



Trabajo práctico N°3

Comportamiento Térmico de Capacitores y Resistencias

Materia: Tecnología Electrónica

Profesor: González Dondo, Diego

Integrantes:

Schamun Lucas Gabriel, 62378

Ponce Nicolás, 64725

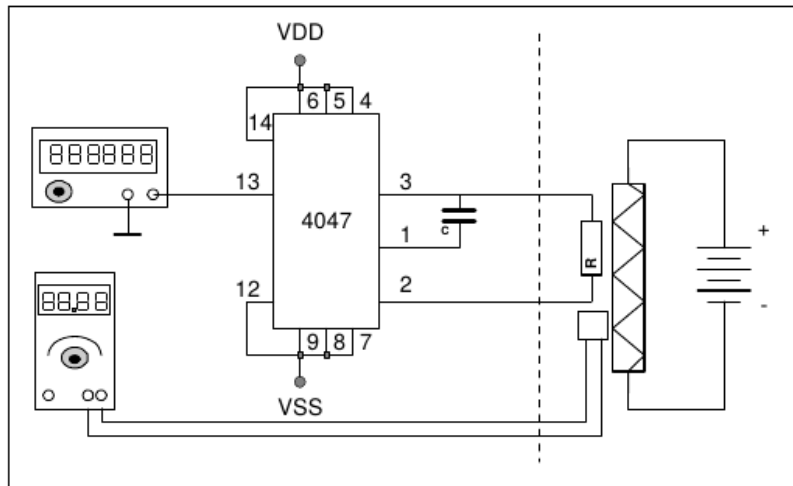
Curso: 5R2



Medición de la variación de la capacidad y la resistencia debidos a cambios de temperatura de operación.

Para las mediciones de las variaciones de las resistencias y capacitores se utilizó un método de medición indirecto. Este consiste en medir la frecuencia de oscilación en función de la temperatura dejando alguno de los elementos a temperatura constante y sometiendo a otro a saltos térmicos controlados.

Circuito utilizado:



La frecuencia de oscilación está determinada por:

$$f_0 = \frac{1}{2,2RC}$$

Donde:

f_0 : Frecuencia de oscilación

R : Valor de resistencia

C : Valor de capacidad

La primera experiencia se realizó manteniendo la temperatura de capacitor constante y se aplicaron saltos de temperatura a distintos tipos de tecnologías de resistencias.

Las resistencias utilizadas fueron:

- 100k Ω Cerámico
- 820k Ω metalfilm
- 22 Ω potencia

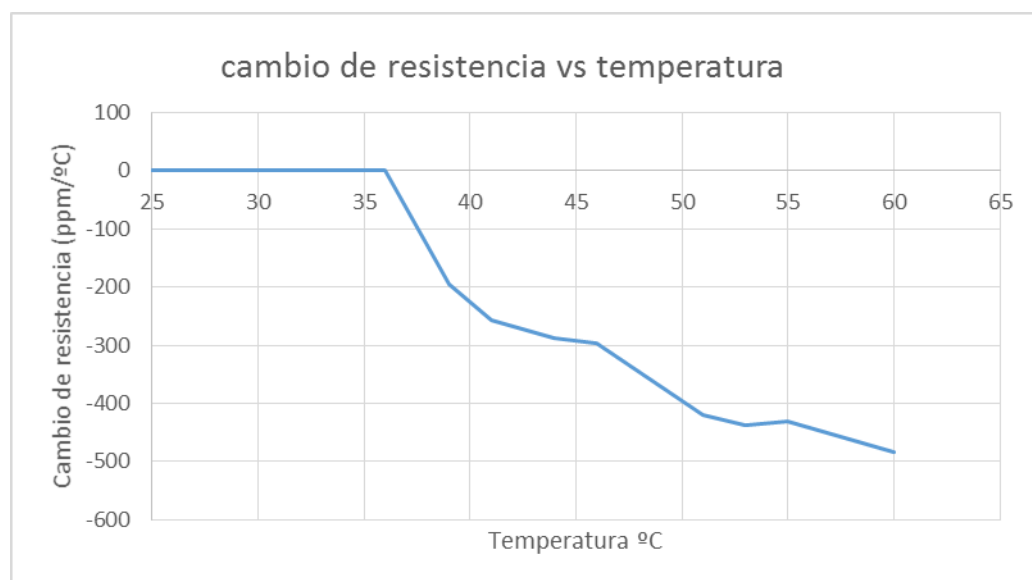
Se montó el circuito propuesto para tal experiencia y se obtuvieron los siguientes resultados:



Resistencia de carbón:



	Frecuencia	Temperatura	Ctr (ppm)	resistencia
Resistencia 100K carbon con capacitor 330pF	14,5	25	0,07474126	94993,8254
	14,5	27	7,1E-06	94993,8254
	14,5	29	3,55E-06	94993,8254
	14,5	32	2,0286E-06	94993,8254
	14,5	33	1,775E-06	94993,8254
	14,5	36	1,2909E-06	94993,8254
	14,54	39	-196,502259	94732,4944
	14,56	41	-257,554944	94602,3673
	14,58	44	-288,787812	94472,5973
	14,6	46	-295,77777	94343,1828
	14,66	51	-419,771224	93957,0579
	14,68	53	-437,913585	93829,051
	14,69	55	-431,132289	93765,1782
	14,75	60	-484,261501	93383,7606

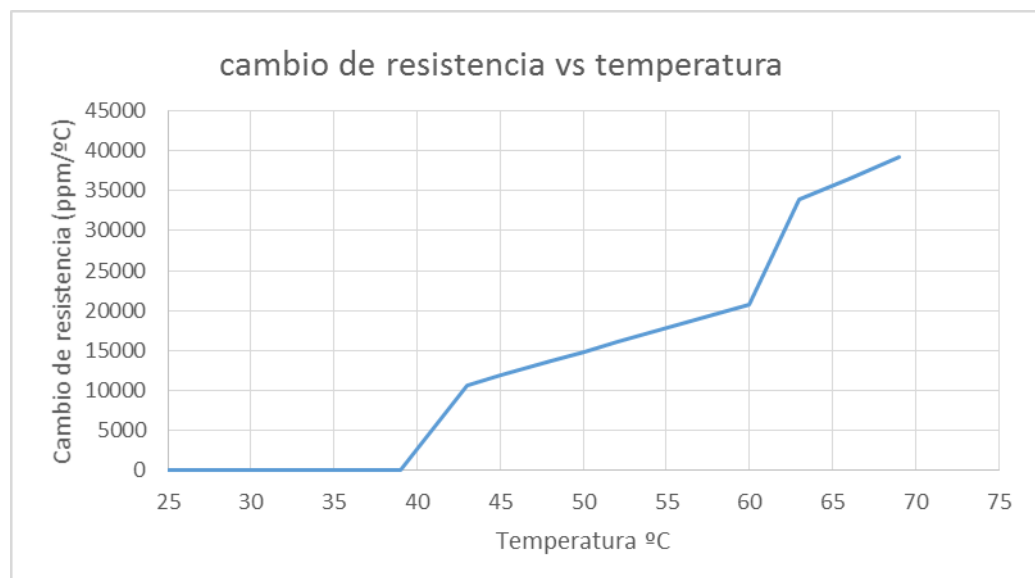




Resistencia metal-film:



	Frecuencia	Temperatura	resistencia	Ctr (%)
Resistencia 820K METAL- FILM con capacitor polyester	3,37	25	408727,142	0
	3,37	29	408727,142	0
	3,37	30	408727,142	0
	3,37	31	408727,142	0
	3,37	34	408727,142	0
	3,37	36	408727,142	0
	3,37	38	408727,142	0
	3,37	39	408727,142	0
	3,368	43	408969,854	1,06888361
	3,368	45	408969,854	1,18764846
	3,368	48	408969,854	1,36579572
	3,368	50	408969,854	1,48456057
	3,368	52	408969,854	1,60332542
	3,368	60	408969,854	2,0783848
	3,367	63	409091,318	3,38580339
	3,367	66	409091,318	3,65310365
	3,367	69	409091,318	3,92040392



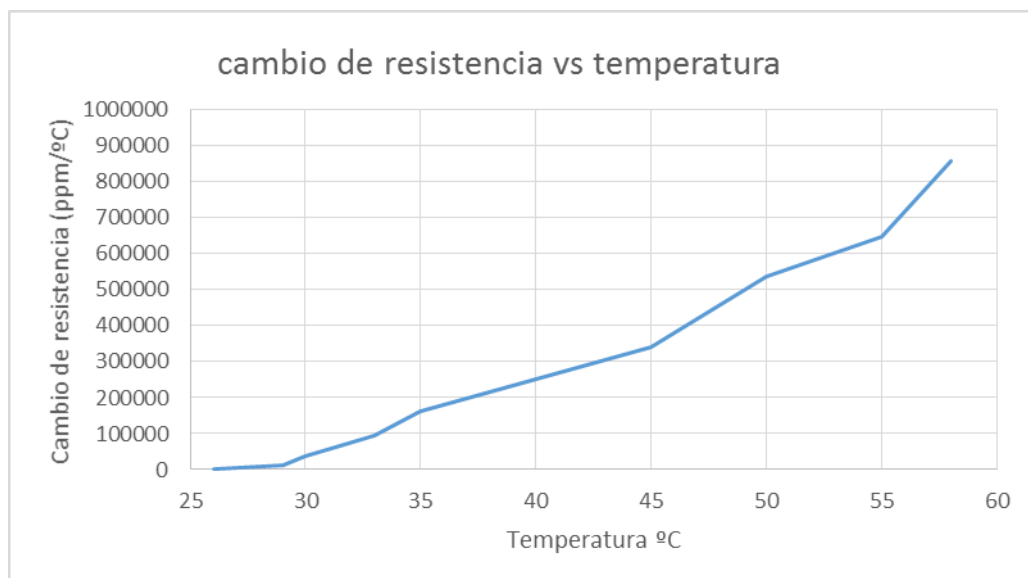


Resistencia de potencia:

Para esta experiencia no se utilizó el método indirecto ya que el bajo valor de la resistencia impide que funcione correctamente el oscilador. Por este motivo se sometió el dispositivo a saltos de temperatura y se midió su resistividad con un multímetro.



	Valor de la resistencia	Temperatura	Ctr (%)
Resistencia de potencia 22 ohm con 5w	22,4	26	0
	22,5	27	0,44642857
	22,5	29	1,33928571
	22,6	30	3,57142857
	22,7	33	9,375
	22,8	35	16,0714286
	22,8	40	25
	22,8	45	33,9285714
	22,9	50	53,5714286
	22,9	55	64,7321429
	23	58	85,7142857

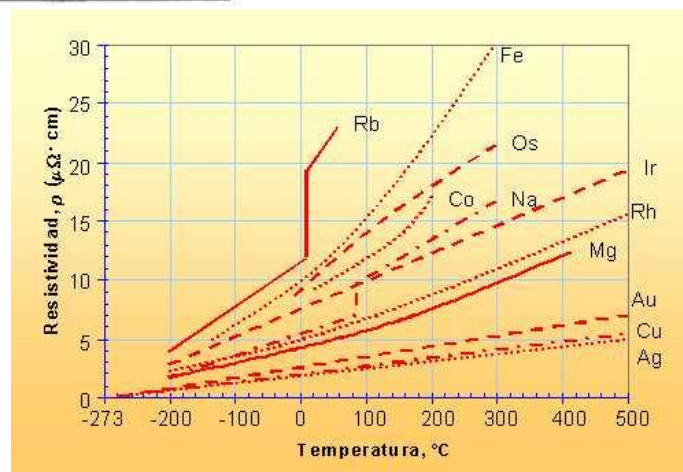




Como se vio, la variación de resistencia es diferente para cada tecnología ya que los materiales con los que se fabrican cada dispositivo son distintos, además la tolerancia de cada resistencia influye también en el valor final. Se puede observar en las siguientes imágenes información con respecto a la variación de la resistividad para distintos materiales, con su determinado coeficiente de temperatura.

Material	Resistencia específica a 20°C en CM · Ω/ft	Coefficiente de variación con la temperatura α, en Ω por °C
Aluminio	17	0.004
Carbono	+	-0.0003
Constantán	295	(promedio)
Cobre	10.4	0.004
Oro	14	0.004
Fierro	58	0.006
Nicromel	676	0.0002
Níquel	52	0.005
Plata	9.8	0.004
Tungsteno	33.8	0.005

Material	α	Material	α
Aluminio	0.0039	Plata	0.0038
Manganita	nulo	Estaño	0.0042
Advance	0.00002	Platino	0.0025
Mercurio	0.00089	Hierro	0.0052
Bronce fosforoso	0.002	Plomo	0.0037
Nicromio	0.00013	Kruppina	0.0007
Carbón	0.0005	Tungsteno	0.0041
Níquel	0.0047	Latón	0.002
Niquelina	0.0002	Wolframio	0.0045
Cobre	0.00382	Oro	0.0034



Luego se realizó manteniendo la temperatura de una resistencia de 100KΩ constante y se aplicaron saltos de temperatura a distintos tipos de tecnologías de capacitores.

Los capacitores utilizados fueron:

- Capacitor de polyester de 100pF
- Capacitor de cerámico de 10nF
- Capacitor de micaplate de 3,9nF

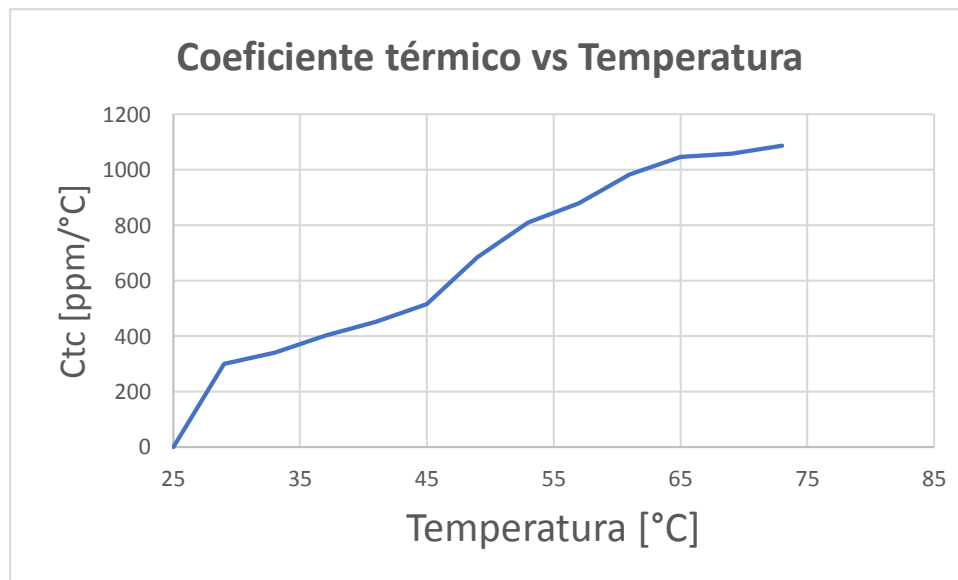
Se montó el circuito propuesto para tal experiencia y se obtuvieron los siguientes resultados:



Capacitor de polyester:



Dispositivo	Frecuencia [KHz]	Temperatura [°C]	Capacitancia [F]	Ctc [ppm/°C]	Variación capacidad [%]
Capacitor polyester 100pF con resistencia 100K	16,67	25	2,72673E-10	0	0
	16,65	29	2,73E-10	300,3003003	0,12012012
	16,6	33	2,73823E-10	340,787845	0,421686747
	16,59	37	2,73988E-10	401,8485031	0,482218204
	16,55	41	2,7465E-10	453,1722054	0,725075529
	16,5	45	2,75482E-10	515,1515152	1,03030303
	16,4	49	2,77162E-10	685,9756098	1,646341463
	16,3	53	2,78862E-10	810,6923751	2,26993865
	16,1	57	2,82326E-10	878,98758	3,540372671
	16,1	61	2,82326E-10	983,436853	3,540372671
	16	65	2,84091E-10	1046,875	4,1875
	16	69	2,84091E-10	1058,25568	4,1875
	16	73	2,84091E-10	1088,24786	4,1875

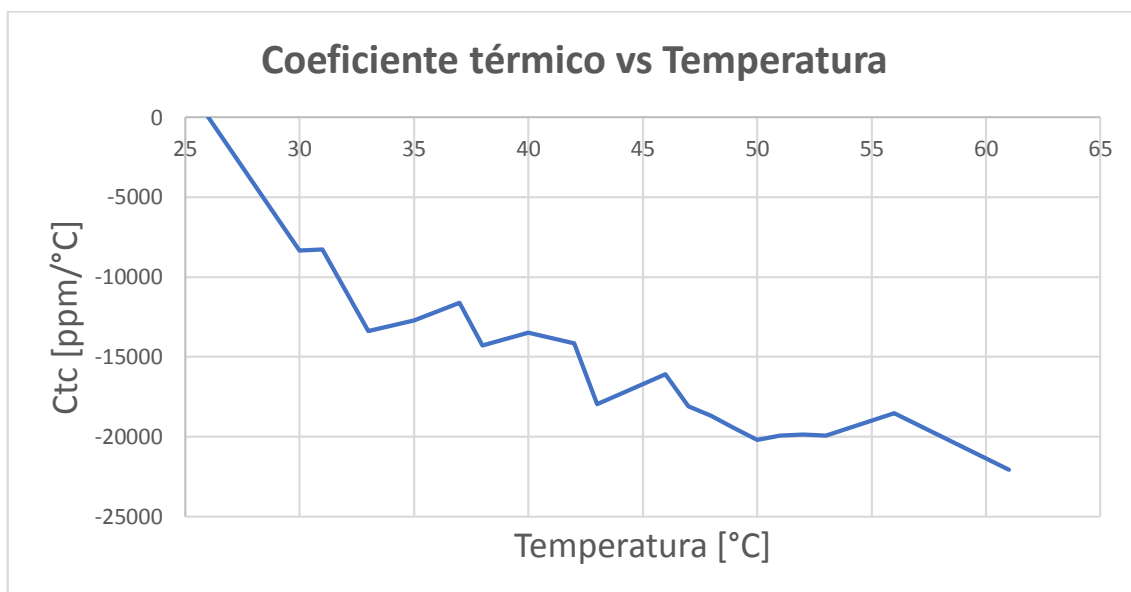




Capacitor de cerámico:

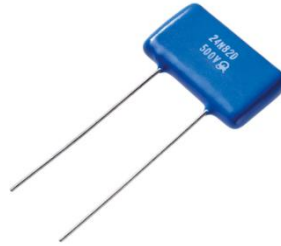


Dispositivo	Frecuencia [Khz]	Temperatura [°C]	Capacitancia [F]	Ctc [ppm/°C]	Variación capacidad [%]
Capacitor ceramico 10nF con resistencia 100K	1,16	26	3,9185E-09	0	0
	1,2	30	3,78788E-09	-8333,33333	-3,333333333
	1,21	31	3,75657E-09	-8264,46281	-4,132231405
	1,28	33	3,55114E-09	-13392,8571	-9,375
	1,31	35	3,46981E-09	-12722,6463	-11,45038168
	1,33	37	3,41763E-09	-11619,959	-12,78195489
	1,4	38	3,24675E-09	-14285,7143	-17,14285714
	1,43	40	3,17864E-09	-13486,5135	-18,88111888
	1,5	42	3,0303E-09	-14166,6667	-22,66666667
	1,67	43	2,72183E-09	-17964,0719	-30,53892216
	1,71	46	2,65816E-09	-16081,8713	-32,16374269
	1,87	47	2,43072E-09	-18079,9593	-37,96791444
	1,97	48	2,30734E-09	-18689,4324	-41,11675127
	2,1	49	2,1645E-09	-19461,6977	-44,76190476
	2,25	50	2,0202E-09	-20185,1852	-48,44444444
	2,31	51	1,96773E-09	-19913,4199	-49,78354978
	2,4	52	1,89394E-09	-19871,7949	-51,66666667
	2,51	53	1,81094E-09	-19920,3187	-53,78486056
	2,61	56	1,74155E-09	-18518,5185	-55,55555556
	2,8	61	1,62338E-09	-22050	-58,57142857

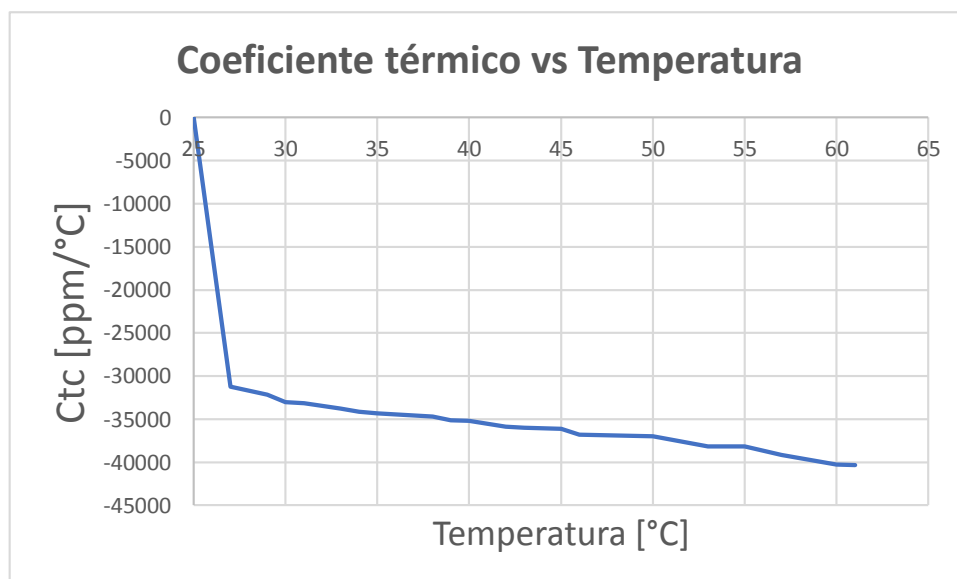




Capacitor de Mica plate:



Dispositivo	Frecuencia [KHz]	Temperatura [°C]	Capacitancia [F]	Ctc [ppm/°C]	Variación capacidad [%]
Capacitor micaplate 3,9nF con resistencia 100K	1,95	25	2,331E-09	0	0
	2,08	27	2,18531E-09	-31250	-6,25
	2,18	29	2,08507E-09	-32178,2487	-10,55045872
	2,27	30	2,0024E-09	-33015,7569	-14,0969163
	2,38	31	1,90985E-09	-33178,2897	-18,06722689
	2,41	32	1,88608E-09	-33478,2158	-19,08713693
	2,52	33	1,80375E-09	-33789,4879	-22,61904762
	2,61	34	1,74155E-09	-34158,8978	-25,28735632
	2,77	35	1,64096E-09	-34298,2874	-29,60288809
	2,87	38	1,58378E-09	-34687,8795	-32,05574913
	2,91	39	1,56201E-09	-35107,9875	-32,98969072
	3,14	40	1,4476E-09	-35208,6879	-37,89808917
	3,2	42	1,42045E-09	-35895,7854	-39,0625
	3,27	43	1,39005E-09	-36011,8795	-40,36697248
	3,38	45	1,34481E-09	-36147,1036	-42,30769231
	3,47	46	1,30993E-09	-36789,1258	-43,80403458
	3,51	50	1,295E-09	-37014,3569	-44,44444444
	3,56	53	1,27681E-09	-38168,1579	-45,2247191
	3,64	55	1,24875E-09	-38169,4876	-46,42857143
	3,64	57	1,24875E-09	-39156,1568	-46,42857143
	3,68	60	1,23518E-09	-40265,8798	-47,01086957
	3,7	61	1,2285E-09	-40358,9879	-47,2972973

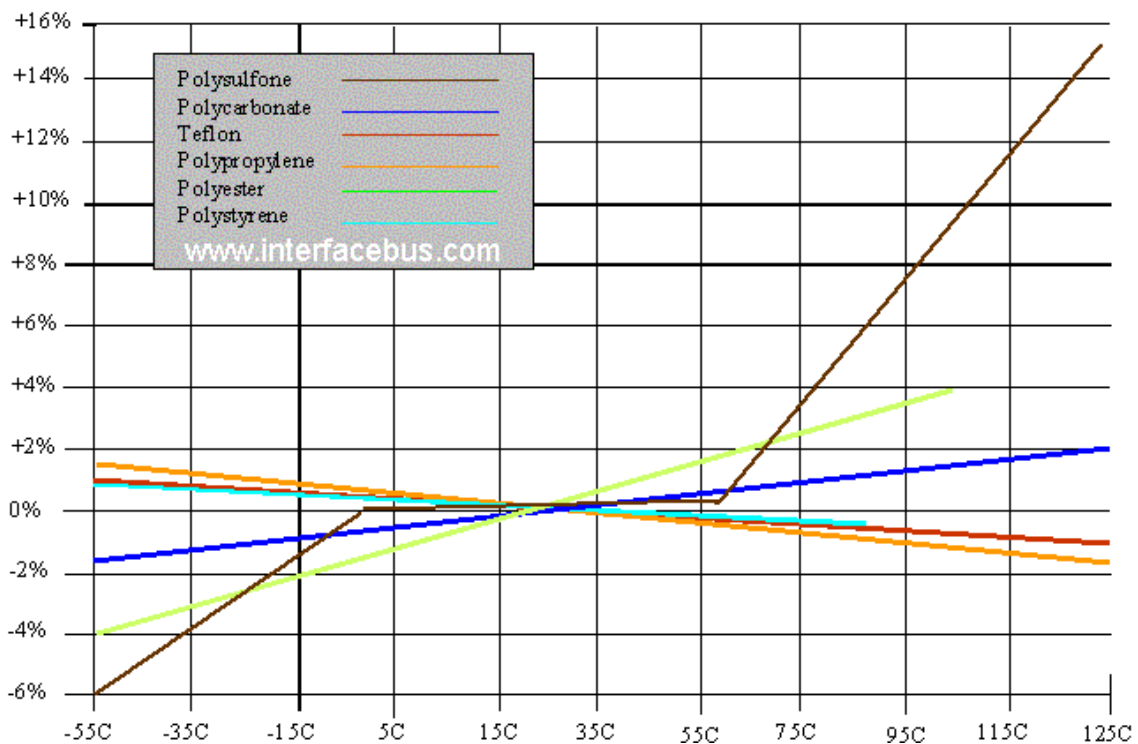


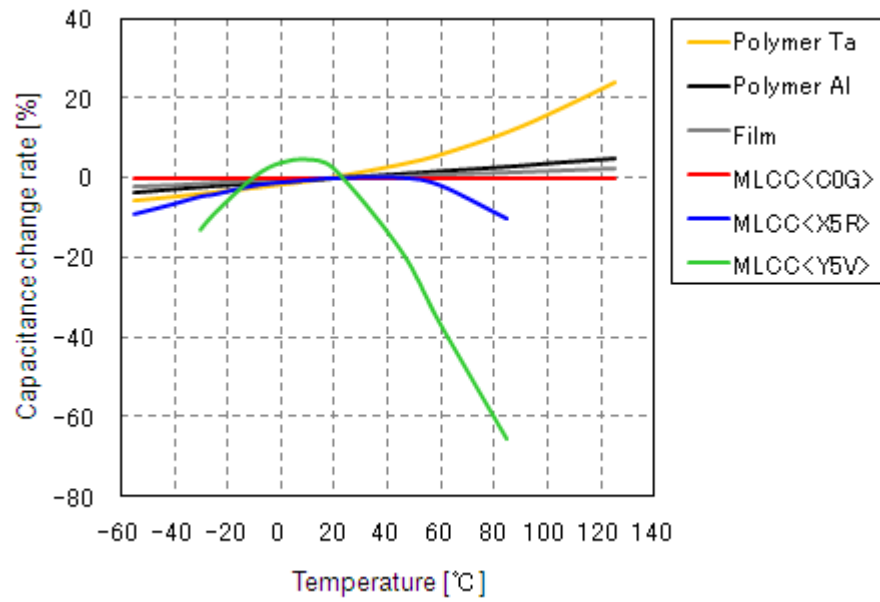


VALOR CAPACITIVO EN PICO FARADIOS (pF)											
Primer color 1ª Cifra	Negro (0)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	Amarillo (4)	Verde (5)	Azul (6)	Violeta (7)	Gris (8)	Blanco (9)	
Segundo color 2ª Cifra	Negro (0)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	Amarillo (4)	Verde (5)	Azul (6)	Violeta (7)	Gris (8)	Blanco (9)	
Tercer color 3ª Cifra	Negro (1)	Marrón (10)	Rojo (100)	Naranja (1000)	Amarillo (10000)	Verde (100000)	Azul —	Violeta (0,001)	Gris (0,01)	Blanco (0,1)	

COEFICIENTE DE TEMPERATURA p.p.m. °C											
Color	Rojo + Violeta (Oro)	Gris oscuro	Negro	Marrón	Rojo oscuro	Rojo claro	Naranja	Verde oscuro	Azul claro	Violeta	Azul oscuro
Coefficiente (x 10 ⁻⁶)	+100	+33	0	-33	-47	-75	-220	-330	-475	-750	-1500

TOLERANCIA											
C < 10 pF (+/- pF)	Negro (2)	Marrón (0,01)	—	—	—	Verde (0,1)	—	—	Gris (0,25)	Blanco (1)	
C ≥ 10 pF (+/- %)	Negro (20)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	—	Verde (5)	—	—	—	Blanco (10)	



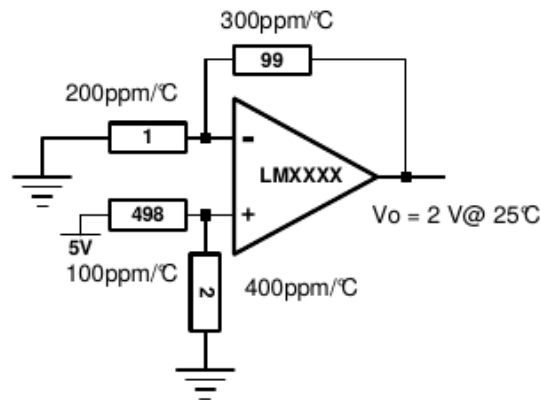




Ejercicios sobre los efectos en circuitos a causa de los cambios de valores de los componentes:

Amplificador operacional:

En el siguiente circuito determinar el voltaje final de salida para una temperatura de 100 °C si el valor a 25°C es el indicado para R y amplificación.



La resistencia resultante con el cambio de temperatura viene dada por:

$$R_f = \frac{R_i CT_r \Delta T}{10^6} + R_i$$

Valores de resistencias a 100°C ($\Delta T=75^\circ\text{C}$)

- R1: 99 Ω \rightarrow 101,227 Ω
- R2: 1 Ω \rightarrow 1,015 Ω
- R3: 498 Ω \rightarrow 501,735 Ω
- R4: 2 Ω \rightarrow 2,06 Ω

El voltaje de salida viene dado por

$$V_o = 5 * \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4} \right) \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) = 2,06V$$

Se sabe que el valor de la tensión de salida era de 2V para una temperatura de 25°C. Por consecuencia al cambio de valores en los componentes tenemos una variación del 3% en la tensión de salida



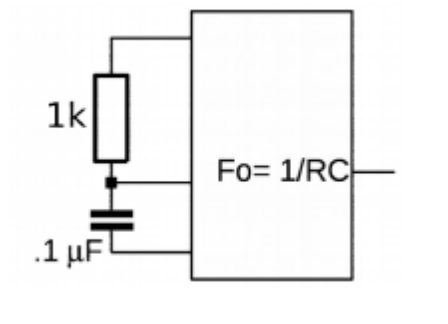
En el circuito anterior ¿Cuál será la banda de error en la amplificación si las resistencias presentan una tolerancia del 10 %? Expresar en +/- %.

La variación de voltaje en la salida viene dado por el diferencial total:

$$\Delta V_o = 5 \left(\frac{R_1 R_4 \Delta R_2}{(R_3 + R_4) R_2^2} + \frac{R_4 \Delta R_1}{(R_3 + R_4) R_2} + \frac{R_3 \Delta R_4}{(R_3 + R_4)^2} \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) + \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) R_4 \frac{\Delta R_3}{R_3^2} \right)$$

Realizando el cálculo teniendo en cuenta las tolerancias del 10% obtenemos una $\Delta V_o = \pm 0,62V$
Es equivalente a un error = $\pm 30\%$

Oscilador:



Se pretende construir un oscilador RC, como el de la figura, donde el capacitor tiene un CTC = - 0,05 [%/°C], y su tolerancia es de 10 %, el resistor presenta un CTR = 200 ppm/°C y una tolerancia de 5 %.

Determinar la banda de frecuencia de oscilación teniendo en cuenta las tolerancias de los componentes. Luego determinar la frecuencia de oscilación sin tener en cuenta las tolerancias para una a 75°C si los valores presentados son para 25°C.

Frecuencia mínima y máxima debido a las tolerancias:

$$f_{min} = \frac{1}{(R + 0,1R)(C + 0,05C)} = 865,8 \text{ Hz}$$

$$f_{max} = \frac{1}{(R - 0,1R)(C - 0,05C)} = 1169,59 \text{ Hz}$$



Valores de capacitancia y resistencia debido a cambios de temperatura:

$$C_f = \frac{CT_C C_i \Delta T}{100} + C_i = 975 nF$$

$$R_f = \frac{CT_R R_i \Delta T}{100} + R_i = 110 \Omega$$

Entonces la frecuencia de oscilación será:

$$f_{max} = 1015,46 \text{ Hz}$$

Conclusión

En el presente informe se comprobó la influencia que tiene la temperatura en la variación de la frecuencia de capacitores y resistencia, con diferentes tecnologías. Así como también, se evaluó el efecto de las tolerancias en dichos componentes.

En el caso del análisis de las resistencias, para la tecnología de carbón, al aumentar la temperatura, fue el único material en el que se obtuvo una pendiente negativa en la gráfica, luego para las resistencias de metal-film y la de potencia, la pendiente resultó positiva.

Luego para los capacitores, la gráfica para el capacitor de polyester fue la única con pendiente positiva, y la variación con respecto a la temperatura fue menor en comparación con los capacitores de cerámico y metal film.