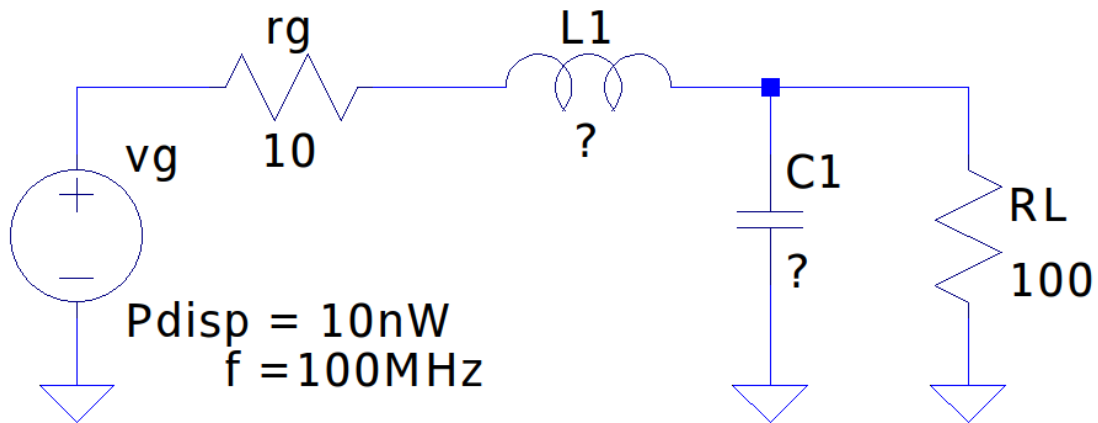


# Enunciados\_adaptador

April 7, 2025

## 1 Ejercicio 1

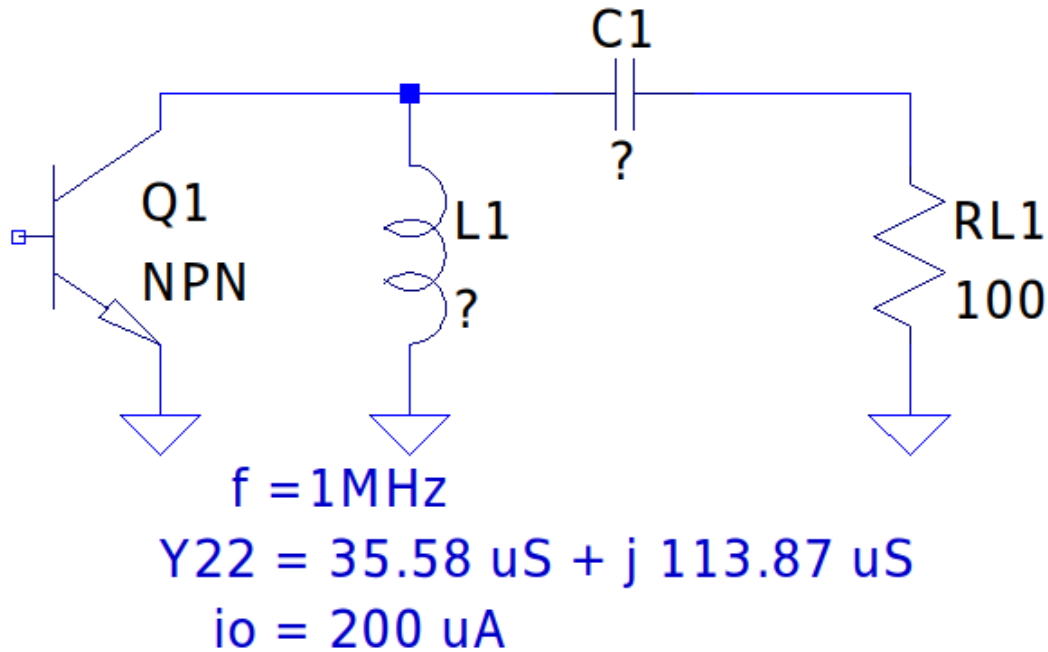
En la figura se muestra un circuito de adaptación realizado con un inductor y un capacitor. El inductor tiene un  $Q_{oL} = 100$  y el capacitor tiene  $ESR = 1\Omega$ . La fuente tiene una  $P_{disp} = 10nW$  a  $100MHz$ .



Calcule para adaptar a MTE la carga y el generador a  $100MHz$  mediante conversiones serie-paralelo.

1.  $L_1$
2.  $C_1$
3.  $Q_c$

## 2 Ejercicio 2



El circuito amplificador transistorizado sintonizado, el cual corresponde a la etapa de salida.

A la frecuencia  $f_o = 1\text{MHz}$ , el transistor presenta una impedancia de salida  $Y_{22} = 35.58\mu\text{S} + j113.87\mu\text{S}$  y un tiene una corriente de salida de  $i_o = 200\mu\text{A}$

La resistencia de carga es de  $R_L = 100\Omega$ .

Suponiendo que el capacitor de  $C_1$  y el inductor  $L_1$  tiene pérdidas despreciables.

Calcular para máxima transferencia de energía hacia la carga:

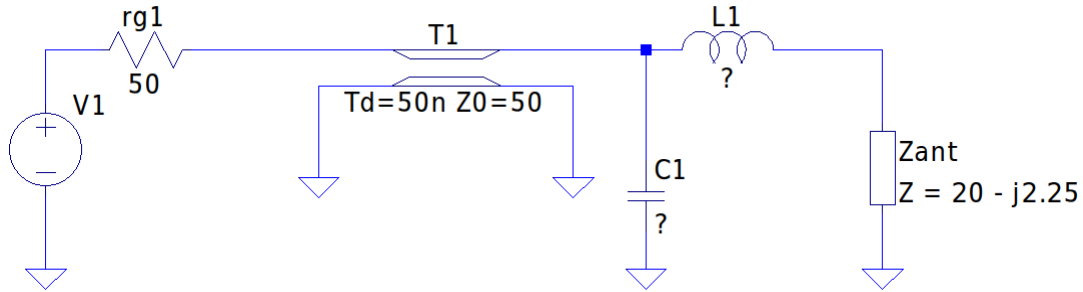
1.  $L_1$
2.  $C_1$
3.  $P_{R_L}$ .

El inductor  $L_1$  disponible para el valor necesario presenta un factor de merito de  $Q_o = 50$  a la frecuencia de trabajo.

4. El nuevo valor de  $L_1$ .
5.  $C_1$  que sintoniza a  $L_1$ , tenga en cuenta la capacidad de salida del transistor.

## 3 Ejercicio 3

Supóngase querer adaptar una antena látigo de cuarto de onda diseñada para operar a  $144\text{MHz}$ , cuya impedancia es de  $Z_{ant} = 20\Omega - j2.25\Omega$ .



Se desea que el equipo transmisor, la fuente de tensión junto con  $r_g$ , tenga una carga de  $Z_l = 50\Omega + j0\Omega$  a la frecuencia de  $f = 144MHz$ .

Para que esté adaptador, se recurre así al circuito de adaptación mostrado en la figura compuesto por L y C.

La potencia disponible del transmisor es  $P_{disp} = 10W$ .

Calcular suponiendo elementos reactivos sin pérdidas.

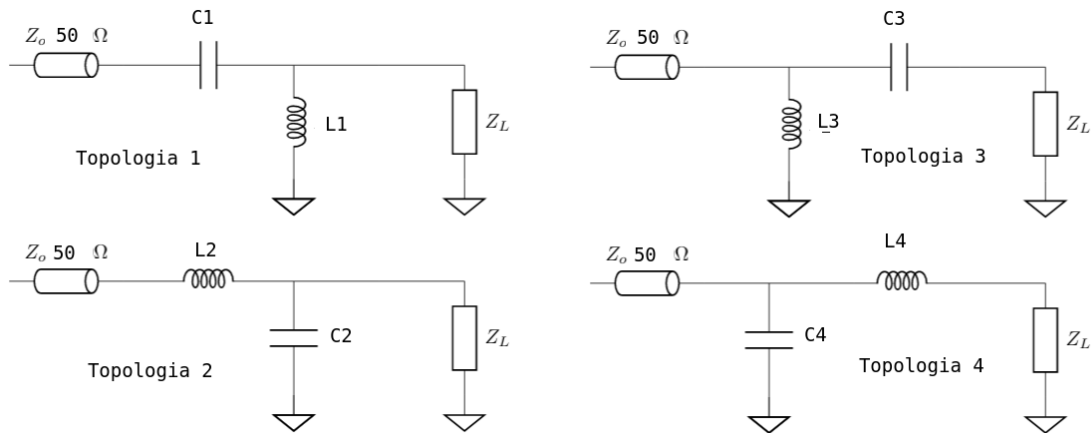
1.  $L$
2.  $C$
3.  $P_{RL}$

Se desea emplear la misma antena a la frecuencia de  $f_{RF} = 110MHz$ , donde presenta una impedancia de  $Z_{ant} = 10\Omega - j500\Omega$ .

4.  $L$
5.  $C$
6.  $P_{RL}$

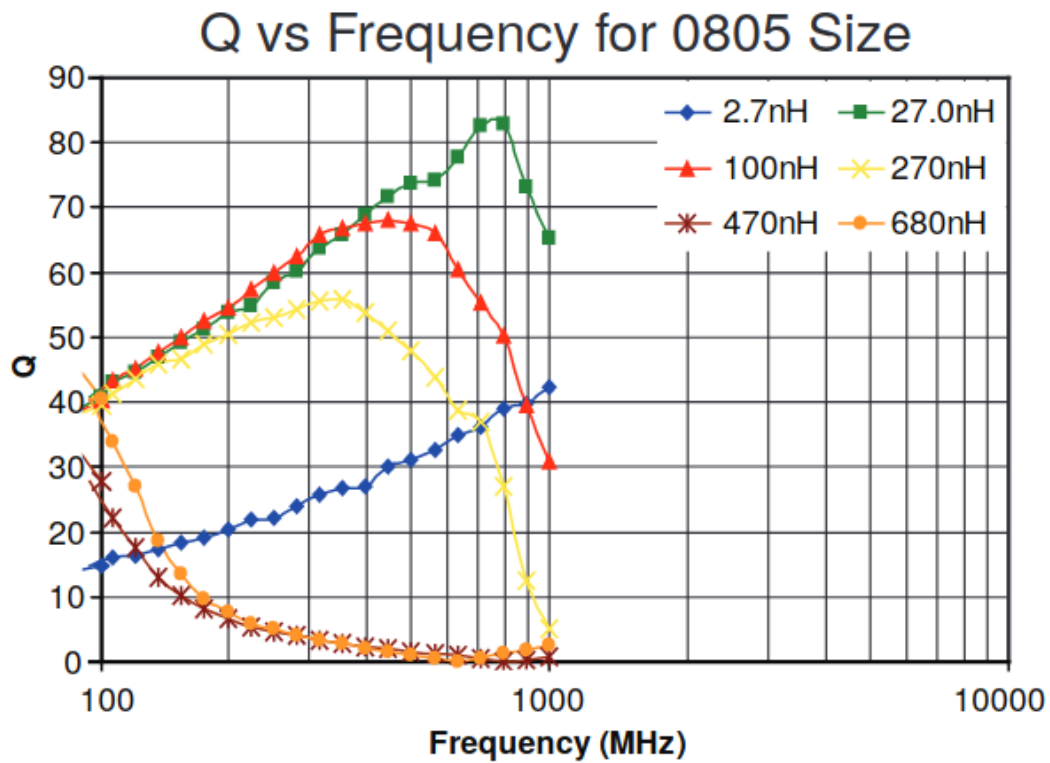
## 4 Ejercicio 4

Se desea acoplar una antena para transmitir una señal de  $f_o = 650MHz$ . Dicha antena presenta a la frecuencia de transmisión una impedancia de  $Z_{ant} = 120\Omega + j10\Omega$



Se quiere realizar el circuito de adaptación empleando dos componentes reactivos. Uno en serie y otro en derivación.

Se dispone para ello algunos los inductores que se muestran el siguiente figura:



codigo Inductor	valor
L-15W2N7SV4E	2.7nHy
L-15W3N9SV4E	3.9nHy

codigo Inductor	valor
L-15W10NJV4E	10.0nHy
L-15W12NJV4E	12.0nHy
L-15W15NJV4E	15.0nHy
L-15W27NJV4E	27.0nHy
L-15W39NJV4E	39.0nHy
L-15WR10JV4E	100nHy
L-15WR27JV4E	270nHy

El valor del factor de merito  $Q_o$  se obtiene del gráfico, extrapolando para los valores que no esten disponibles.

La corriente máxima para estos inductores es de  $I_{Lmax} = 300mA$

El transmisor tiene una impedancia de salida de  $Z_g = 50\Omega$  y se busca que el adaptador minimice las reflexiones en la linea.

En base a los valores de inductores disponibles, calcular:

1. ¿Que topologias no cumplen con los requisitos?.
2.  $L1$  para la topologia de capacitor en serie, inductor derivación.
3.  $C1$  para ese mismo circuito.
4.  $r_p$  del inductor.

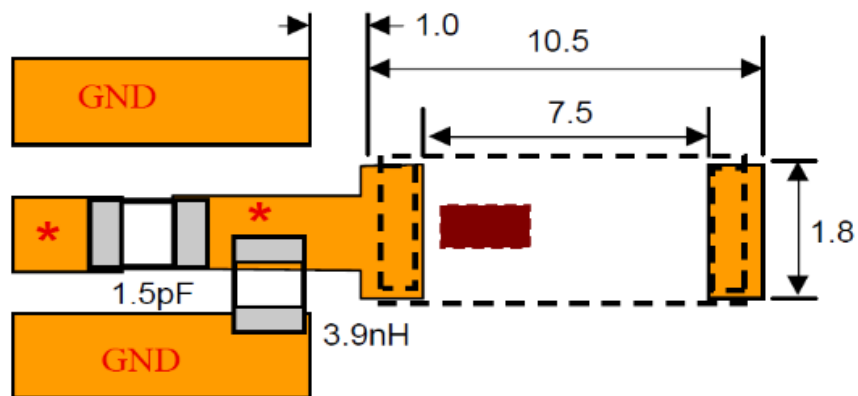
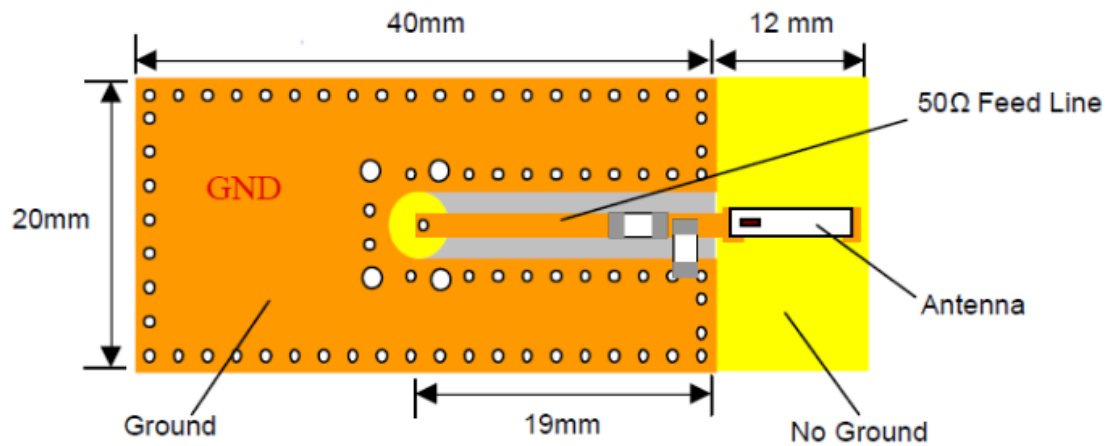
## 5 Ejercicio 5

En aplicaciones como conexiones bluetooth, zigbee, ISM, WLAN, se necesitan antenas muy pequeñas para los sistemas de comunicaciones. El fabricante Johanson ofrece antenas de chip de RF en miniatura que se fabrican utilizando la tecnología de cerámica (LTCC). Estas antenas pueden ser montadas sobre el PCB.

En este ejemplo, vamos a realizar el diseño del adaptador para una antena de  $2.4GHz$  del fabricante Johanson Technology. La antena se comercializa como un componente.

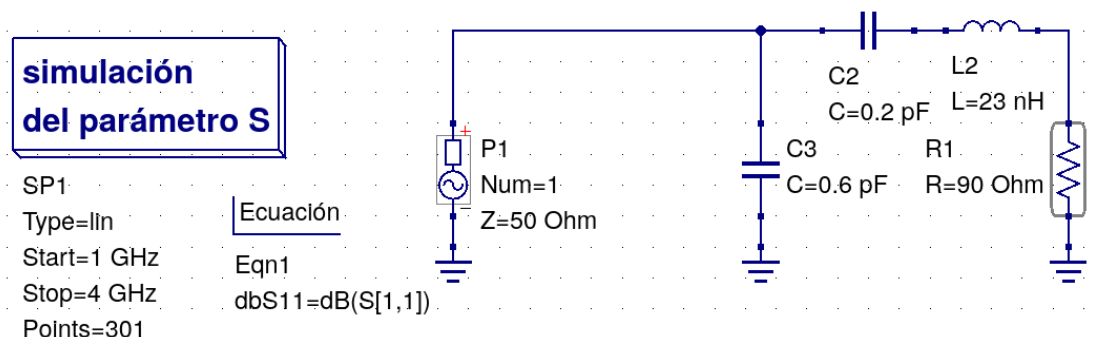
<https://www.johansontechnology.com/datasheets/2450AT45A100/2450AT45A100.pdf>

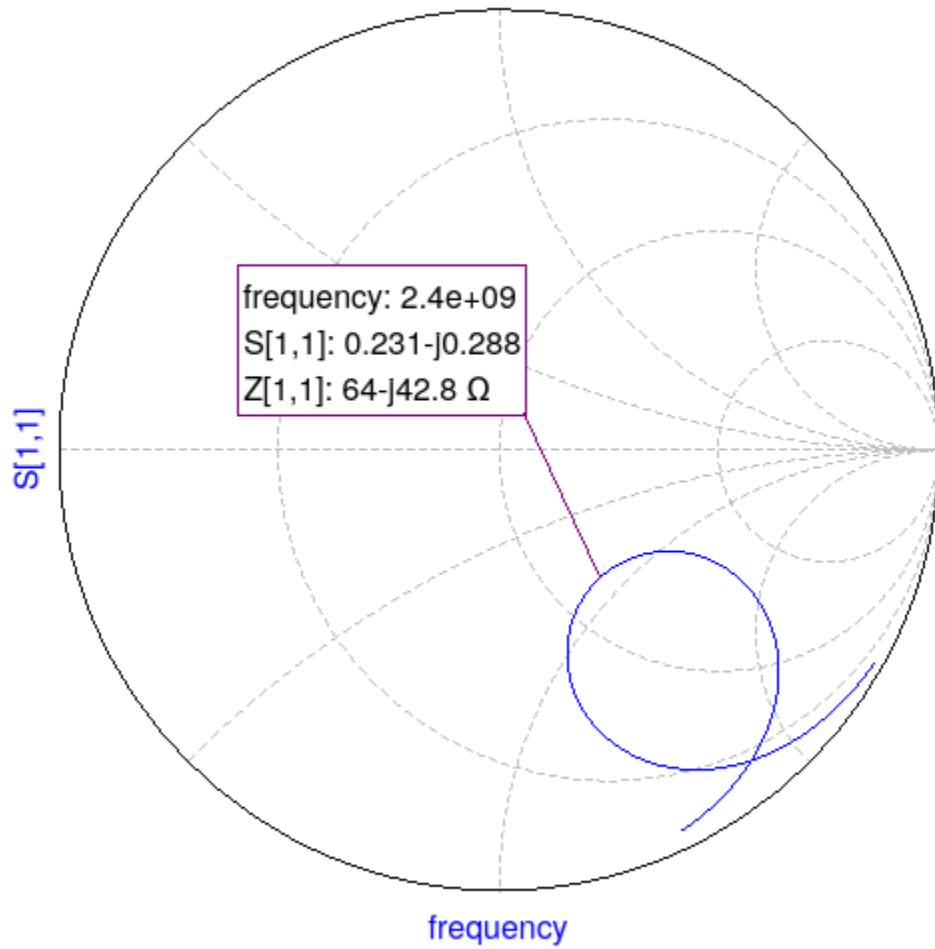
En base a los datos informados por el fabricante, el modelo de la antena para la orientación vertical.



<http://www.johansontechnology.com/tuning>

El siguiente gráfico muestra la impedancia que presenta la antena. El diseño se realizó empleando QUCs (<http://qucs.sourceforge.net/>).





La impedancia de la antena a la frecuencia de trabajo  $f_o = 2.4GHz$  es  $Z_{ant}(2.4GHz) = (64 - 42.7j)\Omega$

1. En base al adaptador propuesto por el fabricante, verificar el valor del inductor  $L$
2. Verificar  $C$
3. Calcular la impedancia de entrada para los valores propuestos (sin tener en cuenta las pérdidas).
4. Proponga el inductor necesario en base a los inductores propuestos en la guía de selección, el footprint debe ser 0402. Indicar el código del componente. (emplear 'SV6T' como final del código) <https://www.johansontechnology.com/downloads/jti-cat-rf-ind.pdf>
5. En base a la hoja de datos, indicar el factor de mérito  $Q_o$  del inductor a la frecuencia de trabajo  $f_o$
6. Proponga el capacitor necesario en base a los capacitores propuestos en la guía de selección, el footprint debe ser 0402, la tensión máxima de 50V, tipo Ultra-High-Q, tolerancia  $\pm 0.10pF$ . Indicar el código del componente (emplear 'V4T' como final

del código). <https://www.johansontechnology.com/downloads/catalog/johanson-technology-multi-layer-high-q-capacitors.pdf>

7. En base a la hoja de datos, indicar el factor de mérito  $Q_o$  del capacitor a la frecuencia de trabajo  $f_o$ . Emplear el valor mas cercano.

## 6 Ejercicio 6 filtro PI

El siguiente ejercicio tiene como objetivo realizar el cálculo de los los adaptadores para un amplificador de 150W de potencia de RF a la frecuencia de  $f_o = 100MHz$ .

Para este amplificador vamos a emplear el MOSFET BLF177 fabricado por la empresa Ampleon.

Este dispositivo fue diseñado como dispositivo activo sólido para amplificador de potencia para servicios comerciales como FM o TV.

Se emplea como base el diseño propuesto en la hojas de datos, el cual se muestra a continuación. [https://www.ampleon.com/documents/data-sheet/BLF177\\_N.pdf](https://www.ampleon.com/documents/data-sheet/BLF177_N.pdf)

El diseño se basa en la recomendación de la nota de aplicación AN282 de Motorola (NXP) disponible en internet : <https://www.nxp.com/docs/en/application-note/AN282A.pdf>

También se puede consultar: <https://www.nxp.com/docs/en/application-note/AN1526.pdf>

Principio de funcionamiento.

Los amplificadores sintonizados operan con señales periódicas con un ancho de banda asociado. Típicamente, se utilizan para amplificar una señal portadora modulada.

Para ilustrar el funcionamiento, supongamos que empleamos como excitación un tono de señal portadora, en este ejemplo será de  $f_o = 100MHz$ . El amplificador esta diseñado para operar en Clase AB, Clase B o Clase C, dependiendo del ángulo de circulación de la señal a la salida. Por ejemplo, suponiendo que el amplificador opera en Clase B, los pulsos de corriente de la fuente de salida corresponderan unicamente a parte positiva de la entrada (ángulo de circulación de 180 grados). Estos pulsos de corriente tienen un espectro en frecuencia conformado principalmente por una señal fundamental de  $100MHz$  y sus armónicos. Si logramos atenuar los armónicos que conforman el pulso de corriente, obtenemos nuevamente la señal fundamental. Esto se logra empleando filtros LC. La reducción del angulo de circulación mejora el rendimiento pero al mismo tiempo produce armónicos de mayor intensidad que deben ser atenuados para recomponer la señal portadora modulada. Esto exige filtros de salida mas selectivos.

Los MOSFET para el el amplificador que estamos proyectando deben operar en ciertos márgenes de tensión. Para este transistor,  $V_{DSmin} \geq 10V$  y  $V_{(BR)DSS} \geq 125V$ . Dado que se busca una señal alterna a la salida del transistor, la tensión de DC del DRAIN permite la excursión de la señal alterna de  $f_o = 108MHz$ , desde  $V_{DD}$  (tensión de la fuente) hasta  $V_{DSMIN}$ . Esta excursión de la señal se logra conectando a la fuente de corriente  $g_{ds}$  a una resistencia de valor adecuado. Entonces, los pulsos de corriente producen sobre la resistencia una señal alterna de tensión a la frecuencia de sintonia. Cuando la fuente no entregue corriente (semiciclo negativo de la señal de entrada), es el circuito resonador el que mantiene la oscilación a la frecuencia de resonancia.

En este proyecto, la tensión de fuente en el DRAIN es de  $V_{DD} = 50V$ .

La resistencia total con que se debe cargar a la fuente  $g_{ds}$  entonces se calcula como:

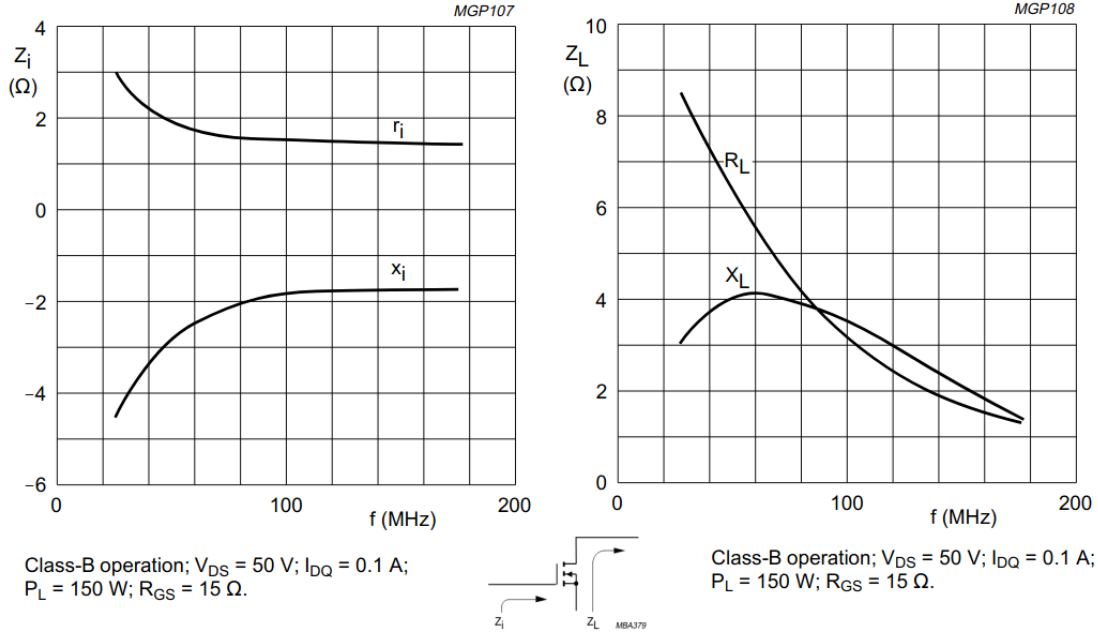


$$R_t = \frac{(V_{DD})^2}{2P_o}$$

Recordemos que estamos proyectando un amplificador de  $P_o = 150Watt$  (RMS).

$$R_t = 8.3\Omega$$

Dado que el MOSFET presenta una capacidad, esta resistencia se emplea para frecuencias bajas (donde la capacidad de salida sea despreciable). Para frecuencias mayores, esta resistencia debe ser menor para compensar los efectos de la capacidad.



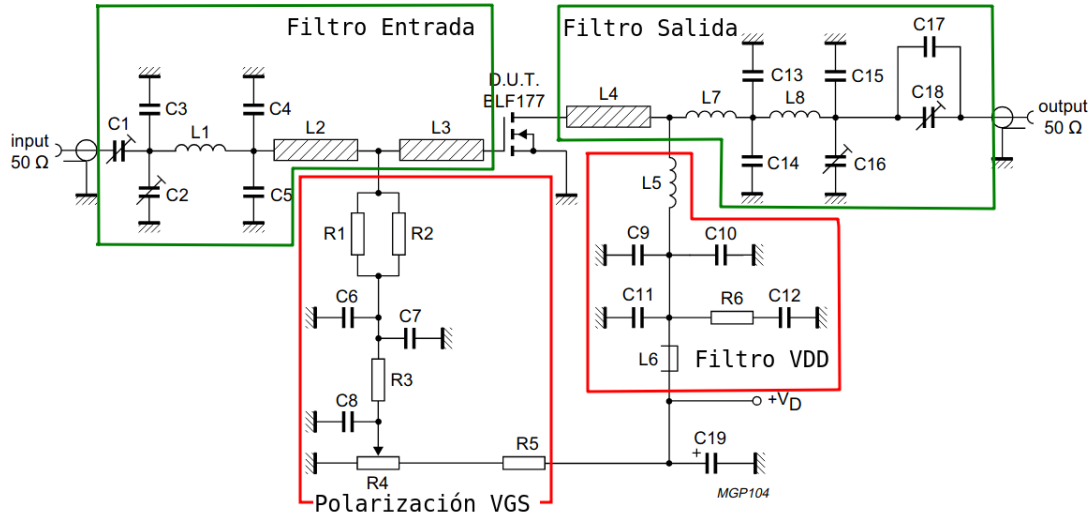
De la hoja de datos podemos obtener la impedancia de entrada y de salida del amplificador que debemos presentarle al MOSFET a la frecuencia de trabajo. Dada la alta frecuencia este valor difiere del calculado debido a las capacidades del dispositivo.

A la frecuencia de trabajo  $f_o = 108MHz$

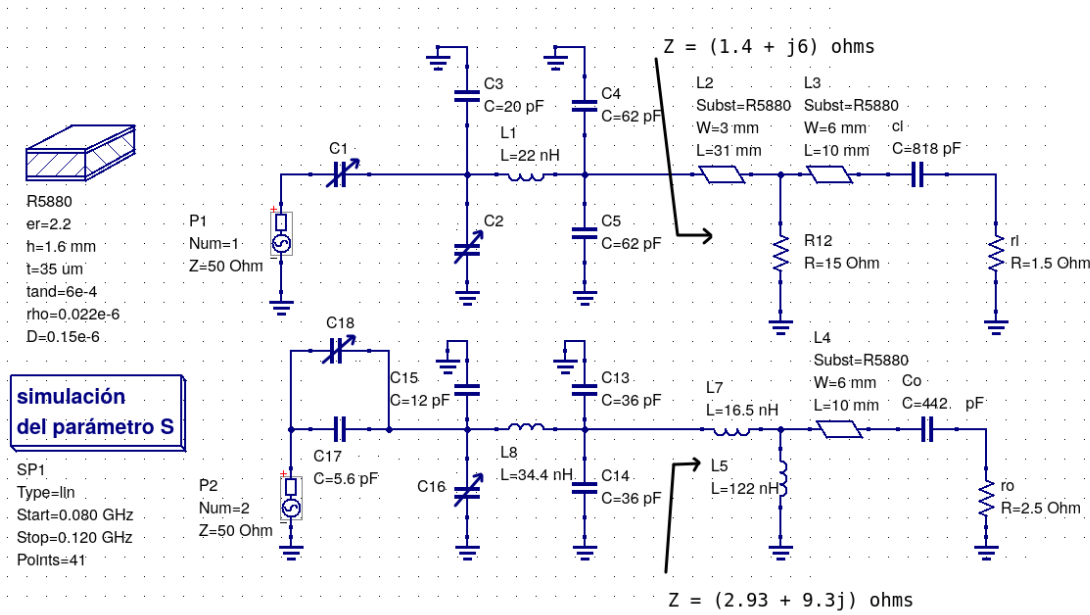
$$Z_{in} = (1.5 - 1.8j)\Omega$$

$$Z_L = (2.5 + 3.0j)\Omega$$

Para este diseño empleamos el circuito propuesto por el fabricante, el cual se muestra a continuación. En el circuito se identificaron los filtros que debemos calcular.



Según se especifica en la hoja de datos, se deben emplear striplines (líneas de transmisión que se asemejan a un inductor) a la entrada y a la salida del MOSFET. Estos inductores se midieron en el programa de simulaciones QUCs. Para el cálculo se emplea el sustrato ROGERS R5880. A continuación se muestra el resultado:



Valores de los componentes:

$$C6, C7, C9, C10 = 1nF(Cap.acople)$$

Adaptador entrada:

$$C1 = C2 = 3.5a25pF(Trimmer\ variable\ ARCO42)$$

$$C3 = 20pF$$

$$C4 = C5 = 62pF$$

$$L1 = 22nHy$$

Filtro salida:

$$C13 = C14 = 36pF$$

$$C15 = 12pF$$

$$C16 = C18 = 3.5a25pF(Trimmer\ variable\ ARCO42)$$

$$L8 = 34.4nHy$$

Calcular.

1. Del adaptador de entrada  $C1$  para la frecuencia de  $f_o = 108MHz$
2. Del adaptador de entrada  $C2$  para la frecuencia de  $f_o = 108MHz$ , Verificar usando simuladores.
3. Del filtro de entrada  $C16$  para la frecuencia de  $f_o = 108MHz$
4. Del filtro de entrada  $C18$  para la frecuencia de  $f_o = 108MHz$ , Verificar usando simuladores.

[ ]: