

Práctica 2

Circuito de Airbag

Objetivos

- Estudio de las características de los reguladores de baja caída de tensión
- Aplicaciones de los acelerómetros de estado sólido
- Diseño de un subsistema del automóvil

2.1 Diseño del circuito de alimentación

2.1.1 Estudio previo

1. ¿Cuál debe ser la tensión máxima del diodo zéner para no superar la tensión máxima permitida a la entrada del regulador U3?
2. La resistencia R17 limita la corriente máxima que puede circular a través de los diodos D1 y D2 cuando conduce el diodo zéner. ¿Cuál debe ser el valor mínimo R17 para que la corriente no supere 1 A al aplicar un transitorio a la entrada del circuito de alimentación de 30 V? Calcular el valor de R17 y D2 para que no se supere la potencia máxima disipada en ambos componentes al aplicar 24 V de forma permanente.
3. Calcular el valor de condensador C6 para que en caso de fallo de la alimentación de +12V la salida del regulador se pueda mantener a 5 V durante un tiempo mínimo de 100 ms, dentro del margen de temperaturas de 0°C a 70°C. Considerar que el consumo máximo de todo el circuito conectado a + 5V, para todo el margen de temperaturas, es

de 25 mA. Tener en cuenta el consumo propio del regulador de tensión (quiescent current), y la caída de tensión entrada salida mínima de funcionamiento.

4. ¿Cuál es el valor del condensador C7 recomendado por el fabricante para garantizar la estabilidad del regulador?

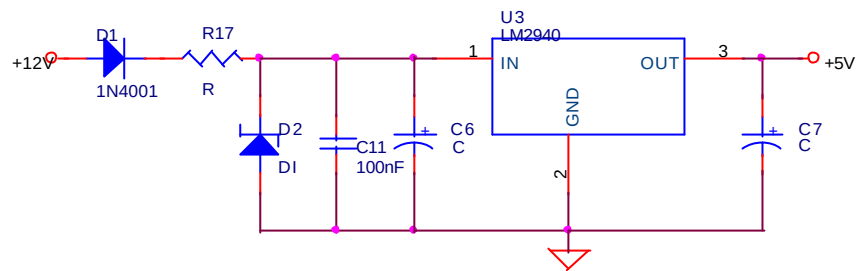


Figura 1 Circuito de regulación para la alimentación

2.1.2 Medidas sobre el circuito de alimentación

1. Uno de los inconvenientes de los reguladores de baja caída de tensión, es la poca capacidad de regulación frente a cambios bruscos en la carga o en la tensión de entrada. Medir la amplitud del transitorio de tensión cuando la carga del regulador pasa de 100 mA a 0 mA.
2. Con la misma carga de 100 mA, probar de desconectar el condensador C7, ¿qué efecto tiene sobre la tensión de salida?
3. Otro de los problemas graves de los reguladores de baja caída de tensión es que la corriente consumida por el propio regulador aumenta considerablemente cuando la diferencia de tensión entrada-salida disminuye. Por lo que no es válido para algunas aplicaciones de bajo consumo alimentadas a baterías.
Medir la corriente del regulador con una carga de 0,1 A y diferentes tensiones de entrada (12 V, 10 V, 7 V, 6 V y 5,5 V). Para realizar esta medida conectar la entrada del regulador directamente a fuente de alimentación sin el circuito de protección.
4. Comprobar que la tensión de salida del regulador se mantiene durante al menos 100 ms al desconectar la alimentación de 12 V, con una carga de 25 mA.

2.2 Diseño del circuito del acelerómetro

2.2.1 Estudio previo

La medida de aceleración se realizará con un sensor de Analog Devices (ADXL202) de 2 ejes. El dispositivo contiene una estructura de polisilicio micromecanizada que actúa como elemento sensor de dos ejes, y el circuito de acondicionamiento de señal para los dos ejes, integrados en el mismo sustrato. Cada eje dispone de dos salidas, una analógica y otra digital modulada en anchura de pulso. El margen de medida del sensor es de $\pm 2g$ ($1 g = 9,8 \text{ m/s}^2$) y tiene respuesta en continua

1. ¿Cuál es la sensibilidad nominal del acelerómetro para cada uno de los ejes en la salida analógica y digital?
2. ¿Cuál es el error máximo de ganancia y cero del acelerómetro en los márgenes de temperatura de trabajo (0°C a 70°C) y (-40°C a 85°C)?
3. ¿Si se aplica una aceleración de $1 g$ ($1 g = 9,8 \text{ m/s}^2$) en un eje, que error máximo provoca en la aceleración medida en el eje ortogonal (sensibilidad cruzada)?
4. Calcular $C4$ y $C5$ para que la frecuencia de corte paso bajo en las salidas X_{FILT} y Y_{FILT} sea de 500 Hz
5. Calcular $R6$ para que las salidas digitales X_{OUT} y Y_{OUT} tengan una frecuencia nominal de 1 kHz .
6. ¿Qué error máximo provoca el ruido de pico a pico del sensor para el 99,73% del tiempo?

2.2.2 Medidas con el acelerómetro

Montar el circuito de la figura 2.

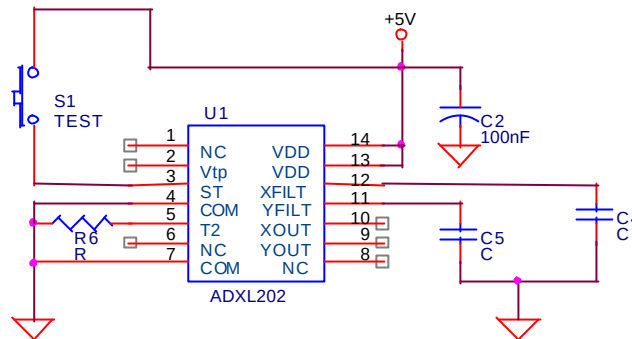


Figura 2. Circuito de prueba para el acelerómetro

7. Medir la salida del acelerómetro, X_{FILT} y Y_{FILT} , cuando $a_x=0$ y $a_y=0$. ¿Cuál es el error de cero, en g, del acelerómetro para cada uno de los ejes?
8. Medir la salida del acelerómetro, X_{FILT} y Y_{FILT} , cuando $a_x=1$ g y $a_y=1$ g. ¿Cuánto vale la sensibilidad el acelerómetro para cada uno de los ejes y la sensibilidad cruzada?
9. Observar las salidas digitales del acelerómetro, X_{OUT} y Y_{OUT} , con un osciloscopio de dos canales. ¿Cuál es la sensibilidad para esta salida para cada uno de los canales?
10. El acelerómetro empleado dispone de una terminal de autotest para verificar el correcto funcionamiento. Al conectar el terminal ST a +5 V se aplica una fuerza electrostática sobre la parte móvil del acelerómetro que simula una aceleración de 0,8 g.
Medir en las dos salidas, X_{FILT} y Y_{FILT} , el cambio de tensión al activar el autotest.

2.3 Diseño del circuito de control del airbag

2.3.1 Descripción del circuito

El disparo del airbag se deberá producir cuando exista una colisión del vehículo sobre el que esta montado. Para evitar falsos disparos se debe comprobar además de la aceleración la velocidad o el cambio de velocidad que experimenta el vehículo. Por tanto, se tiene que cumplir de forma simultánea que la deceleración supere un valor umbral (a_{th}) y la velocidad experimente un cambio negativo superior a V_{th} en un tiempo inferior a t_d .

En la figura 3 se muestra el diagrama de bloques, y en la figura 4 el esquema, para el circuito de control del airbag basado en las condiciones anteriores. El filtro paso alto que se ha incluido después del acelerómetro tiene dos funciones: evita que se sature el integrador con los errores de cero del acelerómetro y hace insensible el circuito de disparo a cambios lentos de velocidad y aceleración. La señal de aceleración se compara con un umbral a_{th} mediante un comparador con histéresis y para evitar múltiples cambios de estado a la salida del comparador se ha añadido un monoestable que mantiene la salida activada durante un tiempo t_d prefijado. La velocidad (en este caso el cambio de velocidad porque la señal ha sido filtrada paso alto previamente) se obtiene mediante un integrador y se compara con un umbral V_{th} . Si la salida del monoestable está activada y la salida del comparador se activa durante el tiempo t_d a la salida de la puerta AND aparecerá un pulso que activará el circuito de disparo del Flash

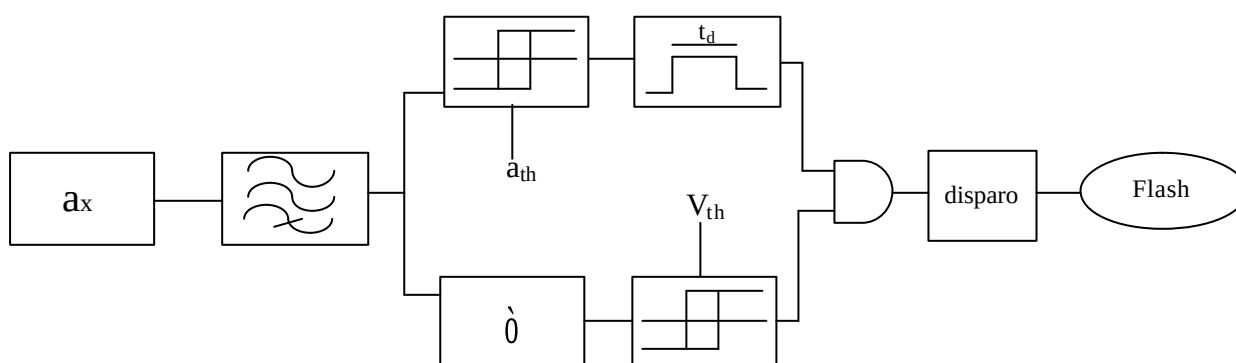


Figura 3. Diagrama de bloques del circuito de acondicionamiento y disparo del airbag.

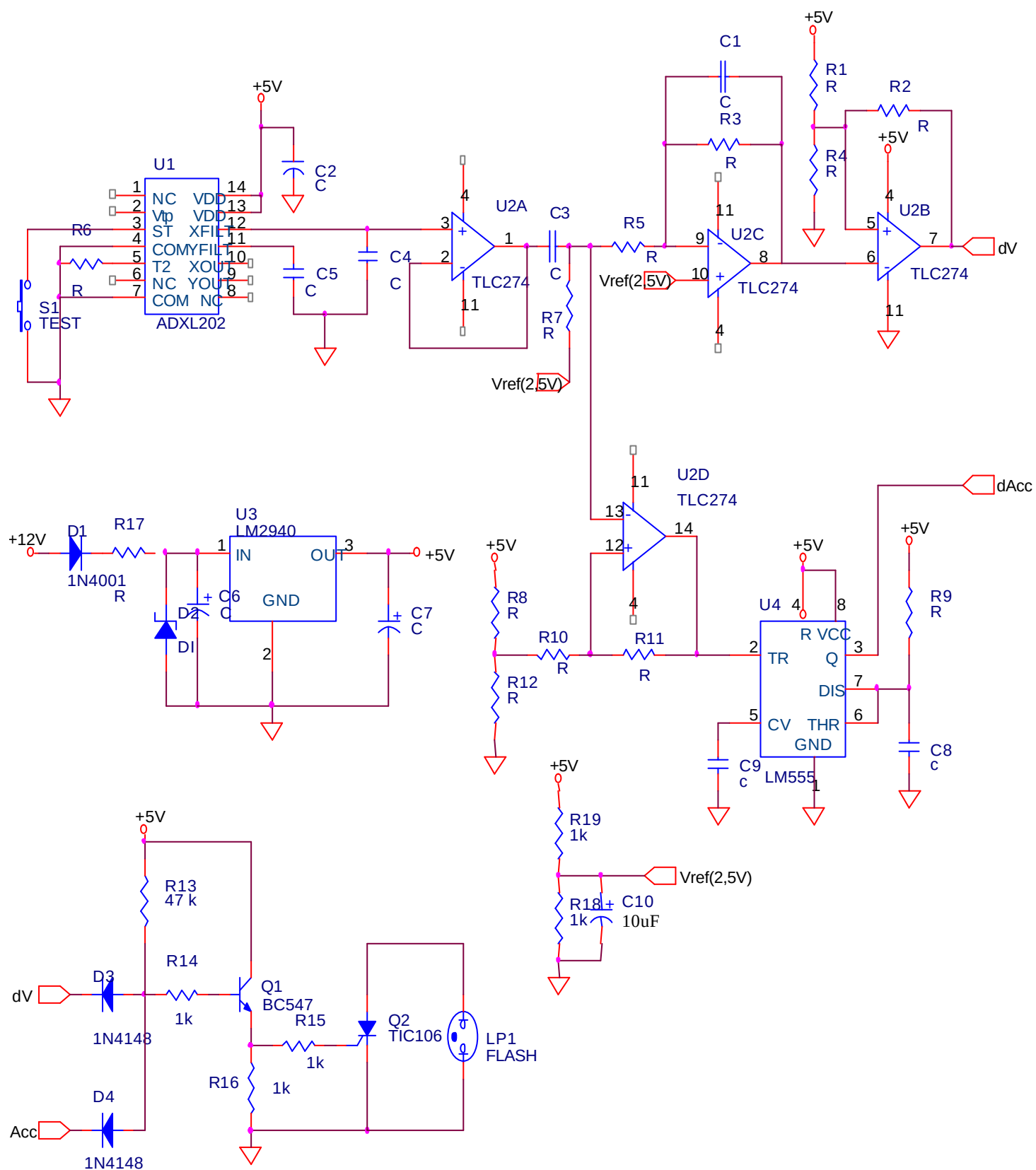


Figura 4. Esquema del circuito de acondicionamiento y disparo del airbag.

2.3.2 Estudio previo del circuito de airbag

1. Calcular los valores $U2D$, $R8$, $R12$ y $R11$ para que cuando se produzca una deceleración superior a 1 m/s^2 (a_{th}) cambie la salida del compardor. Considerar una amplitud del ciclo de histéresis del 1%.

El circuito integrador está formado por $R3$, $R5$, $C1$ y $U2b$. La resistencia $R3$ limita la ganancia en continua del integrador para evitar que se sature con los errores de continua del amplificador operacional.

2. Calcular los valores de $R3$, $R5$, $C1$ y $U2b$ para que la ganancia en continua del circuito sea 100 y la frecuencia de corte 10 Hz. Calculara los valores del circuito de comparación formado por $R2, R1, R4$ y $U2C$ para que su salida cambie cuando un cambio de velocidad superior a $0,5 \text{ m/s}$ (V_{th}) en un tiempo inferior a 40 ms (t_d). Tener en cuenta la ganancia del integrador y del filtro paso alto, y la sensibilidad del acelerómetro.
3. Diseñar el filtro paso alto $C3, R7$ para una frecuencia de corte de 10 Hz y el monoestable $U4, R9, C8$ con un periodo de 40 ms.

2.3.3 Medidas sobre el circuito completo

Montar el circuito completo. Es recomendable probar por separado cada uno de los circuitos antes de la prueba final. Para ello se puede utilizar el generador de funciones en lugar del acelerómetro. Una vez comprobado el funcionamiento mover el circuito sobre la mesa la mesa del laboratorio y detenerlo bruscamente para simular una colisión. Para no dañar los acelerómetros se recomienda no golpear la placa contra una superficie rígida, ya que la aceleración que experimenta el componente puede ser superior al valor máximo de rotura (1000 g).