

# **CORSO DI MISURE ELETTRONICHE**

**a.a. 2020/2021**

**Docente: PROF. ING. PASQUALE DAPONTE**

**ELABORATO RELATIVO ALL'ESERCITAZIONE N. 3**

## **“CARATTERIZZAZIONE DI UN FILTRO RC”**

**EFFETTUATA IN DATA 11.12.2020 DAGLI STUDENTI DEL GRUPPO N. 13  
COMPOSTO DA:**

***BOCCHINO Daniele***

***matr. 863000271***

***CROVELLA Alessio***

***matr. 862002168***

***RANAURO Giuliano***

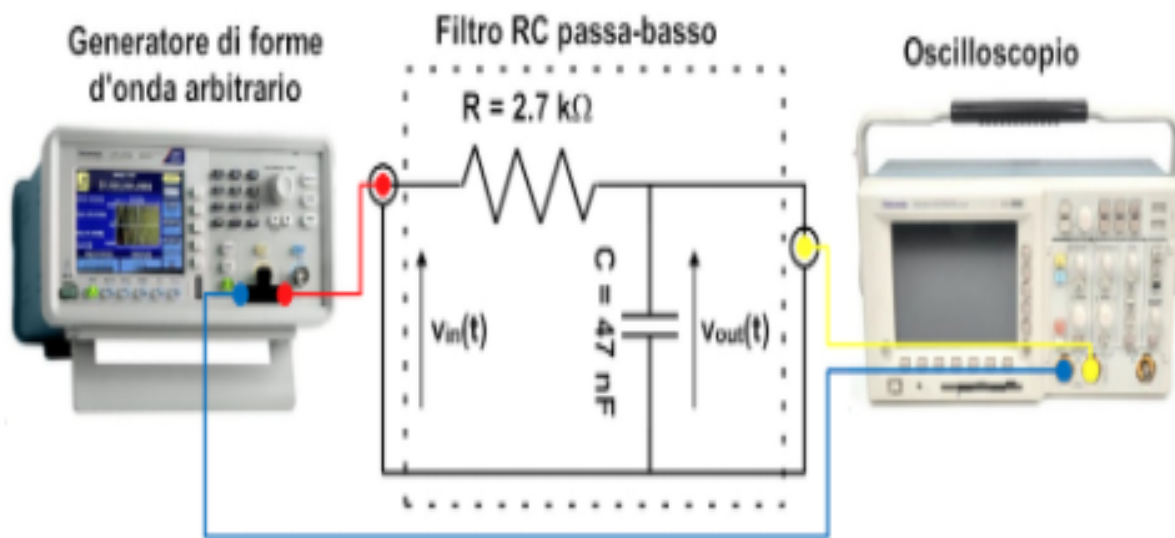
***matr. 863002135***

***RICCIUTO Luigi***

***matr. 863002184***

## SCOPO

Lo scopo dell'esercitazione è quello di misurare il modulo e la fase della risposta in frequenza di un filtro RC passa-basso e misurare la frequenza di taglio del filtro RC passa-basso.



## DESCRIZIONE

Il circuito analizzato è formato da un generatore di forme d'onda arbitrario **Tektronix AFG1062** collegato tramite dei morsetti in serie ad una resistenza di  $R = 2,7\text{ k}\Omega$  con una tolleranza del 10% ad un condensatore di  $C = 47\text{ nF}$  con una tolleranza del 20%. La tensione, l'ampiezza e la frequenza di uscita si misura tramite un oscilloscopio **Tektronix TDS3012B** applicato ai capi del condensatore.

Nell'elaborazione dei dati sono state eseguite trenta misure di tensione in ingresso e uscita, di ampiezza e di fase per ogni frequenza applicata al generatore in Hz (100, 800, 850, 900, 950, 1000, 1050, 1100, 1150, 1200, 1250, 1300, 1000). Dopo di che è stata calcolata la media dei vari valori (tensione in ingresso e in uscita, ampiezza e frequenza in uscita) per ogni tipo di frequenza. È stato calcolato il guadagno delle medie delle tensioni,

l'incertezza del guadagno, l'incertezza della media della fase e l'incertezza della media della frequenza. Tutto questo per ogni tipo di frequenza in ingresso ed i risultati sono stati trascritti nelle tabelle seguenti.

#### MISURAZIONI EFFETTUATE PER OGNI FREQUENZA

N.	Frequenza [Hz]	Ampiezza Ch1 [V]	Ampiezza Ch2 [V]	Fase [°]	Frequenza [Hz]
1	100	1,98	1,97	-6,9452	99,88
2	100	1,98	1,97	-6,7227	99,96
3	100	1,98	1,97	-6,3063	99,93
4	100	1,97	1,97	-6,5347	100,12
5	100	1,98	1,97	-7,3933	100,08
6	100	1,98	1,97	-7,2194	99,83
7	100	1,98	1,97	-6,3809	99,98
8	100	1,98	1,97	-7,4356	100,04
9	100	1,98	1,97	-6,5310	99,98
10	100	1,98	1,97	-6,7945	99,89
11	100	1,98	1,97	-6,7954	100,30
12	100	1,98	1,97	-7,0102	100,11
13	100	1,98	1,97	-6,7954	99,81
14	100	1,98	1,97	-6,7999	99,96
15	100	1,98	1,97	-7,0183	100,02
16	100	1,98	1,97	-6,6774	100,14
17	100	1,98	1,97	-6,7414	99,93
18	100	1,98	1,97	-6,9023	100,10
19	100	1,97	1,97	-6,4331	99,89
20	100	1,98	1,97	-6,5392	100,06
21	100	1,98	1,97	-6,9657	99,91
22	100	1,98	1,97	-5,9497	100,06
23	100	1,97	1,97	-6,6082	100,06
24	100	1,98	1,97	-6,3938	100,08
25	100	1,98	1,97	-7,1695	100,06
26	100	1,98	1,97	-7,3231	99,80
27	100	1,98	1,97	-6,0138	100,11
28	100	1,98	1,97	-6,1905	100,12
29	100	1,98	1,96	-6,8995	100,03
30	100	1,98	1,97	-6,5906	99,98

N.	Frequenza [Hz]	Ampiezza Ch1 [V]	Ampiezza Ch2 [V]	Fase [°]	Frequenza [Hz]
1	800	1,96	1,516	-39,521	800,34
2	800	1,98	1,512	-39,202	799,94
3	800	1,98	1,512	-37,999	798,47
4	800	1,97	1,512	-38,460	801,92
5	800	1,97	1,512	-38,774	800,09
6	800	1,98	1,516	-38,588	799,55
7	800	1,98	1,516	-38,784	799,36
8	800	1,97	1,516	-38,335	799,84
9	800	1,97	1,516	-38,289	798,49
10	800	1,97	1,512	-38,640	799,49
11	800	1,98	1,516	-38,708	802,05
12	800	1,98	1,520	-39,036	799,74
13	800	1,98	1,520	-38,971	800,17
14	800	1,97	1,516	-38,647	800,38
15	800	1,97	1,516	-38,362	800,74
16	800	1,97	1,516	-39,199	802,57
17	800	1,97	1,512	-37,972	802,57
18	800	1,96	1,516	-39,018	800,77
19	800	1,96	1,512	-39,805	799,74
20	800	1,98	1,516	-38,759	798,98
21	800	1,97	1,512	-37,715	800,58
22	800	1,98	1,516	-38,603	800,77
23	800	1,96	1,516	-39,209	798,72
24	800	1,98	1,516	-39,229	802,18
25	800	1,96	1,512	-38,768	799,62
26	800	1,97	1,512	-38,631	799,04
27	800	1,97	1,516	-38,172	800,83
28	800	1,97	1,516	-38,267	799,04
29	800	1,97	1,512	-39,373	800,45
30	800	1,97	1,516	-39,006	801,96

N.	Frequenza [Hz]	Ampiezza Ch1 [V]	Ampiezza Ch2 [V]	Fase [°]	Frequenza [Hz]
1	850	1,96	1,484	-40,265	851,21
2	850	1,96	1,472	-40,410	850,89
3	850	1,97	1,480	-39,937	850,34
4	850	1,96	1,480	-40,335	850,92
5	850	1,96	1,480	-40,455	849,76
6	850	1,97	1,480	-40,577	850,34
7	850	1,97	1,480	-40,060	848,18
8	850	1,96	1,480	-39,986	850,34
9	850	1,96	1,480	-39,926	849,47
10	850	1,97	1,480	-40,112	850,69
11	850	1,96	1,480	-40,882	850,32
12	850	1,98	1,480	-40,895	850,92
13	850	1,97	1,480	-39,952	847,89
14	850	1,97	1,480	-39,622	850,05
15	850	1,96	1,480	-40,114	851,79
16	850	1,97	1,480	-39,639	849,70
17	850	1,96	1,472	-40,742	850,85
18	850	1,97	1,480	-39,775	848,32
19	850	1,96	1,472	-40,226	851,50
20	850	1,97	1,480	-40,255	851,14
21	850	1,96	1,484	-40,185	850,05
22	850	1,97	1,480	-39,618	852,59
23	850	1,96	1,480	-40,129	850,08
24	850	1,96	1,480	-40,346	850,34
25	850	1,96	1,480	-40,299	850,20
26	850	1,96	1,480	-40,628	849,40
27	850	1,96	1,480	-40,501	850,63
28	850	1,96	1,480	-39,313	848,39
29	850	1,96	1,480	-40,163	850,34
30	850	1,96	1,480	-40,535	850,75

N.	Frequenza [Hz]	Ampiezza Ch1 [V]	Ampiezza Ch2 [V]	Fase [°]	Frequenza [Hz]
1	900	1,98	1,448	-41,842	902,77
2	900	1,96	1,448	-41,450	900,66
3	900	1,97	1,448	-42,193	901,44
4	900	1,97	1,448	-41,399	900,25
5	900	1,97	1,448	-41,520	899,50
6	900	1,98	1,448	-42,225	901,33
7	900	1,97	1,448	-41,045	901,39
8	900	1,96	1,448	-41,160	902,45
9	900	1,97	1,448	-41,857	900,04
10	900	1,98	1,440	-41,042	899,89
11	900	1,97	1,440	-41,484	900,47
12	900	1,96	1,440	-41,733	897,69
13	900	1,98	1,448	-41,148	899,60
14	900	1,97	1,448	-41,972	901,31
15	900	1,96	1,448	-41,122	899,85
16	900	1,98	1,448	-42,167	901,88
17	900	1,98	1,448	-41,572	899,04
18	900	1,97	1,448	-42,389	902,53
19	900	1,96	1,448	-41,215	901,84
20	900	1,96	1,448	-41,470	898,63
21	900	1,98	1,448	-42,078	900,17
22	900	1,97	1,448	-40,727	899,60
23	900	1,97	1,448	-41,104	896,50
24	900	1,97	1,448	-41,416	901,88
25	900	1,97	1,448	-41,658	900,25
26	900	1,98	1,448	-41,202	902,81
27	900	1,97	1,440	-41,140	901,88
28	900	1,97	1,448	-42,045	900,55
29	900	1,97	1,448	-41,830	900,09
30	900	1,97	1,448	-41,680	901,23

N.	Frequenza [Hz]	Ampiezza Ch1 [V]	Ampiezza Ch2 [V]	Fase [°]	Frequenza [Hz]
1	950	1,98	1,408	-43,197	951,11
2	950	1,96	1,408	-43,508	951,16
3	950	1,96	1,408	-43,804	950,57
4	950	1,96	1,412	-42,650	959,97
5	950	1,97	1,408	-43,474	954,20
6	950	1,98	1,408	-43,512	950,81
7	950	1,96	1,408	-43,498	950,21
8	950	1,97	1,408	-43,529	946,25
9	950	1,97	1,408	-43,101	949,49
10	950	1,97	1,408	-43,731	950,09
11	950	1,96	1,408	-43,633	951,66
12	950	1,97	1,408	-43,321	950,21
13	950	1,96	1,404	-43,262	949,31
14	950	1,98	1,408	-42,974	949,85
15	950	1,97	1,408	-44,036	949,79
16	950	1,97	1,408	-43,336	948,14
17	950	1,98	1,408	-43,917	947,77
18	950	1,98	1,404	-43,331	947,69
19	950	1,97	1,404	-43,551	947,69
20	950	1,97	1,408	-43,073	949,44
21	950	1,97	1,408	-43,656	949,67
22	950	1,97	1,412	-43,069	951,20
23	950	1,97	1,408	-43,458	950,30
24	950	1,98	1,404	-43,311	950,48
25	950	1,97	1,408	-43,017	949,49
26	950	1,97	1,404	-43,591	947,13
27	950	1,97	1,404	-42,861	947,81
28	950	1,97	1,404	-42,948	948,41
29	950	1,96	1,408	-42,959	950,24
30	950	1,96	1,408	-43,375	949,85

N.	Frequenza [Hz]	Ampiezza Ch1 [V]	Ampiezza Ch2 [V]	Fase [°]	Frequenza [Hz]
1	1000	1,98	1,400	-44,640	999,32
2	1000	1,98	1,396	-45,098	997,79
3	1000	1,99	1,392	-44,094	1000,6
4	1000	1,99	1,396	-45,007	998,65
5	1000	1,98	1,392	-44,465	1000,3
6	1000	1,97	1,396	-43,771	1000,1
7	1000	2,00	1,396	-44,803	1000,7
8	1000	1,99	1,396	-42,229	999,81
9	1000	1,99	1,392	-45,905	999,73
10	1000	1,99	1,396	-44,056	996,41
11	1000	1,98	1,396	-45,944	996,41
12	1000	1,98	1,396	-44,360	997,80
13	1000	1,98	1,392	-44,427	998,40
14	1000	1,99	1,392	-44,856	996,44
15	1000	1,99	1,392	-44,937	1002,2
16	1000	1,98	1,396	-44,932	998,15
17	1000	1,99	1,400	-44,467	998,60
18	1000	1,98	1,400	-43,824	1003,20
19	1000	1,98	1,396	-44,295	996,10
20	1000	1,99	1,396	-44,272	1000,2
21	1000	1,98	1,396	-45,432	1003,2
22	1000	1,98	1,396	-42,396	1002,1
23	1000	1,98	1,396	-45,090	1001,6
24	1000	1,99	1,396	-44,486	1001,4
25	1000	1,99	1,396	-43,730	999,93
26	1000	1,98	1,392	-43,978	998,56
27	1000	1,98	1,400	-44,289	1000,4
28	1000	1,99	1,392	-44,630	998,42
29	1000	1,98	1,400	-44,710	999,00
30	1000	1,99	1,404	-43,964	998,81



N.	Frequenza [Hz]	Ampiezza Ch1 [V]	Ampiezza Ch2 [V]	Fase [°]	Frequenza [Hz]
1	1050	1,98	1,364	-45,459	1052,1
2	1050	1,99	1,364	-44,832	1051,3
3	1050	1,98	1,360	-44,380	1045,8
4	1050	1,99	1,364	-44,189	1048,0
5	1050	2,00	1,364	-45,022	1047,0
6	1050	1,99	1,368	-44,102	1050,8
7	1050	2,00	1,260	-43,585	1048,6
8	1050	1,99	1,360	-45,015	1052,2
9	1050	1,99	1,368	-44,433	1049,5
10	1050	1,98	1,360	-44,697	1050,1
11	1050	1,98	1,364	-45,035	1053,4
12	1050	1,99	1,364	-43,833	1051,1
13	1050	1,99	1,364	-44,948	1052,5
14	1050	2,00	1,364	-44,948	1052,5
15	1050	2,00	1,360	-44,452	1051,1
16	1050	1,99	1,364	-44,418	1052,0
17	1050	2,00	1,360	-45,145	1052,4
18	1050	1,99	1,364	-45,487	1050,2
19	1050	1,98	1,360	-44,091	1051,1
20	1050	1,98	1,364	-43,057	1051,9
21	1050	2,00	1,360	-44,431	1049,6
22	1050	1,99	1,364	-44,861	1051,5
23	1050	1,98	1,360	-45,110	1050,4
24	1050	1,97	1,368	-43,918	1050,4
25	1050	1,99	1,360	-44,634	1052,8
26	1050	1,99	1,368	-44,731	1047,0
27	1050	2,00	1,368	-44,946	1053,1
28	1050	1,98	1,364	-44,710	1052,3
29	1050	2,00	1,368	-44,675	1051,2
30	1050	1,99	1,364	-45,793	1051,5

N.	Frequenza [Hz]	Ampiezza Ch1 [V]	Ampiezza Ch2 [V]	Fase [°]	Frequenza [Hz]
1	1100	1,97	1,328	-46,11	1098,8
2	1100	1,98	1,324	-46,04	1094,5
3	1100	1,97	1,324	-47,65	1099,2
4	1100	1,98	1,328	-45,95	1102,9
5	1100	1,97	1,336	-45,49	1102,9
6	1100	1,99	1,336	-46,49	1098,4
7	1100	1,98	1,328	-46,01	1098,4
8	1100	1,99	1,336	-45,55	1102,5
9	1100	1,98	1,336	-46,89	1100,1
10	1100	1,97	1,324	-45,44	1097,0
11	1100	1,99	1,328	-45,67	1100,1
12	1100	1,98	1,328	-46,75	1103,3
13	1100	2,01	1,336	-45,91	1103,3
14	1100	1,99	1,328	-46,04	1099,1
15	1100	1,99	1,336	-45,67	1101,2
16	1100	1,97	1,328	-45,61	1100,9
17	1100	1,98	1,336	-45,90	1102,5
18	1100	1,99	1,328	-46,17	1103,0
19	1100	1,99	1,336	-35,87	1099,1
20	1100	1,99	1,336	-46,68	1098,7
21	1100	2,00	1,332	-46,40	1102,3
22	1100	1,99	1,336	-45,20	1109,0
23	1100	1,99	1,336	-47,21	1098,0
24	1100	1,98	1,336	-45,91	1098,1
25	1100	1,98	1,336	-46,13	1100,4
26	1100	2,00	1,332	-44,56	1100,3
27	1100	1,98	1,332	-45,51	1099,4
28	1100	1,98	1,336	-46,88	1099,6
29	1100	1,99	1,336	-46,20	1101,1
30	1100	1,99	1,332	-45,78	1096,7

N.	Frequenza [Hz]	Ampiezza Ch1 [V]	Ampiezza Ch2 [V]	Fase [°]	Frequenza [Hz]
1	1150	1,98	1,300	-47,718	1148,5
2	1150	1,99	1,304	-46,610	1148,9
3	1150	1,99	1,300	-48,483	1148,4
4	1150	2,00	1,300	-47,069	1149,6
5	1150	1,99	1,308	-56,579	1148,1
6	1150	1,99	1,300	-48,036	1150,6
7	1150	1,99	1,304	-47,935	1150,0
8	1150	1,99	1,300	-46,702	1149,1
9	1150	1,98	1,300	-49,691	1149,3
10	1150	1,99	1,304	-47,325	1147,7
11	1150	2,00	1,304	-47,230	1146,7
12	1150	1,98	1,300	-47,760	1153,4
13	1150	1,99	1,304	-47,666	1149,7
14	1150	1,99	1,300	-47,152	1150,1
15	1150	1,98	1,304	-46,930	1152,8
16	1150	2,00	1,304	-46,710	1143,7
17	1150	1,97	1,300	-46,608	1152,3
18	1150	2,00	1,300	-48,047	1149,2
19	1150	1,99	1,300	-48,010	1148,1
20	1150	1,98	1,365	-43,057	1051,9
21	1150	2,00	1,360	-44,431	1049,6
22	1150	1,99	1,364	-44,860	1051,5
23	1150	1,98	1,360	-45,110	1050,0
24	1150	1,97	1,368	-43,918	1050,4
25	1150	1,99	1,360	-44,634	1052,3
26	1150	1,99	1,368	-44,731	1047,0
27	1150	2,00	1,368	-44,946	1053,1
28	1150	1,98	1,364	-44,710	1052,3
29	1150	2,00	1,360	-44,670	1051,2
30	1150	1,99	1,364	-45,793	1051,5

N.	Frequenza [Hz]	Ampiezza Ch1 [V]	Ampiezza Ch2 [V]	Fase [°]	Frequenza [Hz]
1	1200	1,97	1,268	-47,548	1197,6
2	1200	1,97	1,264	-47,984	1198,2
3	1200	1,97	1,264	-47,081	1201,3
4	1200	1,98	1,264	-48,616	1200,4
5	1200	1,97	1,272	-47,279	1201,6
6	1200	1,98	1,264	-48,055	1198,2
7	1200	1,97	1,272	-48,303	1198,9
8	1200	1,99	1,268	-48,047	1199,5
9	1200	1,97	1,268	-47,750	1196,2
10	1200	1,99	1,260	-48,843	1196,2
11	1200	1,98	1,268	-48,630	1199,2
12	1200	1,97	1,272	-47,415	1196,5
13	1200	1,97	1,268	-47,743	1200,8
14	1200	1,98	1,268	-48,195	1200,5
15	1200	1,96	1,272	-48,130	1203,2
16	1200	1,99	1,268	-48,408	1195,6
17	1200	1,99	1,268	-48,057	1195,9
18	1200	1,98	1,272	-47,964	1201,8
19	1200	1,98	1,268	-47,827	1199,9
20	1200	1,98	1,272	-48,670	1199,9
21	1200	1,99	1,272	-47,122	1198,2
22	1200	1,98	1,268	-48,276	1201,3
23	1200	1,98	1,272	-48,242	1200,9
24	1200	1,98	1,268	-47,725	1197,3
25	1200	1,98	1,272	-47,806	1200,2
26	1200	1,98	1,268	-47,668	1200,2
27	1200	1,98	1,268	-47,863	1203,4
28	1200	1,98	1,268	-47,830	1201,5
29	1200	1,99	1,272	-47,414	1200,2
30	1200	1,98	1,268	-47,900	1198,0

N.	Frequenza [Hz]	Ampiezza Ch1 [V]	Ampiezza Ch2 [V]	Fase [°]	Frequenza [Hz]
1	1250	1,97	1,240	-49,600	1249,1
2	1250	1,99	1,236	-49,478	1253,8
3	1250	1,99	1,240	-49,702	1252,8
4	1250	1,98	1,240	-49,910	1252,0
5	1250	1,97	1,240	-49,680	1252,3
6	1250	1,99	1,240	-48,374	1248,8
7	1250	1,97	1,240	-49,579	1248,7
8	1250	1,98	1,244	-48,774	1250,3
9	1250	1,99	1,244	-48,245	1247,7
10	1250	1,98	1,240	-49,295	1251,1
11	1250	1,98	1,240	-49,295	1251,1
12	1250	1,98	1,244	-48,719	1250,5
13	1250	2,00	1,240	-48,442	1252,8
14	1250	1,99	1,244	-49,132	1246,8
15	1250	1,99	1,244	-48,893	1246,0
16	1250	1,99	1,236	-48,442	1249,9
17	1250	1,99	1,240	-49,470	1250,3
18	1250	1,99	1,240	-49,064	1250,0
19	1250	1,98	1,236	-49,724	1253,7
20	1250	1,97	1,244	-49,724	1240,6
21	1250	1,99	1,240	-48,259	1247,2
22	1250	1,97	1,240	-50,093	1249,4
23	1250	1,99	1,244	-49,830	1249,4
24	1250	1,99	1,240	-50,027	1252,0
25	1250	1,99	1,244	-49,333	1250,9
26	1250	1,99	1,236	-50,612	1252,1
27	1250	1,99	1,240	-48,671	1250,8
28	1250	1,98	1,244	-50,092	1243,1
29	1250	1,98	1,244	-50,103	1250,5
30	1250	1,98	1,240	-50,265	1253,1

N.	Frequenza [Hz]	Ampiezza Ch1 [V]	Ampiezza Ch2 [V]	Fase [°]	Frequenza [Hz]
1	1300	1,97	1,216	-49,836	1299,4
2	1300	2,00	1,212	-49,219	1300,7
3	1300	1,99	1,212	-50,884	1295,9
4	1300	1,99	1,212	-51,248	1301,0
5	1300	1,99	1,212	-50,429	1301,5
6	1300	1,99	1,208	-50,466	1300,8
7	1300	1,99	1,216	-50,736	1299,2
8	1300	1,99	1,212	-51,288	1299,2
9	1300	1,98	1,212	-50,261	1299,0
10	1300	1,99	1,220	-49,673	1299,6
11	1300	1,99	1,208	-49,689	1299,7
12	1300	1,99	1,208	-49,689	1299,7
13	1300	1,99	1,216	-49,808	1297,7
14	1300	1,99	1,212	-50,494	1304,4
15	1300	1,99	1,220	-51,678	1299,0
16	1300	1,99	1,212	-49,478	1300,2
17	1300	1,99	1,212	-51,501	1301,4
18	1300	1,99	1,212	-49,330	1299,0
19	1300	1,99	1,212	-50,462	1304,4
20	1300	2,00	1,212	-50,651	1298,4
21	1300	1,99	1,212	-49,982	1299,7
22	1300	1,99	1,220	-49,904	1304,1
23	1300	1,98	1,212	-49,865	1301,4
24	1300	2,00	1,212	-50,452	1303,0
25	1300	1,99	1,212	-50,656	1298,7
26	1300	1,99	1,212	-50,076	1303,1
27	1300	1,99	1,212	-50,815	1299,3
28	1300	1,98	1,208	-51,373	1298,7
29	1300	1,99	1,212	-50,006	1301,7
30	1300	1,99	1,212	-50,791	1301,7

N.	Frequenza [Hz]	Ampiezza Ch1 [V]	Ampiezza Ch2 [V]	Fase [°]	Frequenza [Hz]
1	10000	1,98	0,215	-81,518	10018,0
2	10000	1,97	0,214	-81,397	10027,0
3	10000	1,99	0,212	-81,431	9985,5
4	10000	1,99	0,212	-81,593	10028,0
5	10000	1,98	0,214	-81,265	9980,1
6	10000	1,98	0,212	-82,273	10031,0
7	10000	1,99	0,215	-82,441	9998,7
8	10000	1,99	0,215	-83,259	9982,0
9	10000	1,97	0,215	-81,900	10012,0
10	10000	1,99	0,215	-82,361	9976,7
11	10000	1,99	0,214	-82,626	9974,4
12	10000	1,98	0,214	-80,714	10002,0
13	10000	1,99	0,214	-81,306	10006,0
14	10000	1,99	0,213	-81,050	9990,0
15	10000	1,96	0,213	-81,860	9984,0
16	10000	1,99	0,215	-82,193	9965,2
17	10000	1,99	0,215	-82,006	10019,0
18	10000	1,98	0,214	-83,005	9964,6
19	10000	1,99	0,214	-81,868	9986,3
20	10000	1,98	0,214	-82,576	9941,7
21	10000	1,99	0,214	-81,793	10028,0
22	10000	1,98	0,213	-81,801	10005,0
23	10000	1,97	0,215	-81,844	10022,0
24	10000	1,99	0,213	-82,103	10014,0
25	10000	1,97	0,214	-81,751	10012,0
26	10000	1,98	0,214	-81,958	10002,0
27	10000	1,99	0,214	-82,850	9985,2
28	10000	1,99	0,214	-81,743	9990,0
29	10000	1,99	0,215	-82,646	9983,0
30	10000	1,98	0,214	-81,471	9969,6

### CALCOLI EFFETTUATI PER OGNI FREQUENZA

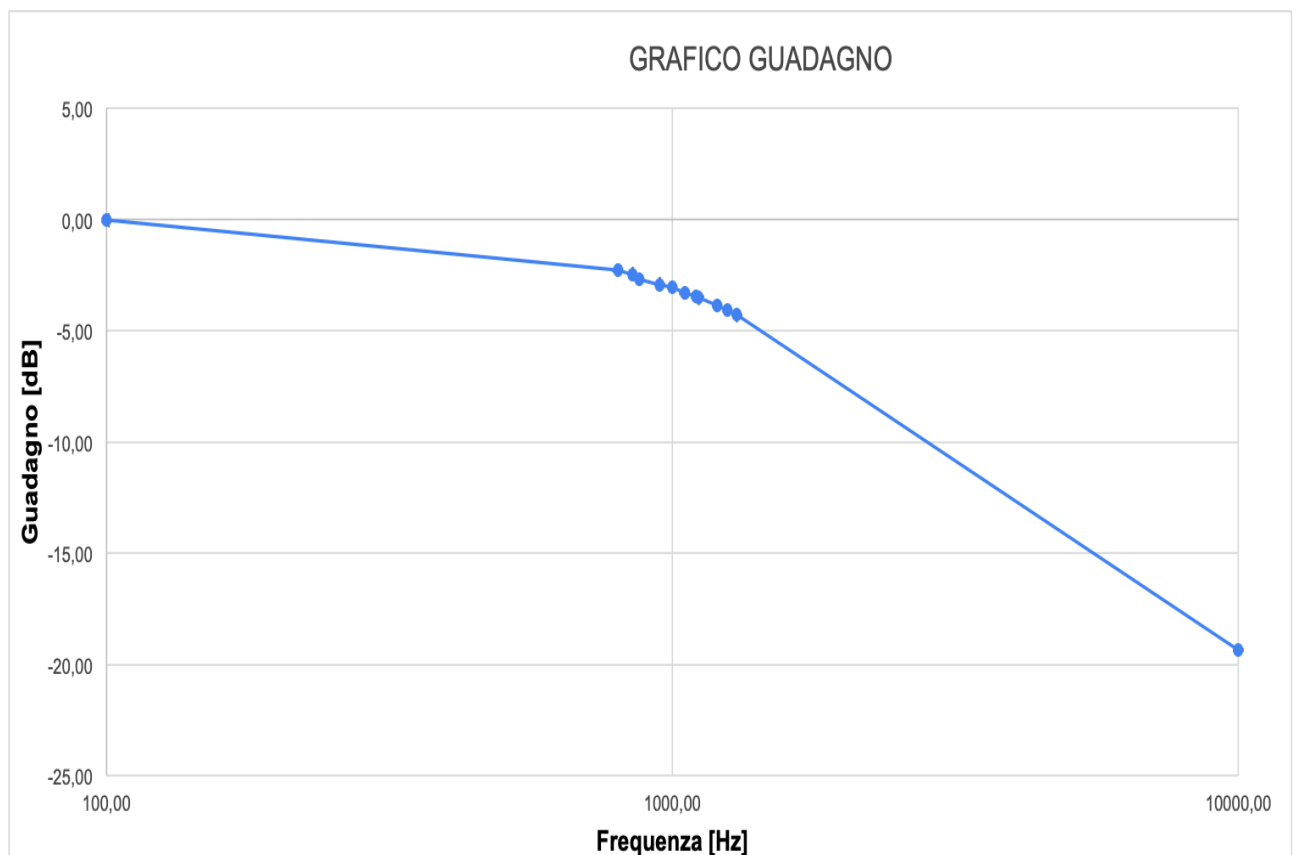
N.	Frequenza [Hz]	Guadagno [dB]	Incertezza	Fase [°]	Incertezza	Frequenza [Hz]	Incertezza
1	100	-0,04	0,063	-6,7360	0,2066	100,01	0,06
2	800	-2,290	0,045	-38,735	0,264	800,28	0,65
3	850	-2,461	0,045	-40,196	0,208	850,25	0,58
4	900	-2,683	0,045	-41,563	0,235	900,58	0,81
5	950	-2,918	0,045	-43,356	0,179	950,00	1,35
6	1000	-3,057	0,045	-44,436	0,440	999,48	1,06
7	1050	-3,303	0,050	-44,631	0,319	1050,8	1,0
8	1100	-3,463	0,045	-45,722	1,075	1100,4	1,5
9	1150	-3,530	0,058	-46,771	1,337	1113,2	26,4
10	1200	-3,861	0,045	-47,946	0,244	1199,4	1,2
11	1250	-4,077	0,045	-49,361	0,357	1249,9	1,6
12	1300	-4,299	0,045	-50,358	0,362	1300,4	1,1
13	10000	-19,341	0,061	-81,953	0,323	9996,1	12,3

Una volta ottenuto questi valori sono stati messi a confronto su dei grafici riportati nella pagina seguente.



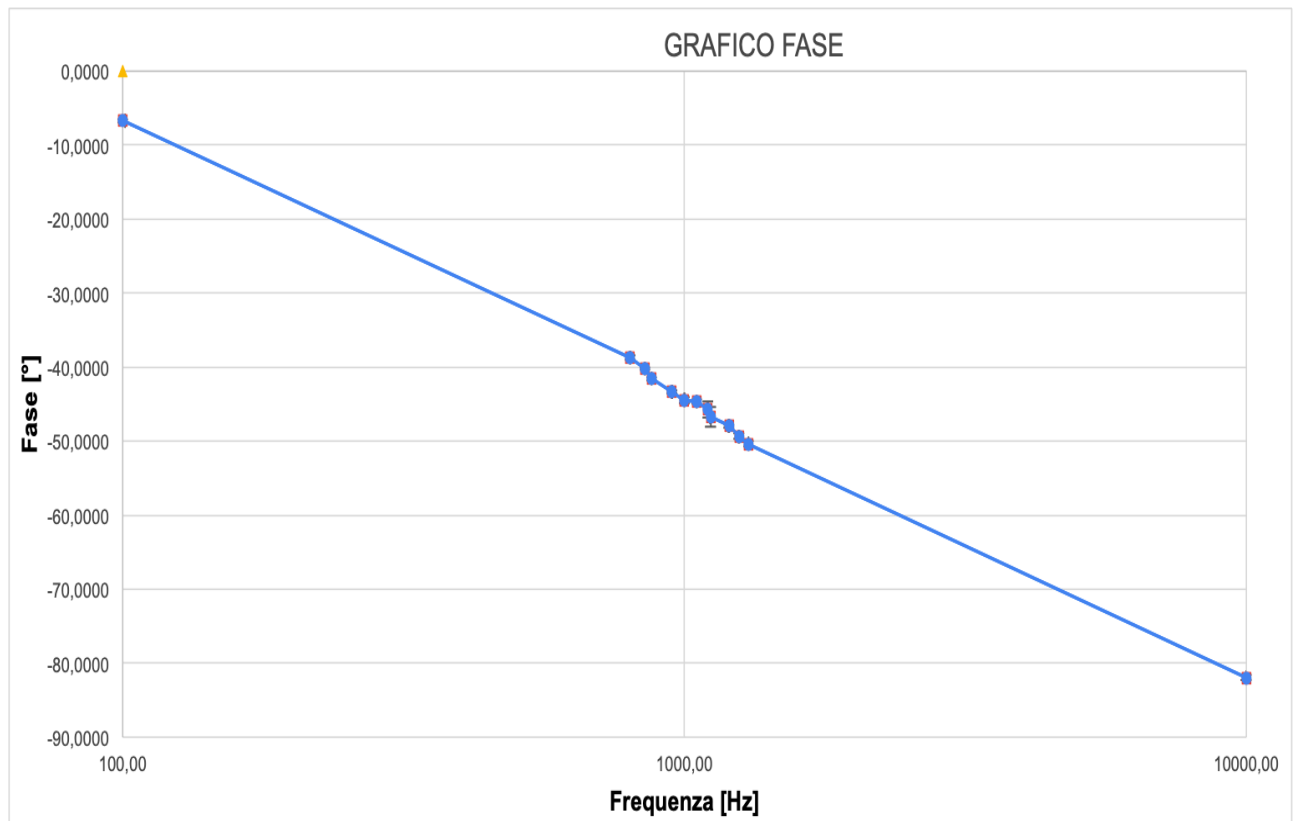
## GRAFICO DEL GUADAGNO

Nel grafico sono stati impostati sull'asse delle ordinate i valori dei guadagni, mentre sull'asse delle ascisse sono stati inseriti i valori delle frequenze in ingresso con un intervallo in base logaritmica di 10. Dopo di che sono state aggiunte le barre di errore che nel caso preso in considerazione sono poco visibili dato che le incertezze sono di un valore molto piccolo.



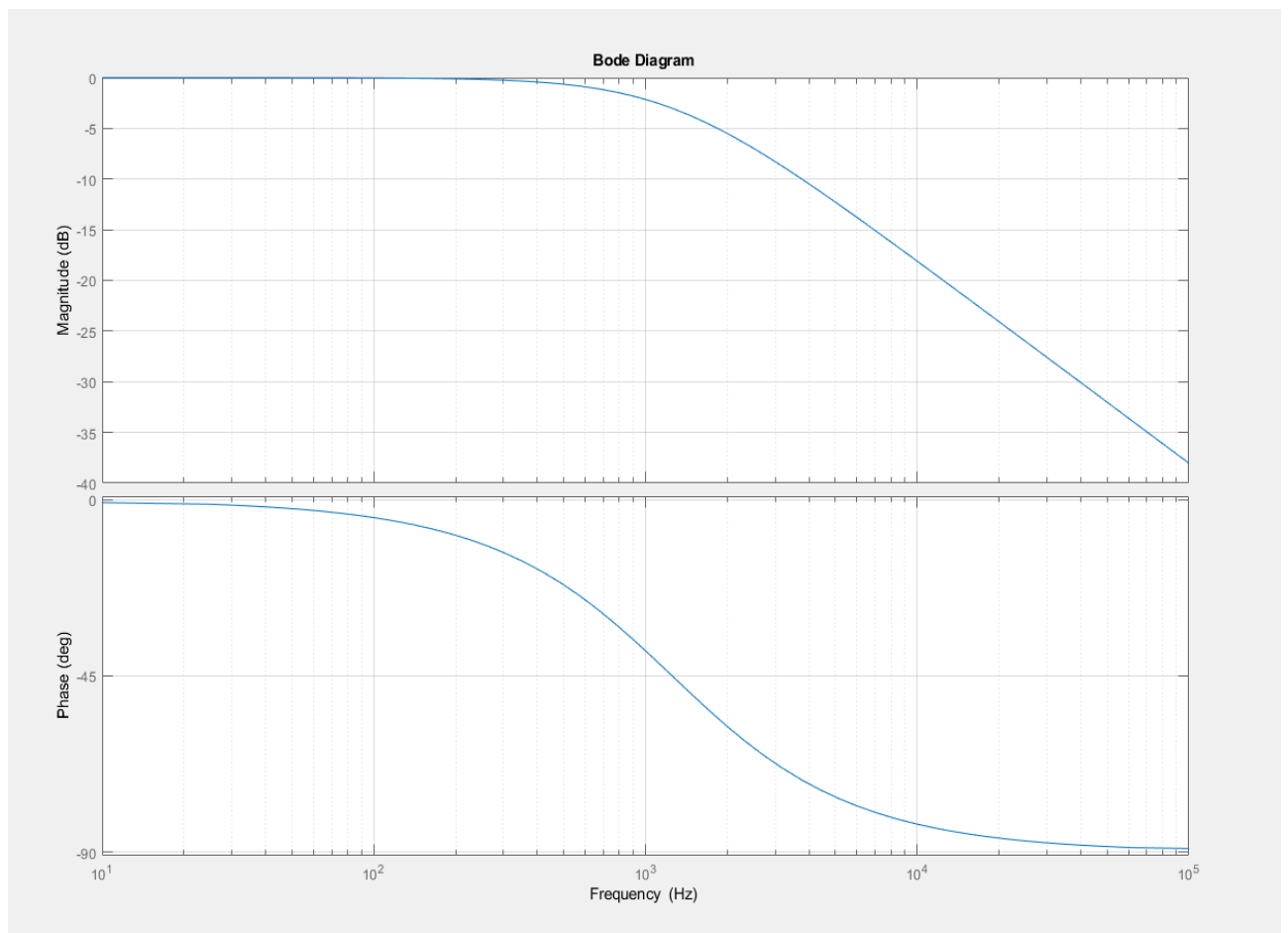
## GRAFICO DELLA FASE

Nel grafico sono stati impostati sull'asse delle ordinate i valori delle fasi, mentre sull'asse delle ascisse sono stati inseriti i valori delle frequenze in ingresso con un intervallo in base logaritmica di 10. Dopo di che sono state aggiunte le barre di errore che, anche in questo caso, sono poco visibili per il motivo spiegato precedentemente.



## DIAGRAMMA DI BODE E GRAFICO REALIZZATI TRAMITE MATLAB

È stata verificata la veridicità dei grafici attraverso Matlab e come si può ben vedere i risultati coincidono.



## Frequenza teorica e sperimentale, e relative incertezze

Frequenza teorica:

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot RC} = \frac{1}{2\pi \cdot (2700)\Omega \cdot (47) \cdot 10^{-9}F} = 1254 \text{ Hz}$$

L'incertezza sulla frequenza di taglio è stata ricavata mediante la **Legge di Propagazione delle incertezze**, grazie alla quale possiamo valutare l'incertezza su una grandezza Y che è funzione di **n grandezze**, di cui sono note le incertezze.  
*R e C ⇒ 2*

la tolleranza della resistenza è il 10% e quella sul condensatore è il 20% .  
 Considerando una distribuzione uniforme.

$$u_R = \frac{10\% \text{ of } 2,7 \times 10^3 \Omega}{\sqrt{3}} = 155,88 \Omega$$

*DISTRIBUZIONE UNIFORME*

$$u_C = \frac{20\% \text{ of } 5,43 \times 10^{-9} F}{\sqrt{3}} = 5,43 \times 10^{-9} F$$

← Incertezze sulle grandezze

*√3 corrisponde a "3σ" dove σ è la DEVIAZIONE STANDARD e 3 è l'incertezza ESTESA che corrisponde al 99.73%.*

Propagazione delle incertezze →

$$u_F^2 = \left(\frac{\partial F}{\partial C}\right)^2 \cdot (u_C)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial R}\right)^2 \cdot (u_R)^2 =$$

$$= \left(\frac{-16956}{6,35 \times 10^{-7}}\right)^2 \cdot (5,43 \times 10^{-9})^2 + \left(\frac{-2,95 \times 10^{-7}}{6,35 \times 10^{-7}}\right)^2 \cdot (155,88)^2 =$$

$$= \underline{26267,37};$$

$$u_F = \sqrt{26267,37} = 162,07;$$

$$u_F \cdot (K) = 162,07 \cdot 3 = 486,21;$$

FATTORE *K* incertezza ESTESA

$$F = (1254 \pm 486,21)Hz$$

\*\*\*\*\*

Avendo già un'idea della frequenza di taglio modifico quella di ingresso della nostra strumentazione finchè non ho un segnale in uscita attenuato di -3db (perchè è l'attenuazione che mi aspetto dalla frequenza di taglio) prendo 30 misure di frequenza e ne calcolo valore medio ed incertezza di tipo A.

La fascia di incertezza relativa alla **frequenza di taglio sperimentale** risulta:

Frequenza [Hz]	INCERTEZZA
939,48	0,95

E come si può ben notare la frequenza sperimentale e quella teorica sono compatibili tra di loro.

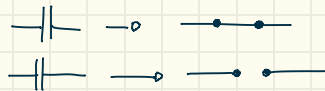
# RECAP FILTRI

## IMPEDENZE

$$Z_C = -\frac{j}{\omega C} = -\frac{j}{2\pi f C}$$

$$\begin{cases} \text{Per } f \rightarrow \infty & X_C \rightarrow 0 & \text{C.C.} \\ \text{Per } f \rightarrow 0 & X_C \rightarrow \infty & \text{C.A.} \end{cases}$$

(SEGNALE CONTINUO)



$$Z_R = R$$

$$Z_L = j\omega L = j2\pi f L$$

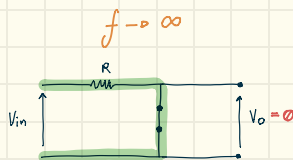
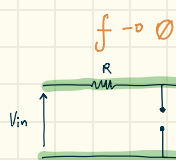
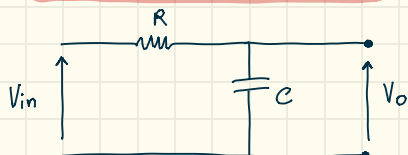
$$\begin{cases} \text{Per } f \rightarrow \infty & X_L \rightarrow \infty & \text{C.A.} \\ \text{Per } f \rightarrow 0 & X_L \rightarrow 0 & \text{C.C.} \end{cases}$$

(SEGNALE CONTINUO)

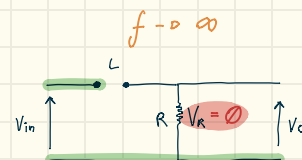
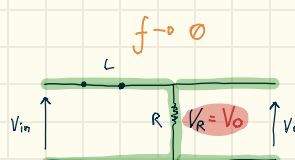


## FILTRI PASSA BASSO - LPF

CONDENSATORE  
USATO PER L'ESERCITAZIONE

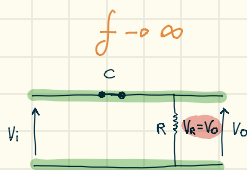
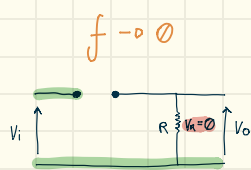
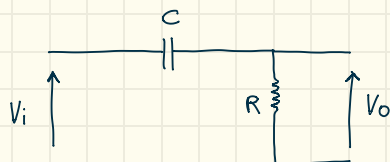


INDUTTORE

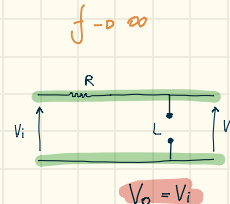
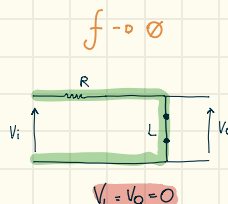
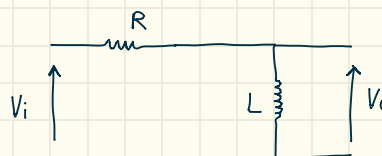


## FILTRI PASSA ALTO - HPF

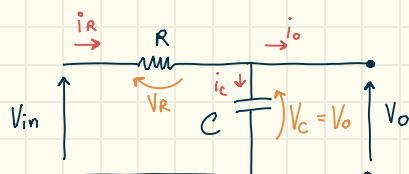
CONDENSATORE



INDUTTORE



## FREQUENZA DI TAGLIO



$$\begin{cases} i_C = C \cdot \dot{V}_C \\ V_R = R \cdot i_R \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{ma } V_C &= V_O \\ V_{in} &= V_R + V_C \\ V_R &= V_{in} - V_C \end{aligned}$$

$$\begin{cases} i_C = C \dot{V}_O \\ V_{in} - V_C = R i_C \end{cases} \quad \begin{cases} i_C = C \dot{V}_O \\ i_C = \frac{V_{in} - V_C}{R} \end{cases}$$

Laplace:  $\begin{cases} i_C = C \dot{V}_O \\ i_C = \frac{V_{in} - V_O}{R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I(s) = sC V_O \\ I(s) = \frac{V_{in}(s) - V_O(s)}{R} \end{cases} \rightarrow \frac{V_{in}(s) - V_O(s)}{R} = sC V_O \rightarrow V_O(s) \left( sC + \frac{1}{R} \right) = \frac{V_{in}}{R}$

$$\Rightarrow V_O(s) = \frac{1}{sRC + 1} V_{in} \Rightarrow G(s) = \frac{V_O(s)}{V_i(s)} = \frac{1}{sRC + 1}$$

0 zeri  
1 Polo in  $s = -\frac{1}{RC} \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{RC}$  Pulsazione di Rottura

ma  $\omega = 2\pi f \Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$  Frequenza di Rottura