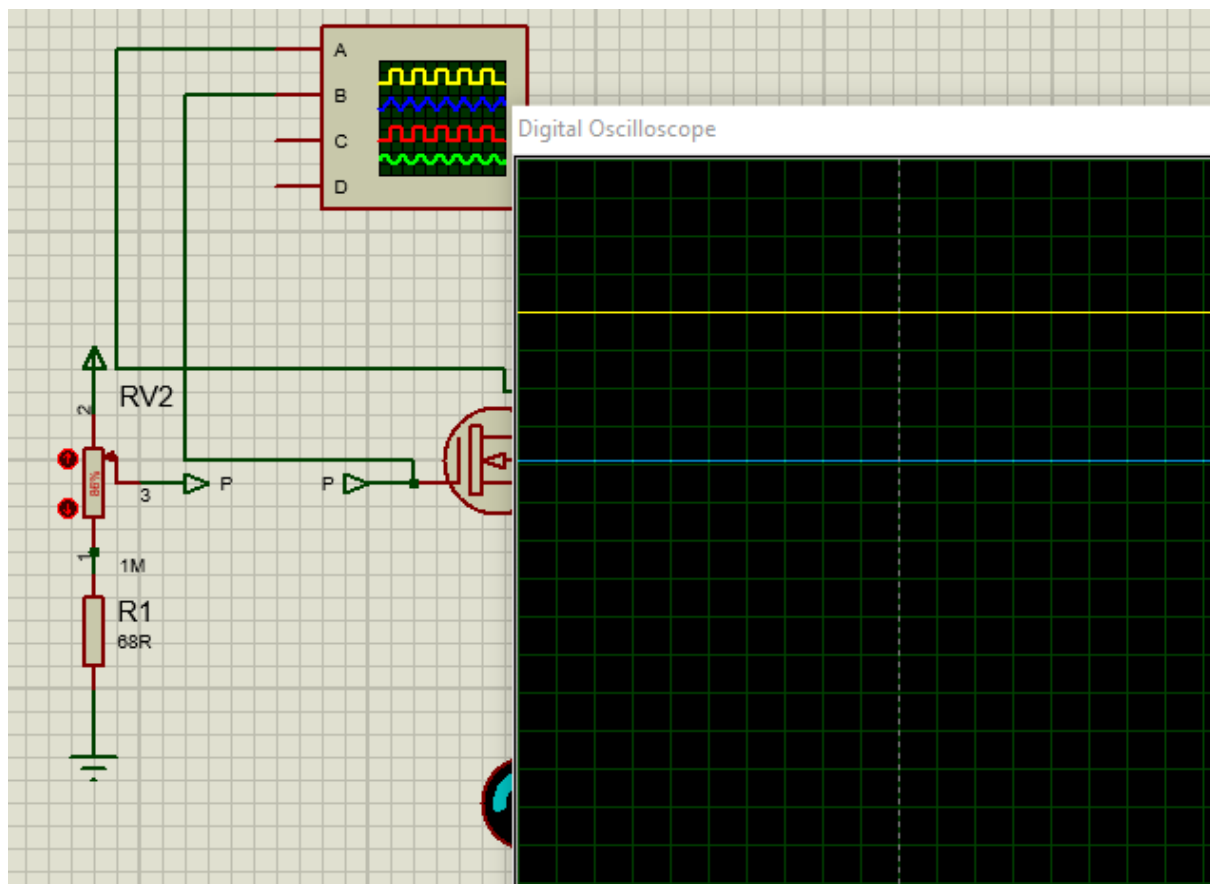
Conforme se habla el ciclo de trabajo va variando



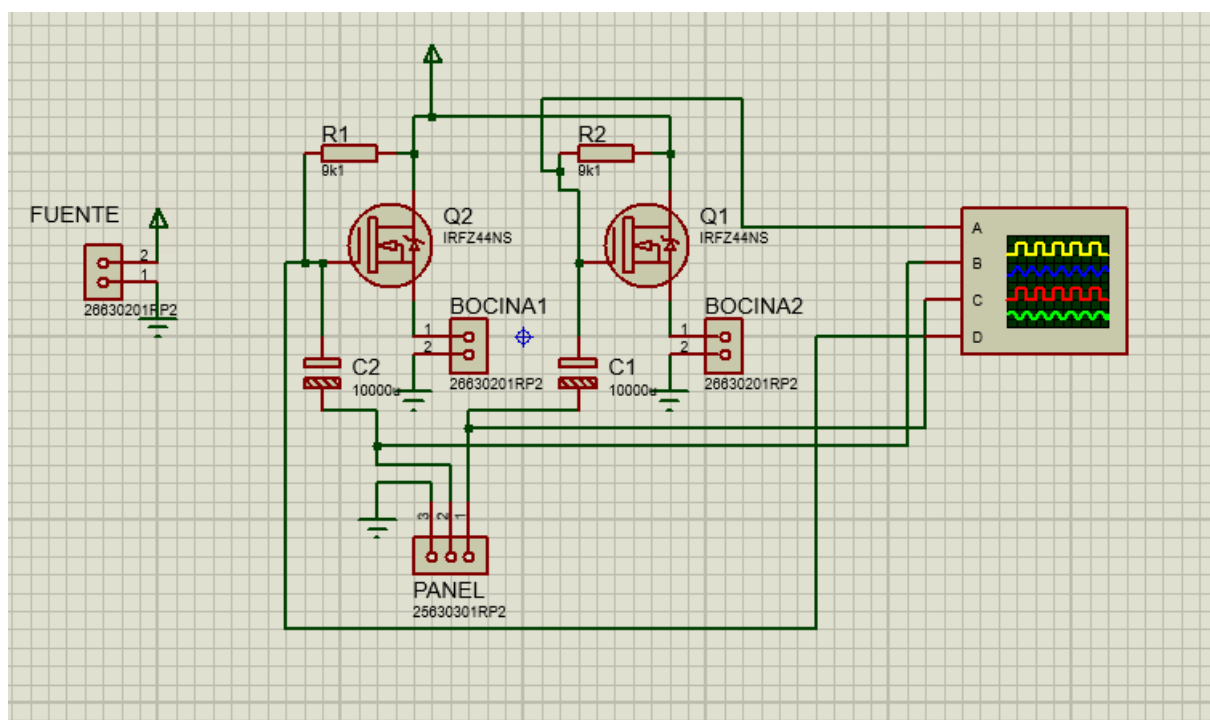
**Mediciones osciloscopio en proteus:
Gate del mosfet**



Gate y dream

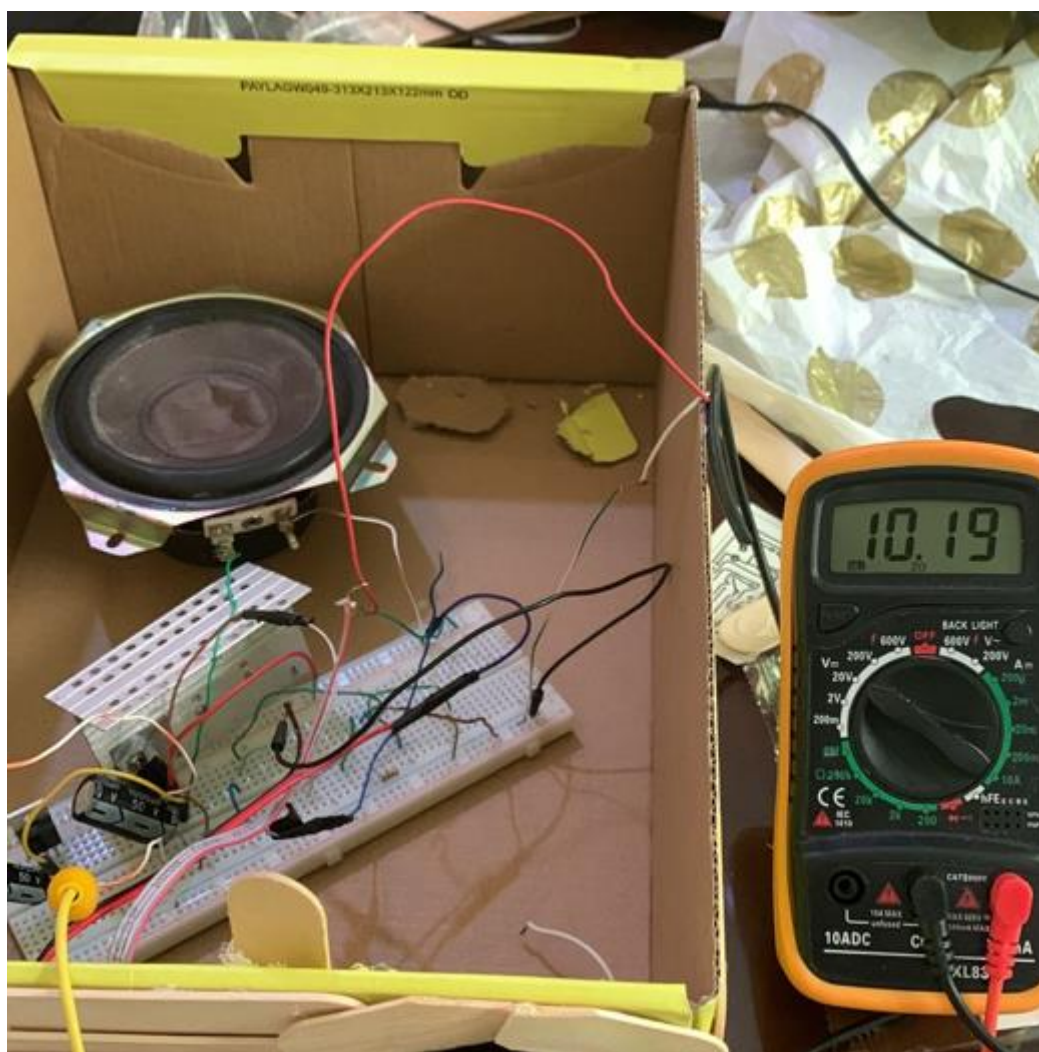


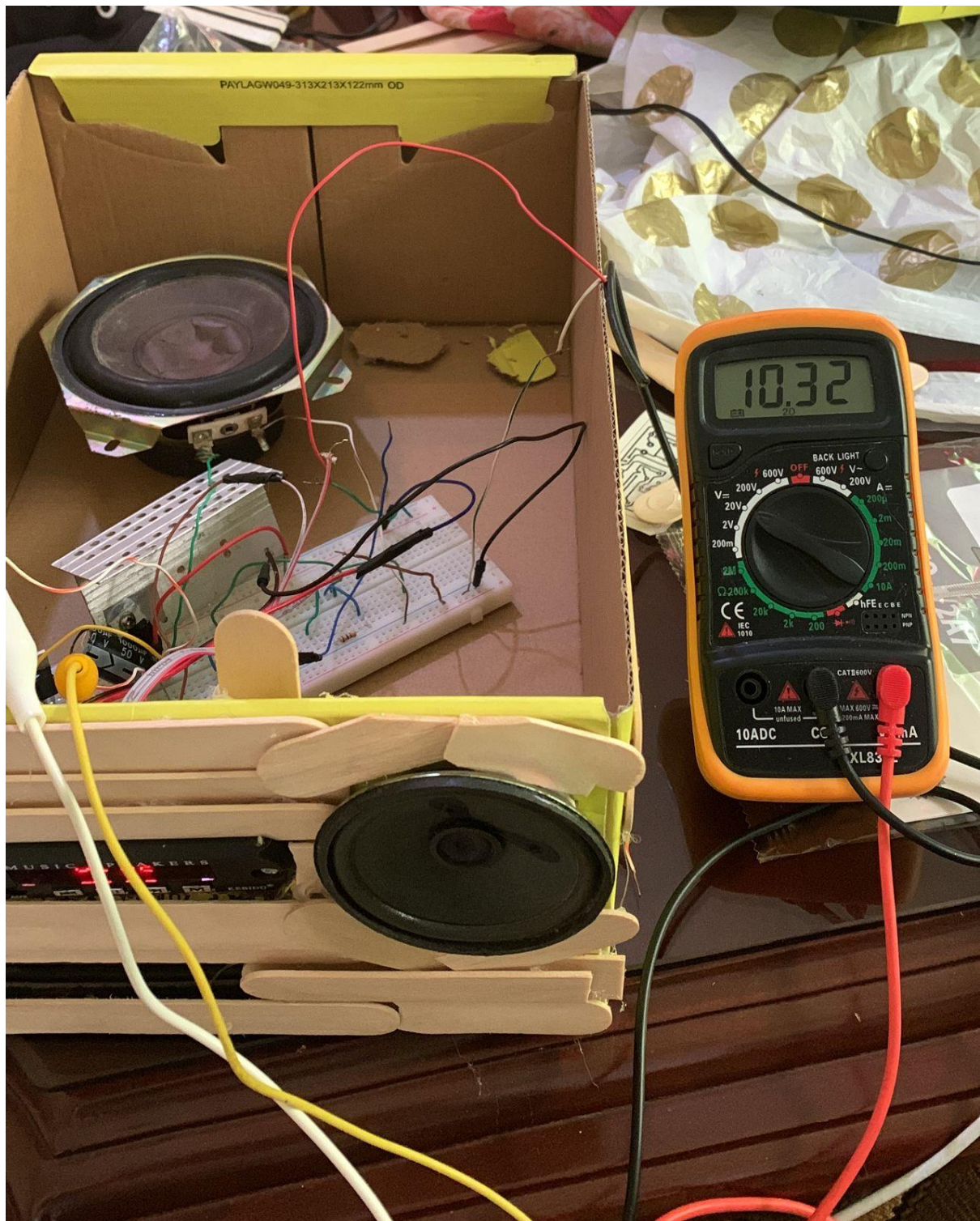
Medicion amplificador

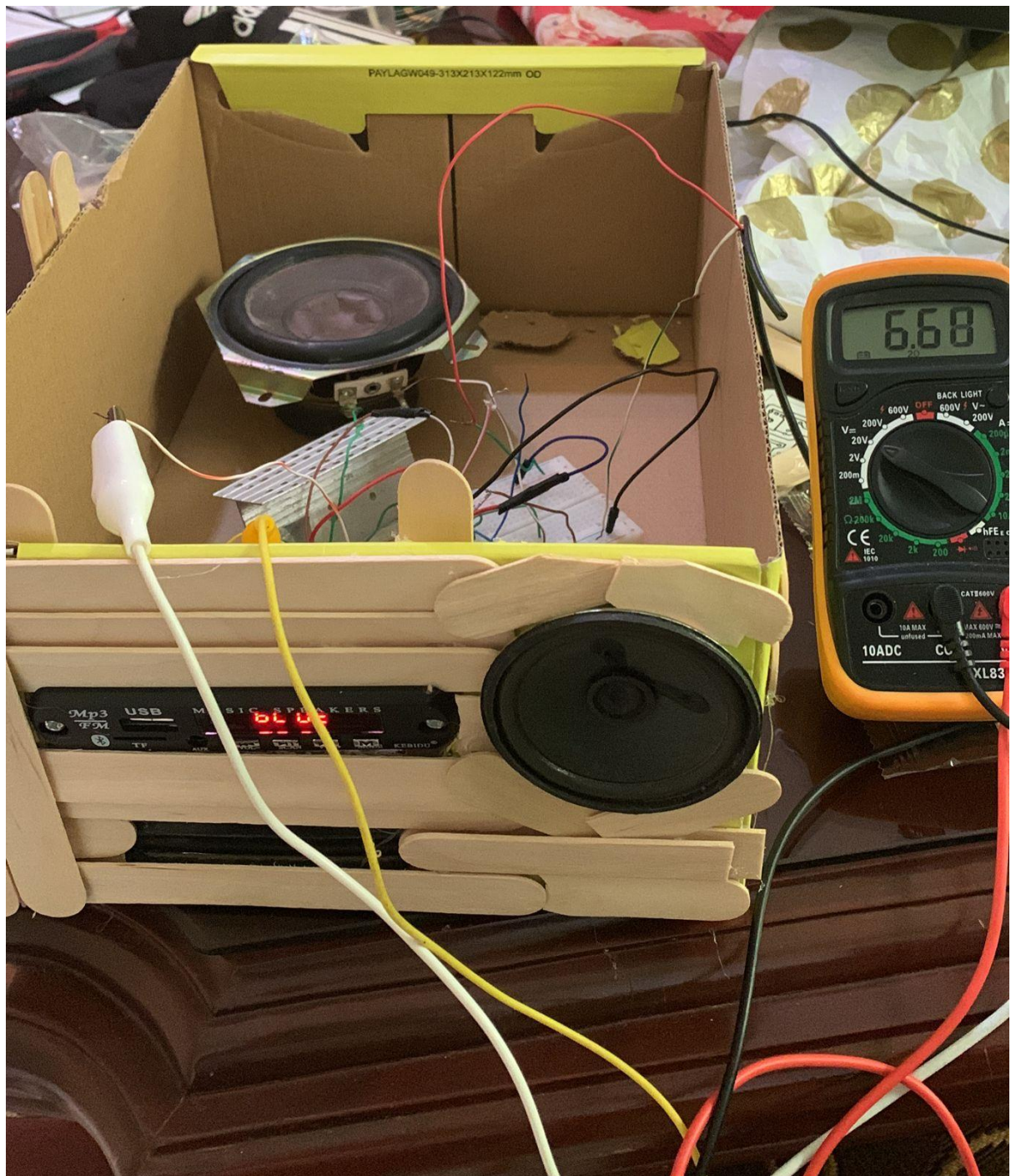


No es posible medirlo en el programa.

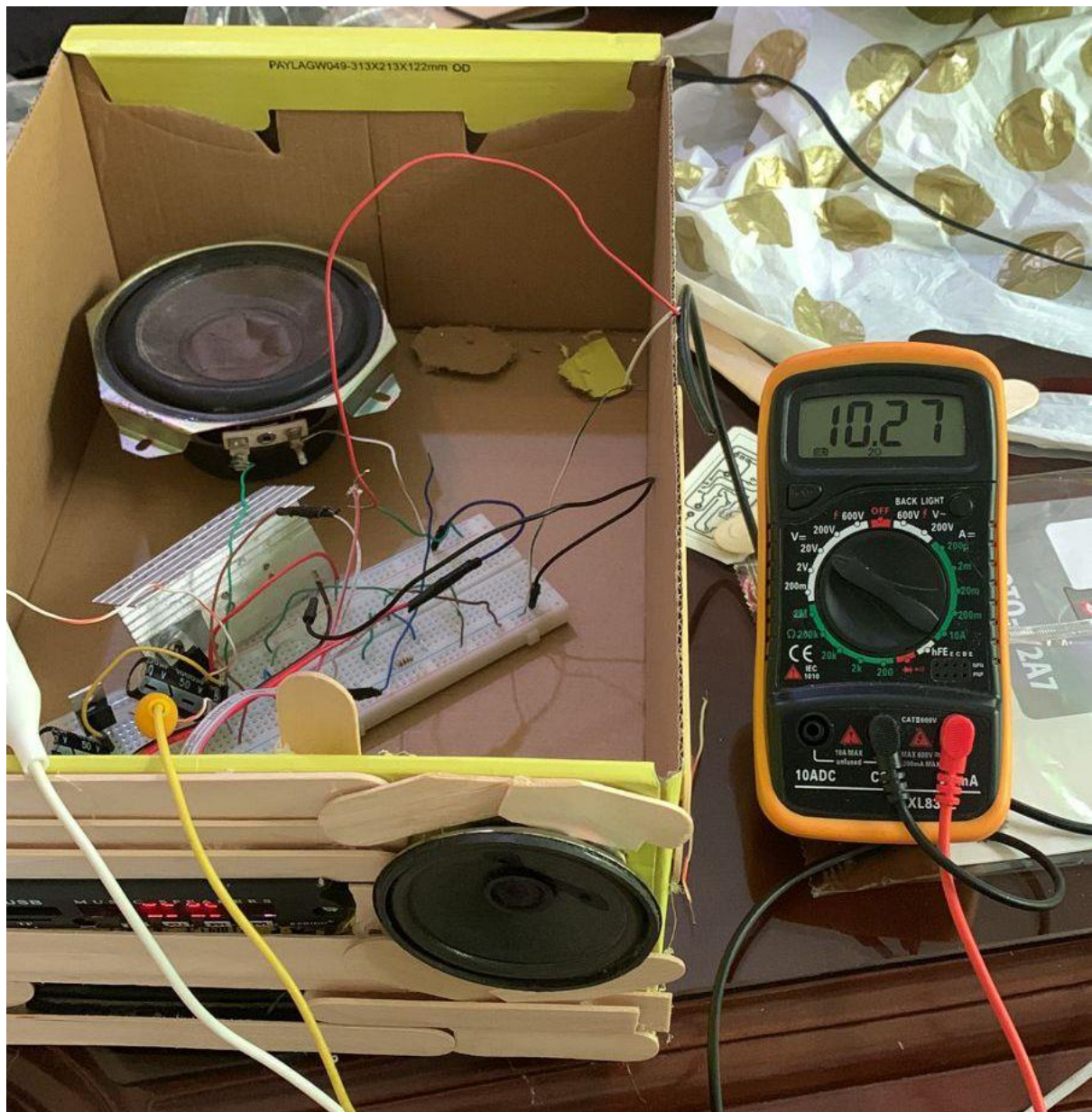
Mediciones en físico, gate, d, s:





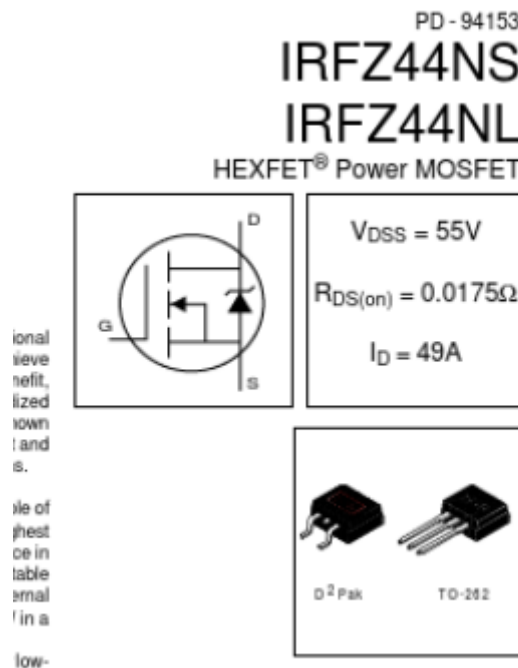








Bibliografía:



Conclusión:

En este trabajo presentamos lo que es nuestro proyecto para el segundo parcial de electrónica 2, donde nos damos cuenta que es posible combinar varias funciones con mosfet para crear un acabado con coherencia, entre los circuitos.