

## **Informe Práctico**

Proyecto: VCO (Voltage Controlled Oscillator)

Materia: Electrónica Aplicada III

Curso: R5053

Grupo : A

Integrantes del grupo:

- Gavegno, Sebastián
- Morandi, Pablo
- Scarini, Juan Diego
- Sobral, Alejandro

Año :2021

## **Índice**

● Introducción	(pág. 3)
● Diseño y consideraciones prácticas	(pág. 3)
● Layout del PCB	(pág. 7)
● Lista de componentes (BOM)	(pág. 11)
● Mediciones y verificaciones	(pág. 13)
● Conclusiones	(pág. 14)
● Bibliografía	(pág. 15)

## Introducción

En el presente informe, se busca explicar el proceso de diseño y desarrollo de un oscilador controlado por tensión ("Voltage Controlled Oscillator", por sus siglas en inglés, VCO) de 900MHz utilizando el integrado MAX2620 de MAXIM.

Este diseño incluye un circuito tanque basado en un varactor que permite al VCO sintonizar una banda de 30MHz en el rango de frecuencia de 900MHz. Las salidas utilizan conectores de 50Ω SMA. Se tiene un puerto de prueba que facilita la caracterización completa del puerto del tanque MAX2620, lo que permite diseñar resonadores para rangos de frecuencia distintos a los suministrados.

El LDO que tipo de regulador es? que ventaja

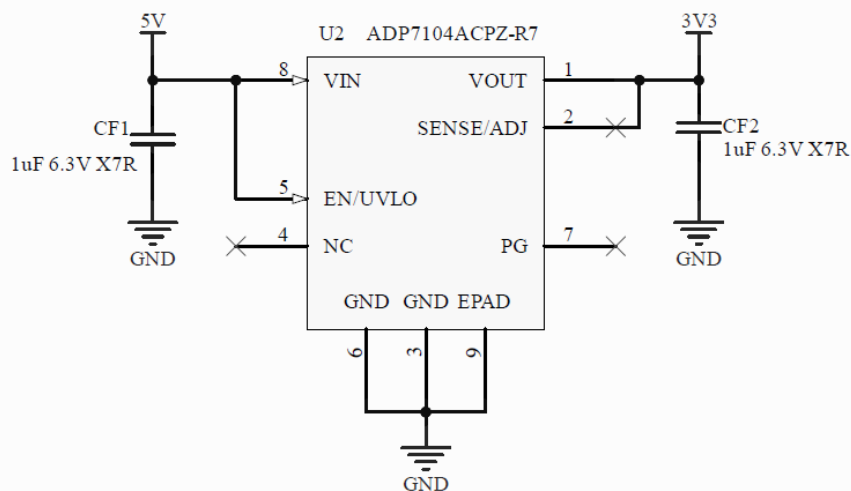
## Diseño y consideraciones prácticas

### Selección del regulador de baja caída (Low Dropout Voltage - LDO)

Es importante tener en cuenta para la selección del regulador que alimenta al MAX2620:

- ➔ Debe ser de baja caída (LDO) para tener un mayor rango de tensión de entrada
- ➔ PSRR (Power Supply Rejection Ratio) > 40 dB
- ➔ Output Noise < 50uV RMS

Considerando estas pautas de diseño a cumplir, elegimos el integrado ADP7104 que es un LDO de bajo ruido (Low Noise CMOS LDO) en su versión fija de  $V_{out} = 3.3V$ .



Este integrado fue diseñado para aplicaciones sensibles al ruido como por ejemplo:

- Circuitos de ADC y DAC
- Amplificadores de precisión
- Osciladores de alta frecuencia
- Clocks
- PLLs

El MAX2620 se alimenta con una tensión entre +2.7V y +5.25V. Por lo tanto, adoptamos una tensión de alimentación de 3.3V y analizamos la **caída que tendrá el ADP7104** para el consumo del oscilador (Typical = 9mA).

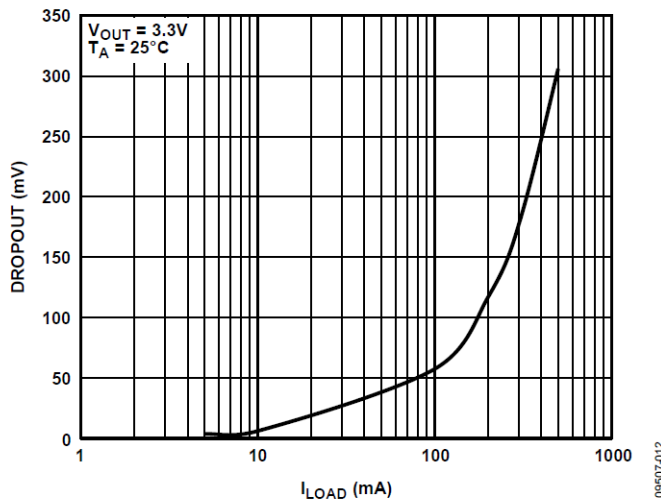


Figure 12. Dropout Voltage vs. Load Current

Como puede observarse, para una corriente de carga de 9mA aproximadamente caen menos de 20mV en el regulador estando dentro de los objetivos planteados para el diseño.

Analizamos ahora el **PSRR**. Hay 2 escenarios posibles: fuente de alimentación Switching (Conmutada) o lineal. Para ambos casos, analizamos este parámetro sobre la curva que nos brinda el fabricante:

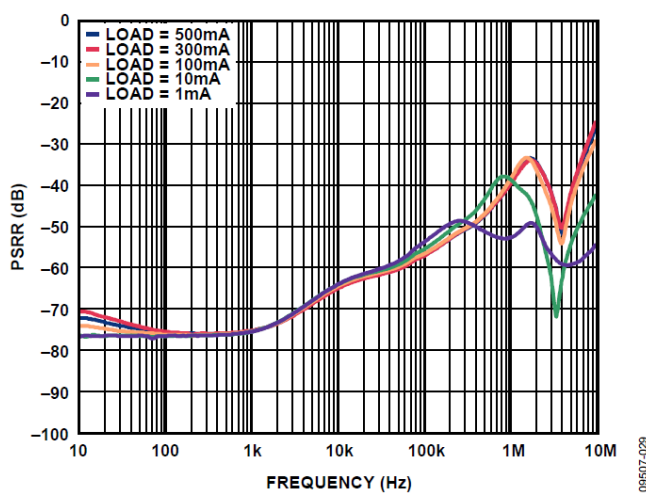


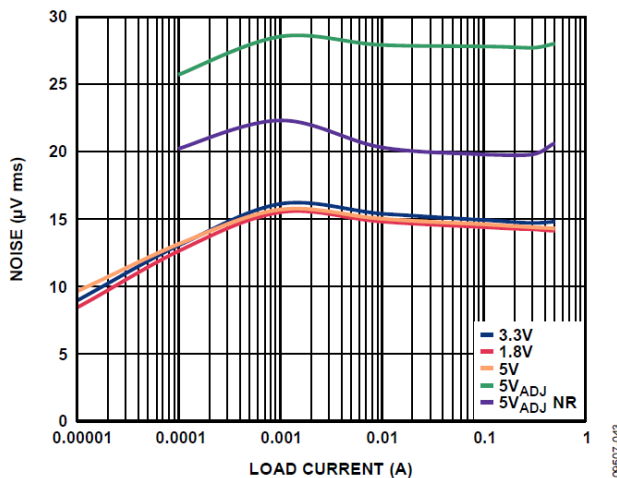
Figure 34. Power Supply Rejection Ratio vs. Frequency,  $V_{OUT} = 3.3V$ ,  $V_{IN} = 4.8V$

Si utilizamos una fuente lineal, vemos que para nuestro caso (MAX2620 consume aprox. 9mA) tendremos una atenuación muy alta de ripple en la salida (-75 dB aprox).

Ahora bien, si alimentamos al LDO con una fuente conmutada, vemos que cae la atenuación de PSRR a -60dB aprox. asumiendo que la frecuencia de conmutación de la switching es de 50kHz.

En ambos casos se cumple con el objetivo de diseño, aunque la primera opción es la mejor.

Finalmente, nos queda por analizar el **ruido de salida (Output Noise)** para la corriente que consume el MAX2620 que es la carga para el LDO, siendo esta de aprox. 9mA y la tensión de salida de 3.3V



Del gráfico, vemos que para una carga de 9mA y una  $V_{out} = 3.3V$  se producirá un valor de ruido de aprox. 15  $\mu V$  RMS, cumpliendo con nuestros objetivos de diseño.

Figure 48. Output Noise vs. Load Current and Output Voltage,  
 $C_{OUT} = 1 \mu F$

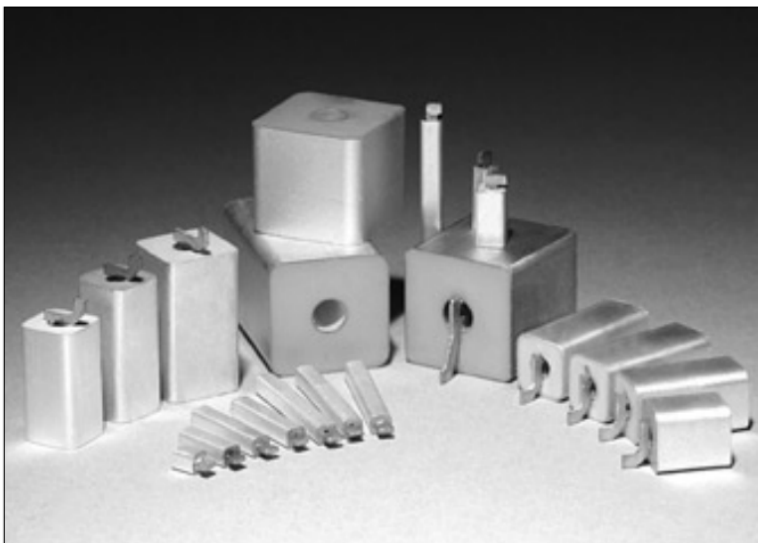
Muy bueno el analisis de ruido y PSRR del LDO.

## Selección del resonador

El resonador es fundamental para el rendimiento del VCO. Para maximizar el rendimiento se utilizan componentes de Q elevado. El resonador ha sido diseñado para trabajar a 900MHz.

El fabricante utiliza el resonador SR8800LPQ1357BY marca TransTech. Utilizado para aplicaciones de bajo ruido y osciladores controlados por tensión (VCO).

## Introduction & Applications for Coaxial Resonators & Inductors (300 MHz - 6.0 GHz)



### Features

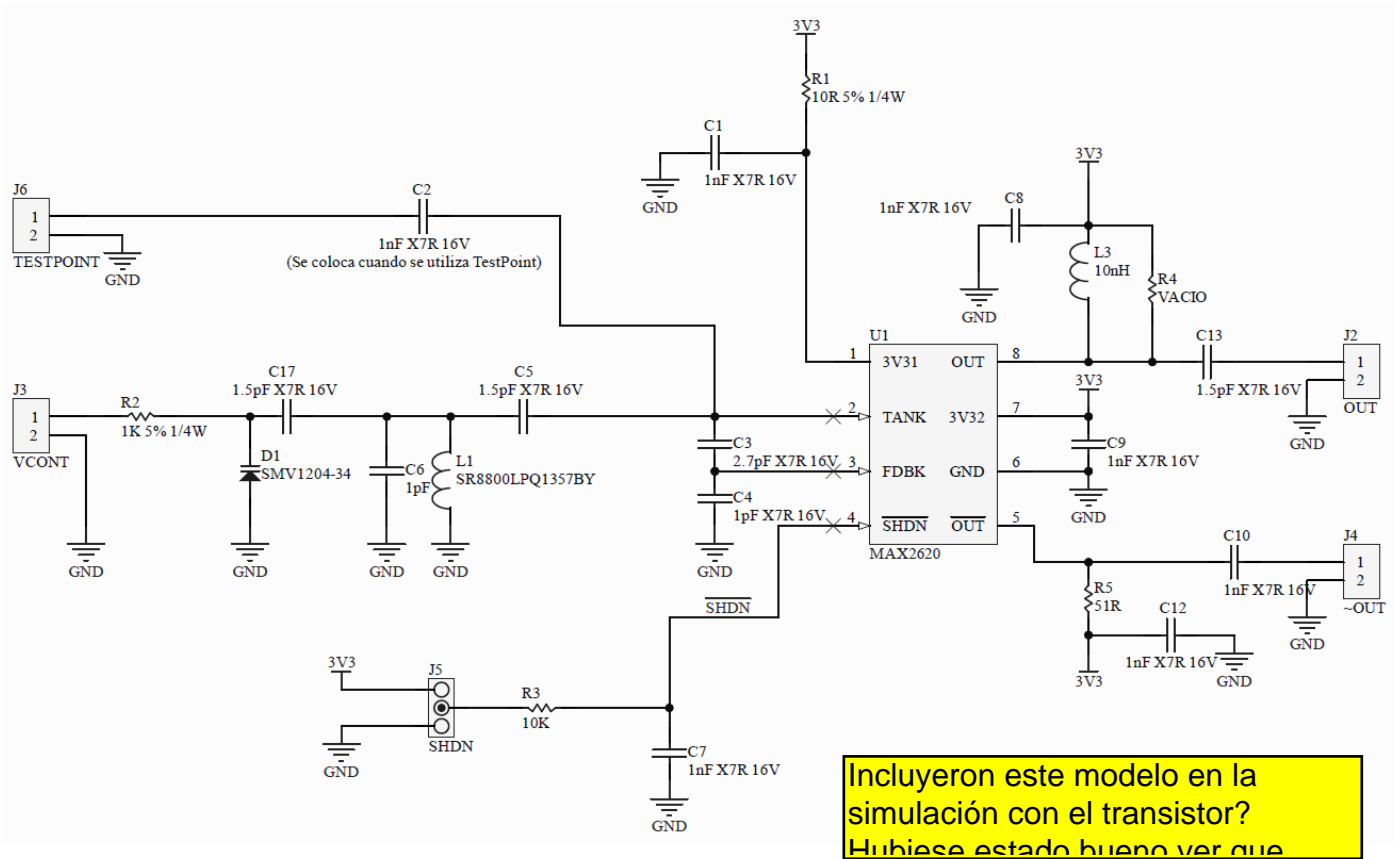
- Frequency tuned to 0.5% and 1%
- High dielectric constant
- Rugged construction
- Low loss silver
- Act as parallel resonant circuit or a high quality inductor

### Benefits

- Circuit miniaturization
- Eliminate microphonics
- Repeatability of design
- Negligible aging effects
- Excellent solderability
- Improved circuit Q
- High resonant impedance
- Automation compatible

muetren las características de este resonador en la el informe de funcionamiento. Es una parte importante del

Al momento de diseñar la placa se deben tener en cuenta los elementos parásitos. Para esto, se debe medir la impedancia de entrada TANK con los capacitores C3 y C4 sin el resonador.



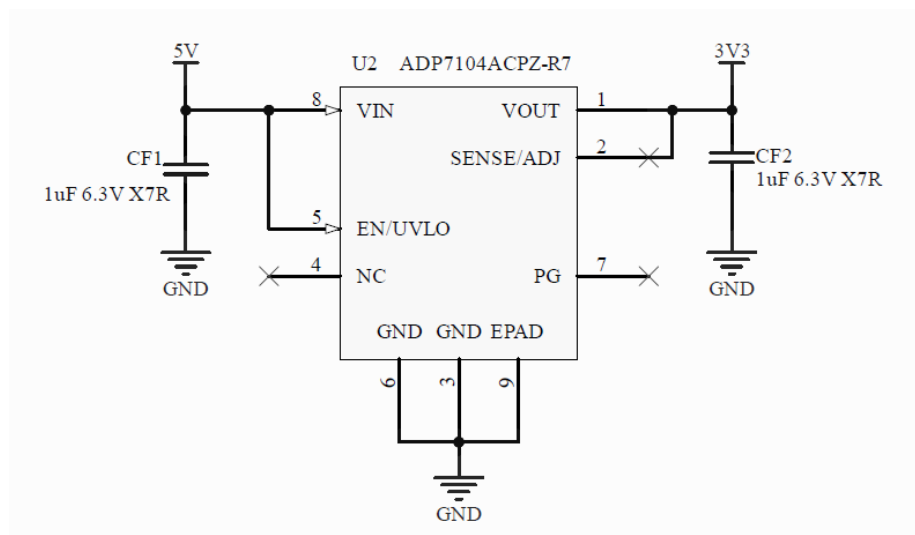
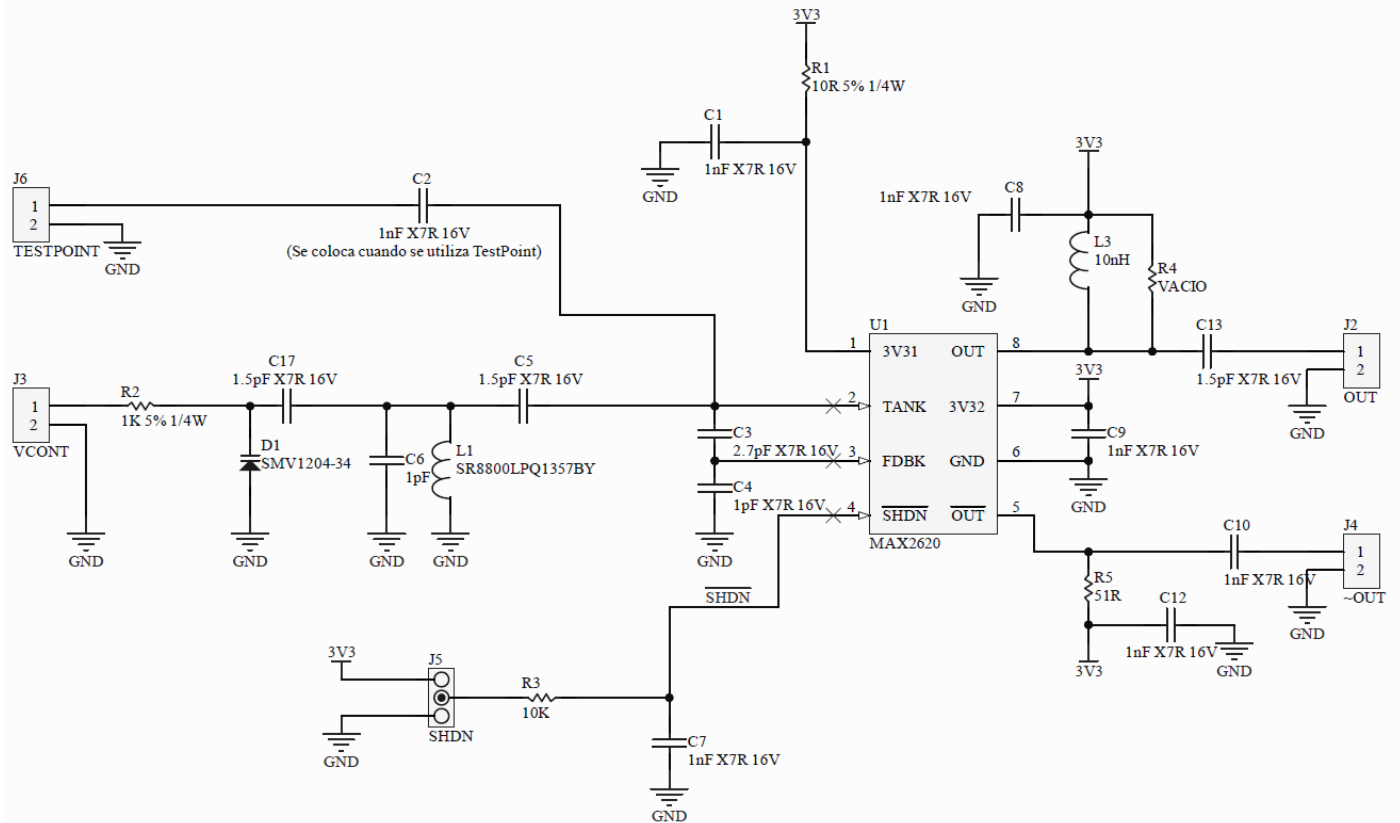
Para facilitar esta medición se quita C5 y se coloca en C2 un capacitor de 1nF. La medición en TEST PORT debe proporcionar una resistencia de entrada negativa y, por lo tanto, devolverá la ganancia cuando se mide S11 en un analizador de red vectorial. Configurando el analizador para que muestre 1/S11, este nos presenta los datos de impedancia de entrada deseada para proporcionar la retroalimentación para oscilar a la frecuencia deseada.

Para que el circuito oscilador se vea poco afectado por las pérdidas en el varactor, el valor de capacidad de C17 debe ser pequeño.

Para minimizar los efectos de los elementos parásitos, que pueden alterar el rendimiento del circuito, debe retirarse el plano de tierra alrededor y debajo de los componentes que forman el circuito resonante (C3-C6, C17, D1 y L1). Mantener las trazas de la placa de circuito impreso lo más cortas posible para minimizar la inductancia parásita. También se deben ubicar lo más cerca posible del MAX 2620, los capacitores C1, C7 y C9, con conexión directa al plano de tierra.

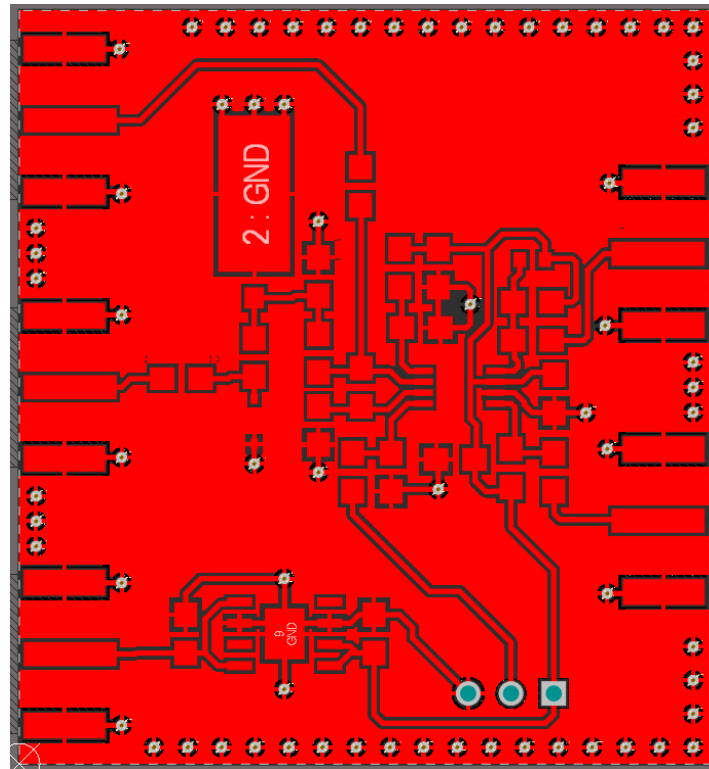
## Layout del PCB

### Esquemáticos

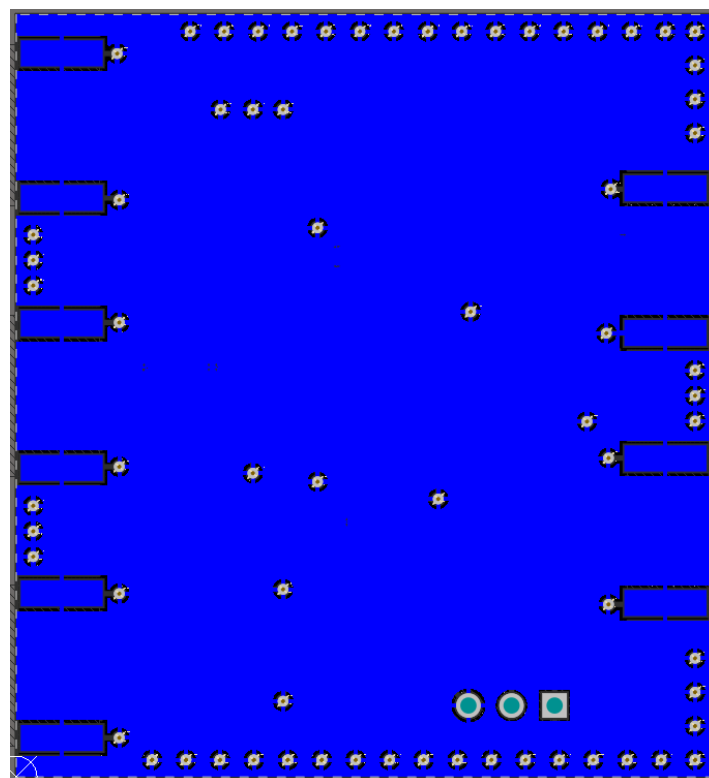


## Placa de circuito impreso

Top Layer (lado componentes)

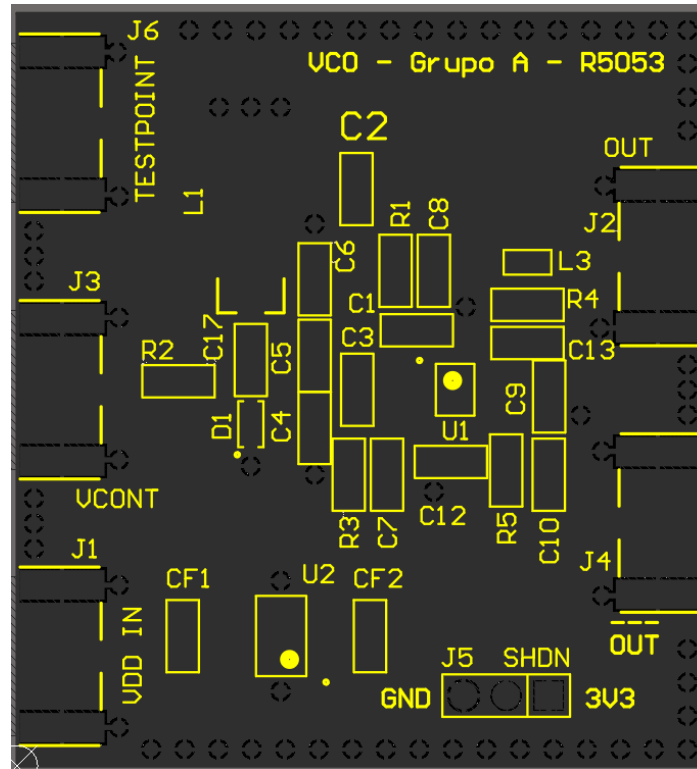


Bottom Layer

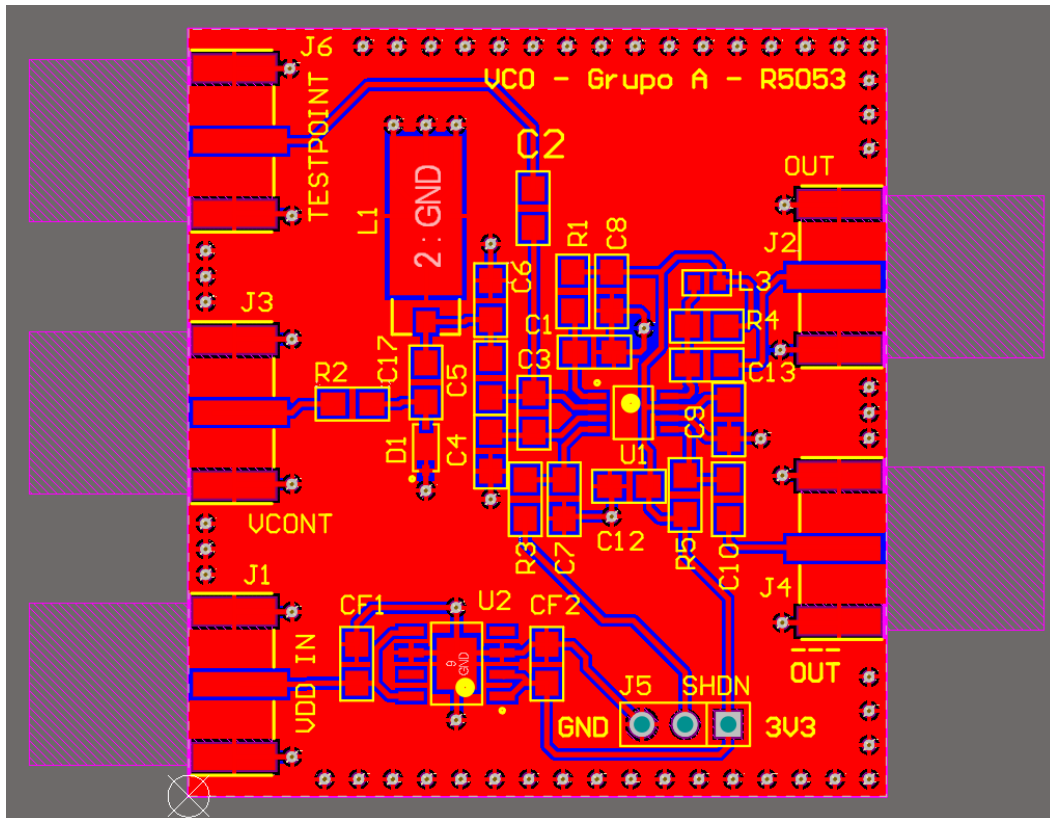




## Top Overlay (Serigrafía)

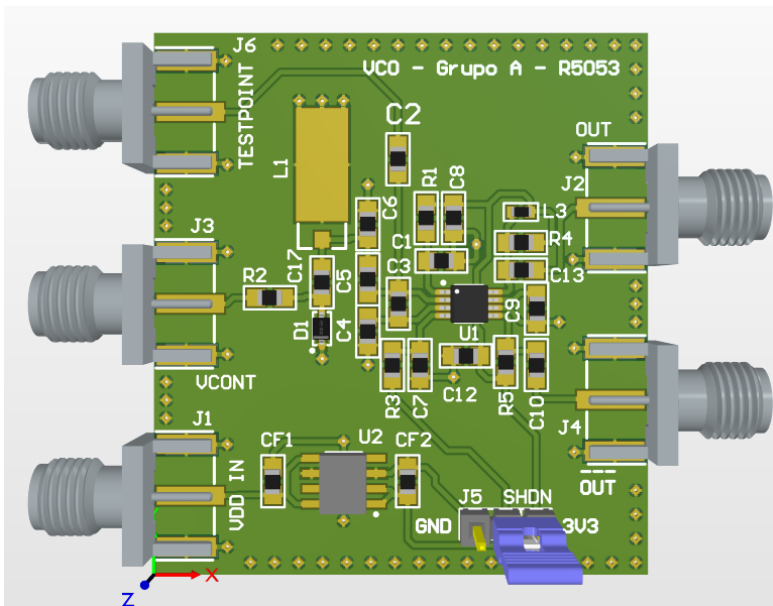
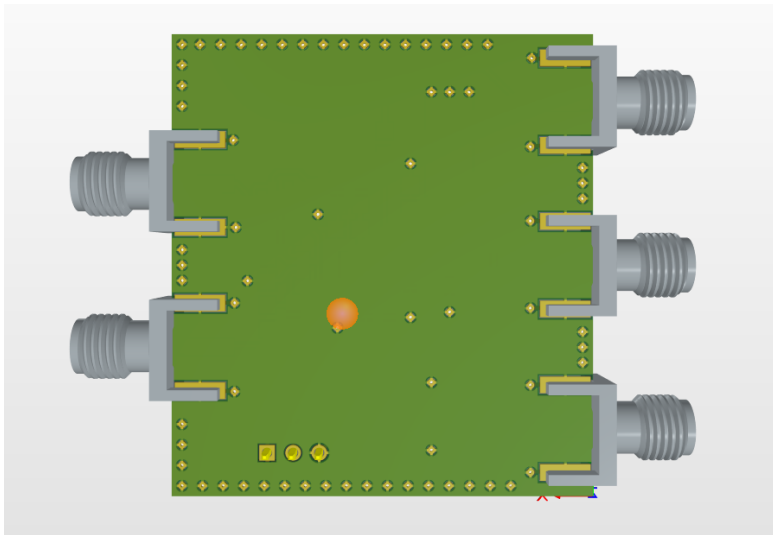
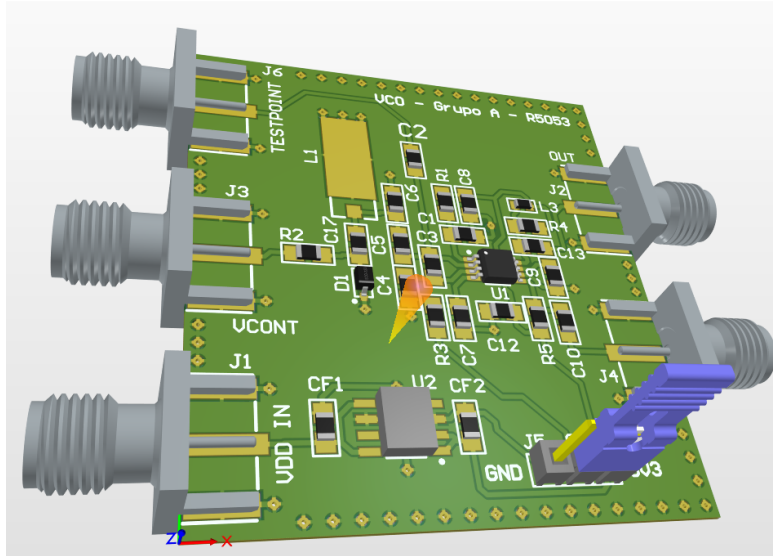


## PCB completo



Vistas 3D

Escalar imágenes para evitar espacios en blanco.



Muy lindo  
diseño!!  
genial!!!!  
(recuerden hacer

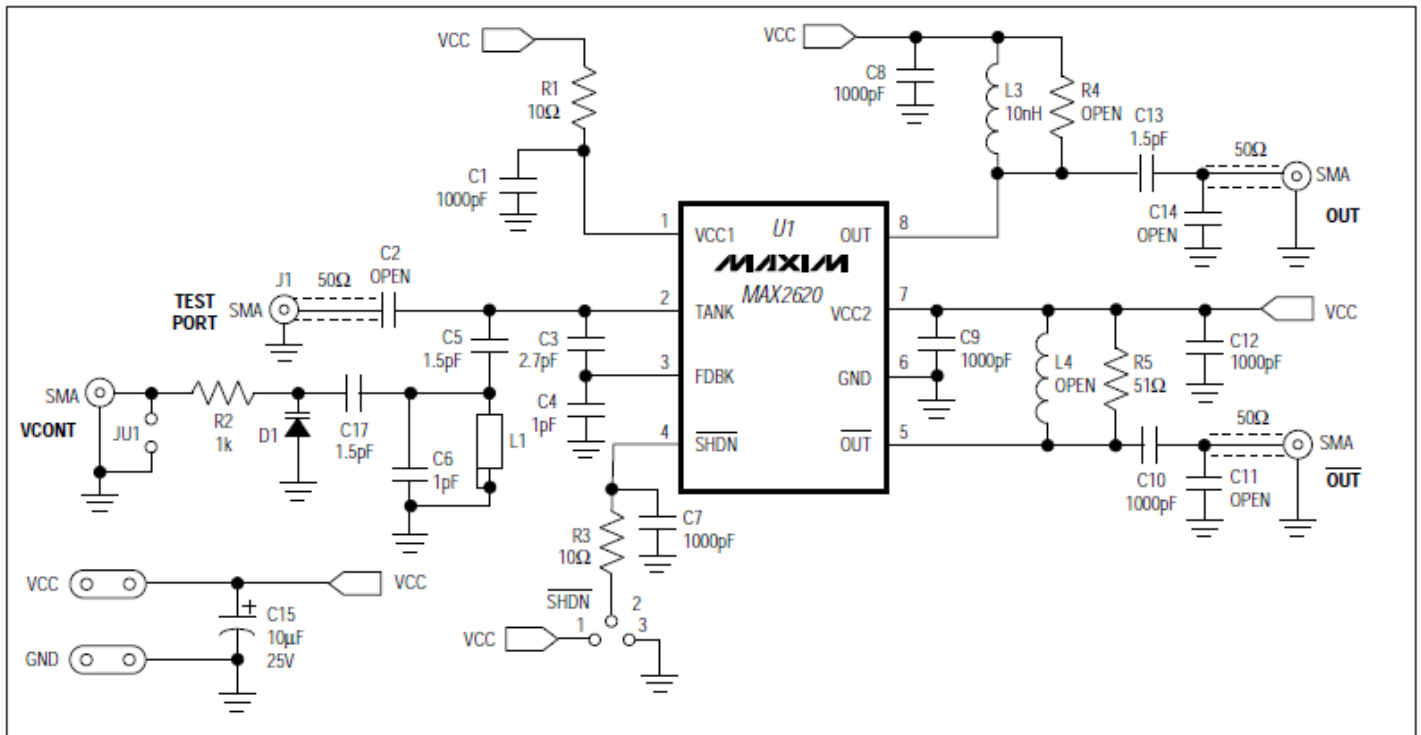
usaron FR4? que características de sustrato? usaron líneas de

**Lista de componentes (BOM)**

Line #	Name	Designator	Quantity	Footprint	Manufacturer	MFG Part Number	Supplier	Supplier Part Number
1	1nF X7R 16V	C1, C2, C7, C8, C9, C10, C12	7	0805	Würth Elektronik	885012207033	Digi-Key	732-8033-1-ND
2	2.7pF C0G/NP0 50V	C3	1	0805	NTE Electronics, Inc	SMC0805C2D7	Digi-Key	2368-SMC0805C2D7-ND
3	1pF C0G/NP0 50V	C4, C6	1	0805	NTE Electronics, Inc	SMC0805C1D0	Digi-Key	2368-SMC0805C1D0-ND
4	1.5pF C0G/NP0 50V	C5, C13, C17	3	0805	Würth Elektronik	885012007046	Digi-Key	732-7842-1-ND
5	1uF 6.3V X7R	CF1, CF2	2	0805	Samsung Electro-Mechanics	CL21B105KOFNNNE	Digi-Key	1276-1026-1-ND
6	SMV1234-011LF	D1	1	SOD-323	Skyworks Solutions Inc.	SMV1234-011LF	Digi-Key	863-1131-1-ND
7	CONN SMA	J1, J2, J3, J4, J6	1	SMA_90_PC B	Linx Technologies Inc.	CONSMA020.062-G	Digi-Key	343-CONSMA020.062-G-ND
8	JUMPER3	J5	1	JUMPER3	Adam Tech	PH1-03-UA	Digi-Key	2057-PH1-03-UA-ND
9	SR8800LPQ1357BY	L1	1	Coax_Resonator	Trans-Tech	SR8800LPQ1357BY	RF-Microwave	DRQ-1375 (Ver notas)
10	10nH	L3	1	0603	YAGEO	BSCH0016080810NJ00	Digi-Key	2184-BSCH0016080810NJ00CT-ND
11	10R 5% 1/8W	R1	1	0805	Stackpole Electronics Inc	RMCF0805JG10R0	Digi-Key	RMCF0805JG10R0CT-ND
12	1K 5% 1/8W	R2	1	0805	Stackpole Electronics Inc	RMCF0805JT1K00	Digi-Key	RMCF0805JT1K00CT-ND
13	10K 5% 1/8W	R3	1	0805	Stackpole Electronics Inc	RMCF0805JT10K0	Digi-Key	RMCF0805JT10K0CT-ND
14	VACIO	R4	1	0805	-	-	-	-
15	51R	R5	1	0805	Stackpole Electronics Inc	RMCF0805JT51R0	Digi-Key	RMCF0805JT51R0CT-ND
16	MAX2620	U1	1	uSOP-8_H	Analog Devices Inc./Maxim Integrated	MAX2620EUA+T	Digi-Key	MAX2620EUA+TCT-ND
17	ADP7104ACPZ-R7	U2	1	SO8W	Analog Devices Inc.	ADP7104ACPZ-R7	Digi-Key	505-ADP7104ACPZ-R7CT-ND

Line #	Unit Price	x10 Price	x100 Price	Supplier Link	Notes
1	0,1	0,035	0,032	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/w%C3%BCrth-elektronik/885012207033/5453888">https://www.digikey.com/en/products/detail/w%C3%BCrth-elektronik/885012207033/5453888</a>	
2	0,25	0,048	0,0415	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/nte-electronics-inc/SMC0805C2D7/11647437">https://www.digikey.com/en/products/detail/nte-electronics-inc/SMC0805C2D7/11647437</a>	
3	0,25	0,048	0,0415	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/nte-electronics-inc/SMC0805C1D0/11648497">https://www.digikey.com/en/products/detail/nte-electronics-inc/SMC0805C1D0/11648497</a>	
4	0,1	0,05	0,044	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/w%C3%BCrth-elektronik/885012007046/5453697">https://www.digikey.com/en/products/detail/w%C3%BCrth-elektronik/885012007046/5453697</a>	
5	0,1	0,056	0,025	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/samsung-electro-mechanics/CL21B105KOFNNNE/3886684">https://www.digikey.com/en/products/detail/samsung-electro-mechanics/CL21B105KOFNNNE/3886684</a>	
6	0,89	0,782	0,5996	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/skyworks-solutions-inc/SMV1234-011LF/2052141?s=N4lgjCBpgTAnBalDGUBmBDANgZwKYAOIA9IANogAsADFQBxXwgC6xADgC5QgDKnAJwCWAOWDmlAL6TisCnwCyANTgBmKqQIA">https://www.digikey.com/en/products/detail/skyworks-solutions-inc/SMV1234-011LF/2052141?s=N4lgjCBpgTAnBalDGUBmBDANgZwKYAOIA9IANogAsADFQBxXwgC6xADgC5QgDKnAJwCWAOWDmlAL6TisCnwCyANTgBmKqQIA</a>	
7	2,96	2,82	2,54	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/linux-technologies-inc/CON SMA020-062-G/11482822">https://www.digikey.com/en/products/detail/linux-technologies-inc/CON SMA020-062-G/11482822</a>	
8	0,1	0,05	0,0365	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/adam-tech/PH1-03-UA/9830289">https://www.digikey.com/en/products/detail/adam-tech/PH1-03-UA/9830289</a>	
9	8,75	8,75	8,75	<a href="https://www.rf-microwave.com/en/trans-tech/sr8800spq1474by/1474-mhz-coaxial-resonator/drq-1474/?query=trans-tech&amp;category=all&amp;p=2">https://www.rf-microwave.com/en/trans-tech/sr8800spq1474by/1474-mhz-coaxial-resonator/drq-1474/?query=trans-tech&amp;category=all&amp;p=2</a>	(No es el mismo, se pide por encargo, se encontraron precios de piezas identicas pero distinta frecuencia)
10	0,1	0,049	0,0324	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/chilis-in-electronics/BSCH0016080810NJ00/10508463">https://www.digikey.com/en/products/detail/chilis-in-electronics/BSCH0016080810NJ00/10508463</a>	
11	0,1	0,02	0,0081	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/stackpole-electronics-inc/RMCF0805JG10R0/1711843">https://www.digikey.com/en/products/detail/stackpole-electronics-inc/RMCF0805JG10R0/1711843</a>	
12	0,1	0,02	0,0081	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/stackpole-electronics-inc/RMCF0805JT1K00/1757881">https://www.digikey.com/en/products/detail/stackpole-electronics-inc/RMCF0805JT1K00/1757881</a>	
13	0,1	0,02	0,0081	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/stackpole-electronics-inc/RMCF0805JT10K0/1757762">https://www.digikey.com/en/products/detail/stackpole-electronics-inc/RMCF0805JT10K0/1757762</a>	
14	-	-	-	-	
15	0,1	0,02	0,0081	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/stackpole-electronics-inc/RMCF0805JT51R0/1757922">https://www.digikey.com/en/products/detail/stackpole-electronics-inc/RMCF0805JT51R0/1757922</a>	
16	8,21	8,022	6,7996	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc-maxim-integrated/MAX2620EUA-T/1867438">https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc-maxim-integrated/MAX2620EUA-T/1867438</a>	
17	4,69	4,213	3,4519	<a href="https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc/ADP7104ACPZ-R7/3043436?s=N4lgTCBcDallIBEA KB2AJABgCxxMJIC0BaAJRRAF0BfIA">https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc/ADP7104ACPZ-R7/3043436?s=N4lgTCBcDallIBEA KB2AJABgCxxMJIC0BaAJRRAF0BfIA</a>	

## Mediciones y verificaciones



Para efectuar las mediciones utilizamos un analizador de espectro para el análisis de la señal. El módulo, se alimentará con una fuente de alimentación de bajo ruido capaz de suministrar +3V de CC para la entrada VCONT y a la entrada VCC la podemos alimentar con un rango de +2.7V a +5.25V de CC.

Para realizar la medición nos aseguramos de que la entrada SHDN esté a 3V3. Conectamos el analizador de espectro a la salida OUT.

Para el análisis de la señal de salida utilizamos el analizador de espectro conectado a la salida OUT. Si aplicamos una 1.5v a VCONT, la frecuencia de salida será de 900 MHz. Si variamos la tensión aplicada a VCONT entre 0 V y VCC la frecuencia del oscilador cambia.

Para minimizar el error de medición dejamos que el oscilador funcione por 5 minutos para que alcance la estabilidad térmica.

Para una mejor lectura del analizador de espectro debemos centrar a frecuencia fundamental y establecer un intervalo de frecuencia de 100 kHz.

Aquí podrían hacer un diagrama del set up de medición. Recuerden que deberían comparar el rango de frecuencias de oscilación con la simulación.

Que otras cosas medirían a parte de rango de frecuencias? Ruido?

## **Conclusiones**

Debido a la antigüedad de la bibliografía (EVK-MAX2620) algunos componentes no están disponibles actualmente, fueron reemplazados por su equivalente actual. Un caso es el del diodo varactor que fue reemplazado por el SMV1234, de la misma serie, pero en producción actual. Destacamos la dificultad de acceder a los datos del resonador coaxial, pero es debido a que el número de parte corresponde a una petición especial a la empresa Trans-Tech, hoy parte de Skyworks Solutions Inc. En la lista de materiales se seleccionó un resonador coaxial similar al requerido por el kit de evaluación del MAX2620.

Se utilizaron todos conectores SMA en el diseño del PCB, esto ayuda a conservar la inmunidad al ruido requerida para los ensayos prácticos. En el caso de ensamblar un frontend de RF es muy importante no tener fuentes de ruido en frecuencias elevadas. Esto fue un desafío ya que era importante seleccionar una fuente de energía adecuada para el VCO. Luego de una búsqueda por distintos fabricantes elegimos el ADP7104 por tener una muy buena regulación en carga, y una excelente aislación con sus 60db de PSRR.

Para facilitar el estudio del circuito integrado, se añadió un jumper de 3 posiciones para controlar el pin de SHUTDOWN del MAX2620, lo que permite evaluar su consumo cuando está encendido el oscilador y cuando el mismo se encuentra apagado. Esto es utilizado para estudiar el consumo de energía en estado de reposo, cuando no se está utilizando el oscilador controlable.

Perfecto!! gracias por su trabajo en ambos informes.

## **Bibliografía**

MAXIM (1998). *MAX2620 Evaluation Kit*. California, Estados Unidos. Maxim Integrated Products.

<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX2620EVKIT.pdf>

MAXIM (2002). *10MHz to 1050MHz Integrated RF Oscillator with Buffered Outputs - MAX2620*. (2da Ed.). California, Estados Unidos. Maxim Integrated Products.

<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX2620.pdf>

ANALOG DEVICES (2019). *20 V, 500 mA, Low Noise, CMOS LDO - ADP7102*. (Rev. I). Norwood, Estados Unidos. Analog Devices, Inc.

<https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADP7104.pdf>

referenciar en el texto.