

1. Inverter Monofásico - Medio Puente

1.1. MOS Gate Driver

1.1.1. Cálculo de C_{BOOT}

Para el cálculo de C_{BOOT} , se utiliza la ecuación aproximada de acuerdo a la nota de aplicación AN-978 de International Rectifier:

$$C_{BOOT} >> \frac{4 \cdot Q_G + 10nC}{V_{CC} - 0.7V}$$

Donde en este caso $V_{CC} = 15V$. Para obtener el Q_G (gate charge) del transistor, se procede a medir la V_{gsIO} en el tiempo de encendido, obteniendo un valor $V_{gsIO} = 6.5V$.

En la hoja de datos (Infineon Technologies, Página 7, Gráfico 12), se ingresa a la curva de $V_{GS}(Q_G)$, y se obtiene el diferencial de carga Q_G buscado. Con estos datos, se calcula el mínimo valor para C_{BOOT} , resultando:

$$C_{BOOT} = 7nF$$

1.1.2. Análisis Diodo D_1

Midiendo sobre el diodo D_1 (RFN1L6S), la tensión máxima en inversa es de 100V. Es decir, la tensión del nodo A más la fuente de alimentación V3 (15V) cuando se enciende el transistor M1. Según el fabricante, el diodo en cuestión soporta en inversa hasta 600V, por lo que está dentro del margen permitido.

1.1.3. UVLO: Under Voltage Lock Out

Si la tensión de alimentación cae por debajo de cierto límite, quedando cerca de la tensión de threshold del MOS, podría ocasionar un funcionamiento errático ó incertidumbre en si encenderá o no el transistor.

La función de UVLO monitorea la tensión de alimentación del integrado. Si ésta cae por debajo de 6.15V (de acuerdo al fabricante), los pines BG y TG se conectan a GND, de manera tal que se apagan los dos transistores, evitando el comportamiento indefinido.

Por ejemplo, si debido al comportamiento indefinido se encendieran ambos transistores a la vez, se produciría una falla de Shoot Through (que se revisa en el siguiente inciso), que puede ser evitada gracias a esta función.

1.1.4. Shoot Through

El Shoot Through es una falla que consiste en que ambos transistores se enciendan simultáneamente, provocando un cortocircuito en la alimentación y su posterior destrucción. Para evitar esto, por un lado, el integrado mantiene las salidas de control en fase con el mismo tiempo de propagación, para evitar diferencias de tiempo en el encendido de los transistores. Y por otra parte, se deja un tiempo muerto entre el encendido de ambos transistores. Para ello se utiliza para cada transistor un duty menor al 50 %.

1.2. Medio Puente - Modulación Cuadrada

1.2.1. Análisis de C_2 y C_3 - Circulación de corrientes

En el nodo entre C_2 y C_3 , se pone una tensión fija correspondiente a $\frac{V_d}{2}$, en este caso son 50V. La circulación de corrientes en los capacitores, tomando el sentido indicado en la figura, se muestran a continuación.

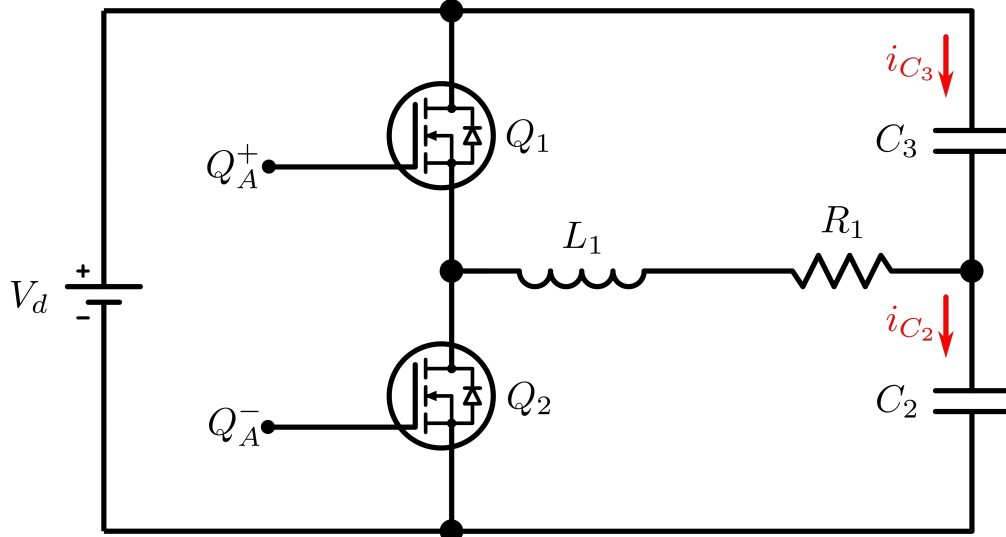


Figura 1: Inverter Monofásico

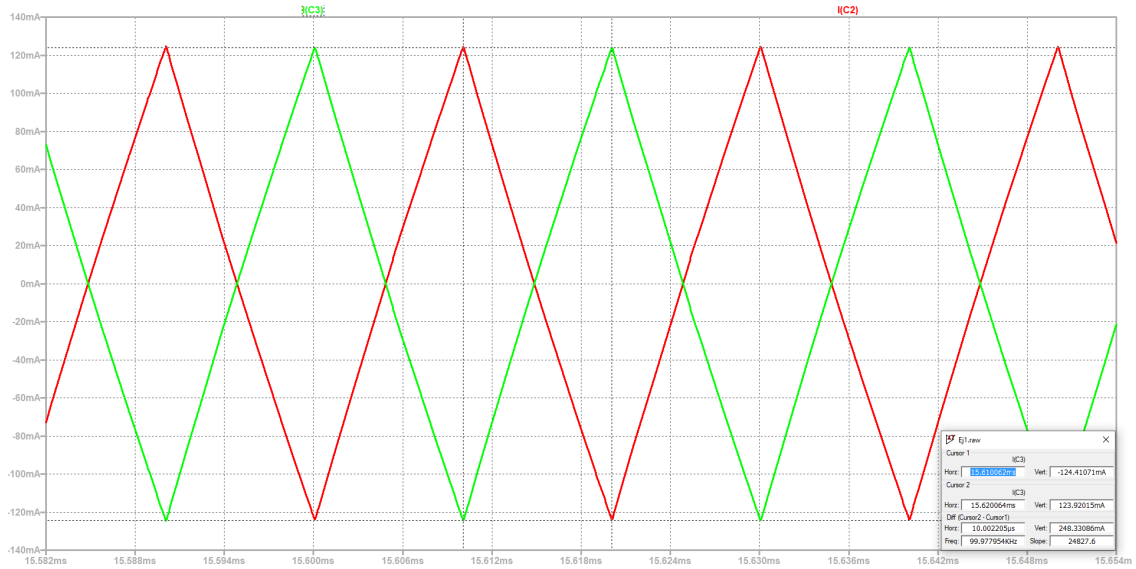


Figura 2: Circulación de corrientes por los capacitores

Cuando se enciende Q_1 , la corriente circula a través de éste, por el conjunto $L_1 - R_1$ y por C_2 cargándolo positivamente, mientras que C_3 carga negativamente. Cuando se apaga Q_1 y se enciende Q_2 , ocurre lo opuesto: ahora C_2 se carga negativamente y C_3 positivamente, manteniendo el valor medio de la corriente de ambos capacitores en 0, y la tensión prácticamente constante en ambos. La corriente en este caso circula a través de C_3 , por el conjunto $L_1 - R_1$ y por Q_2 .

A partir de lo anterior, a través de los diodos intrínsecos de los transistores no se tiene circulación de corriente estacionaria.

De la teoría, la expresión de la Serie de Fourier para una señal cuadrada con simetría impar que oscila entre -A y A es:

$$x(t) \approx \sum_{k \in \mathbb{Z}(\text{impar})} X_k \cdot e^{ik\omega_0 t} = \sum_{k \in \mathbb{Z}(\text{impar})} \frac{2A}{ik\pi} \cdot e^{ik2\pi \frac{t}{T}}$$

Por lo que los armónicos a visualizar son impares.

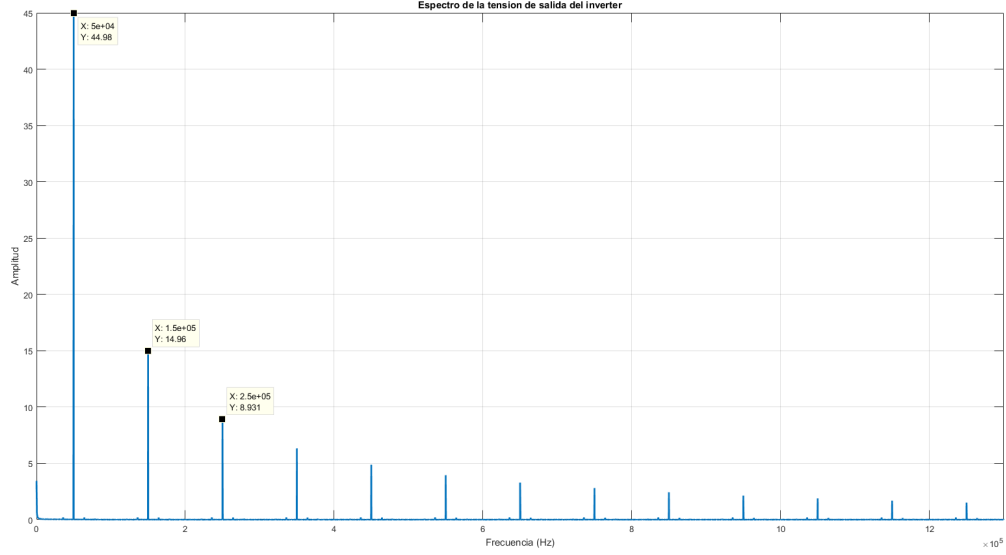


Figura 3: FFT (Ventana utilizada: Rectangular)

Se muestran los primeros 10 armónicos, de los cuales se indica el valor de los primeros 3, que se comparan con los teóricos (en módulo) en la siguiente tabla:

| | Frecuencia | Teórico | Simulado |
|--------------|------------|---------|----------|
| Fundamental | 50KHz | 50V | 44.98V |
| 1er Armónico | 150KHz | 15.91V | 14.96V |
| 2do Armónico | 250KHz | 10.61V | 8.93V |

Tabla 1: Tabla comparativa de los 3 primeros armónicos