

Пример на модификация на лентов филтър с елиптична апроксимация и висок качествен фактор Q в режима Custom Design на програмата FilterCAD

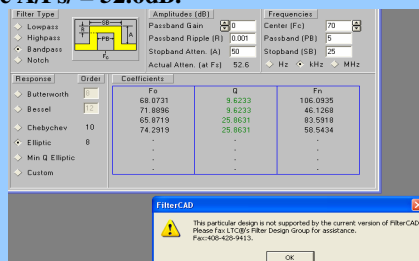
Много системи изискват теснолентови филтри. Те се получават с помощта на две или повече стъпала с висок качествен фактор Q. В някои случаи дори умерената стойност на Q_s /пр.25/ при високи честоти /високи F_o /, може да създаде трудности при проектирането. Този пример илюстрира начин за заобикаляне на тези ограничения. Филтърът тук започва като елиптичен, с комбинация от стойности на F_o и Q, която е извън възможностите на автоматичния синтез.

На първия етап на проектирането, качествените фактори на двете стъпала се намаляват, за да влязат във възможностите на наличните ИС. Разликите с новите предавателни функции са минимални и те се сравняват с оригинала. Първоначално се работи в режим Enhanced Design.

Най-напред се въвежда желаната спецификация на лентовия филтър, като се избира елиптична апроксимация:

- усилване в лентата на пропускане = 0dB
- неравномерност в лентата на пропускане = 0.001
- потискане в лентата на задържане: A = 50dB
- централна честота: $F_c = 70\text{kHz}$
- ширина на лентата на пропускане: PB = 5kHz
- разлика между граничните честоти на лентата на задържане: SB = 25kHz

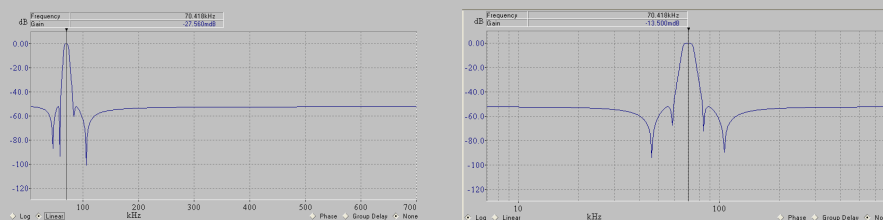
Полученото след елиптичната апроксимация затихване, при гранична честота на лентата на задържане F_s е $A/F_s = 52.6\text{dB}$.



Фиг.1

На фиг.1 е представено съобщението на FilterCAD, което означава, че в настоящата версия на FilterCAD няма ИС, която да реализира първоначално въведената спецификация. Високото Q в настоящия проект, трябва да бъде намалено, за да стане проектът съвместим с наличната ИС.

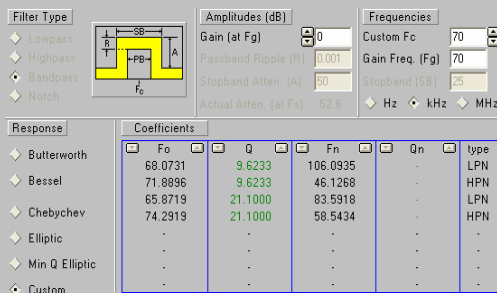
Проектираният първоначално филтър е от 8-ми ред. Двете звена, най-близки до централната честота имат $Q_s = 9.6233$, а другите звена имат $Q_s = 25.8631$. Натиска се бутон за извеждане на АЧХ. Получава се характеристиката от фиг.2 в линеен и логаритмичен мащаб.



Фиг.2. АЧХ в линеен и логаритмичен мащаб за нереализируеия филтър

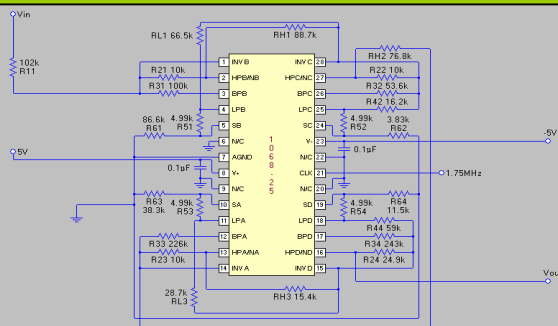
За да се направят звената реализируеми, се избира режим Custom.

Режимът Custom позволява промяна стойностите на Q_s за звената. На фиг.3 са показани променените стойности на две от звената. Предните стойности на Q_s са били 25.8631, а новите са: 21.1



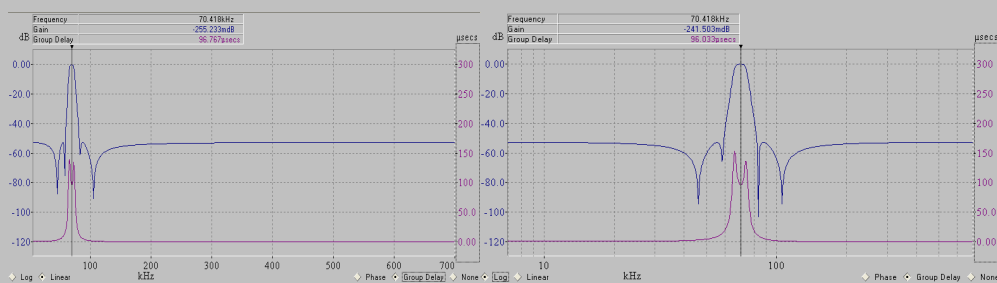
Фиг.3. Корекции на Q_s в режим Custom

Проектът става реализуем и получената електрическа схема е показана на фиг.4.



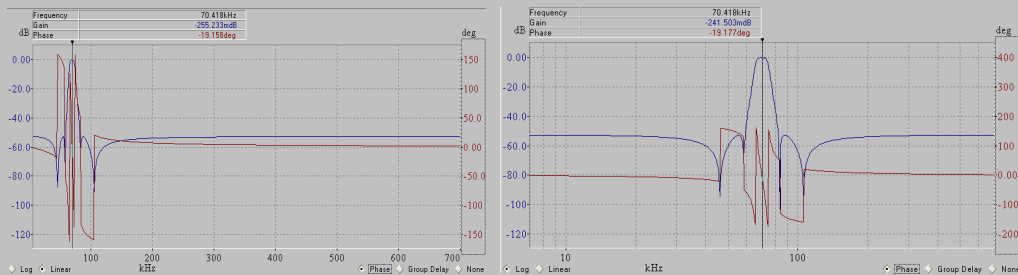
Фиг.4.

На фиг.5 са представени АЧХ и ГВЗ в линеен и логаритмичен мащаб на реализираната схема.



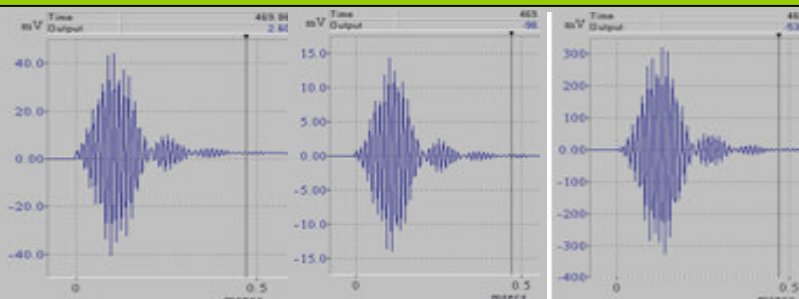
Фиг.5. АЧХ и ГВЗ в линеен и логаритмичен мащаб на реализираната схема

На фиг.6 са представени АЧХ и ГВЗ в линеен и логаритмичен мащаб на реализираната схема.



Фиг.6 АЧХ и ГВЗ в линеен и логаритмичен мащаб на реализираната схема

На фиг.7 са представени реакциите на стъпаловиден, единичен и синусоиден входен сигнал.



Фиг.7. Реакции на стъпаловиден, единичен и синусоиден входен сигнал

Данни в report файл от FilterCAD

Device: LTC1068-25CG		Clock: 1750kHz		Fc = Clock/25	
Supply +/-5.0V		Low Power: No			
Design Pole/Zero Locations					
Fo	Q	Fn	Qn	type	mode
68.0731	9.6233	106.0935	-	LPN	
71.8896	9.6233	46.1268	-	HPN	
65.8719	21.1000	83.5918	-	LPN	
74.2919	21.1000	58.5434	-	HPN	
Implementation Pole/Zero Locations					
Fo	Q	Fn	Qn	type	mode
68.0664	9.7238	105.6827	-	LPN	1ba
71.7807	9.4196	46.1278	-	HPN	2b
65.8421	21.2576	83.4533	-	LPN	1ba
74.0621	21.3883	58.4570	-	HPN	2b
Resistors (1% Values, kOhms)					
R11=102					
R2	R3	R4	R5	R6	RA
10	100	-	4.99	86.6	-
10	53.6	16.2	4.99	3.83	-
10	226	-	4.99	38.3	-
RL	RH	RB			
66.5	88.7	-			
28.7	15.4	-			

В report файла се дава информация за имплементирането на ИС LTC1068-25CG, захранването $\pm 5V$, отношението на централната честота към честотата на тактовия генератор $F_{clock}/F_c=25$, разположение на полюсите и нулите на проекта и на имплементирания филтър, стойностите на резисторите и избрания толеранс.

Резултати в табличен вид за АЧХ, ФЧХ, ГВЗ

Start:	35.0kHz	End:	140.0kHz	Step:	7.0kHz
Frequency (kHz)	Gain (dB)	Phase (deg)	Group Delay (us)		
35.00	-56.166	-11.601	1.541		
42.00	-62.296	-16.346	2.316		
49.00	-62.759	155.961	4.047		
56.00	-52.378	140.557	9.298		
63.00	-22.014	268.611	47.330		
70.00	-0.000	-1.519	94.444		
77.00	-18.136	-258.009	49.079		
84.00	-64.536	-131.423	9.426		
91.00	-53.277	-146.931	4.037		
98.00	-59.990	-154.534	2.259		
105.00	-79.192	-159.095	1.452		
112.00	-66.237	17.845	1.017		
119.00	-60.954	15.637	0.755		
126.00	-58.522	13.962	0.585		
133.00	-57.091	12.644	0.468		
140.00	-56.146	11.576	0.384		

Извод:

Режимът Custom Design позволява реализацията на схеми с висок качествен фактор като заобикаля с незначителни промени проблемите с релизуемостта във FilterCAD.