

$$Y = 20 \cdot \log \frac{A_x}{A_{\max}} \text{ [dB]} \quad (3.2)$$

hvor A_x er forstærkningen ved en given stopbåndsfrekvens x . Ved Butterworth-, Bessel- og Chebyshev lavpasfiltre med ulige polantal findes A_{\max} ved DC som vist i fig. 3.8b, mens A_{\max} for Chebyshevfiltre med lige polantal findes ved rippletoppene som vist i fig. 3.8a. Det er altså værd at have for øje, at grafernes 0 dB værdi kan have forskellig betydning.

Grafernes frekvensakse er normeret i forhold til de pågældende filterfunktioners definerede afskæringsfrekvenser ω_a , som de blev angivet i foregående afsnit. Det gælder derfor om x-akseinddelingen, at

$$X = \frac{\omega}{\omega_a} = \frac{f}{f_a} \quad (3.3)$$

Den normerede afskæringsfrekvens har derfor altid værdien 1, uanset om der regnes i radianer/sekund eller i Hz. De normerede stopbåndsfrekvenser vil være > 1 . Er et lavpasfilters afskæringsfrekvens eksempelvis opgivet som $f_a = 3$ kHz og en given stopbåndsfrekvens som 12 kHz, kan den normerede stopbåndsfrekvens beregnes som $12\text{k}/3\text{k} = 4$.

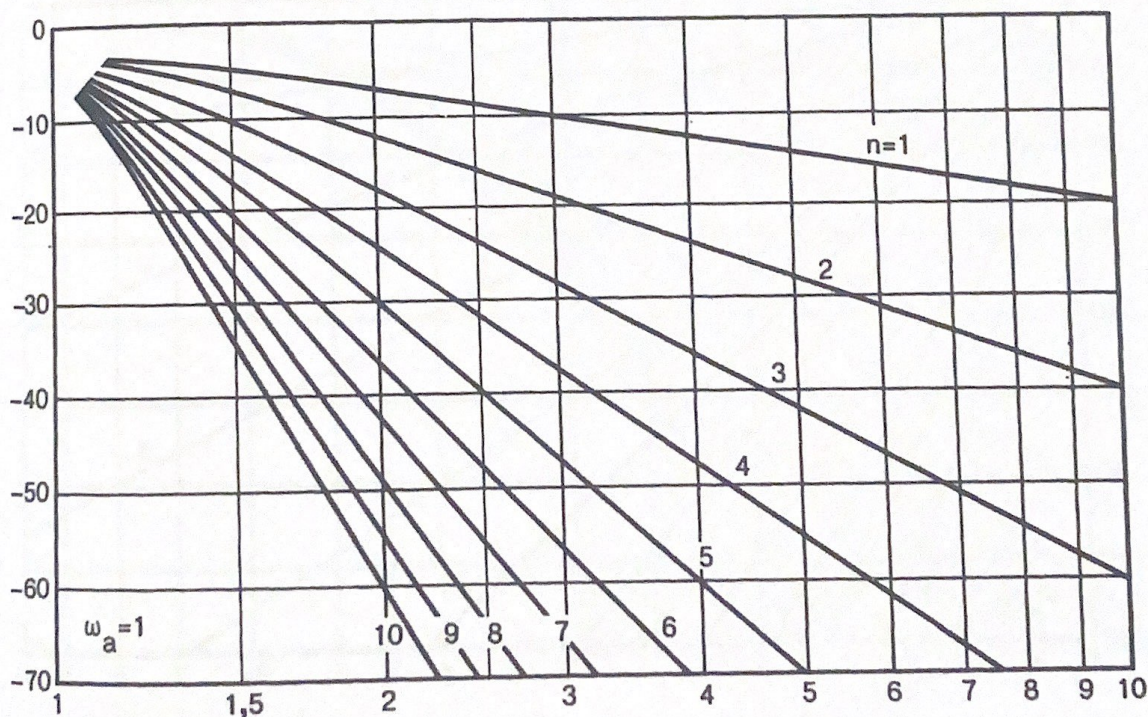


FIG. 3.9 Butterworth amplitudekarakteristikker.

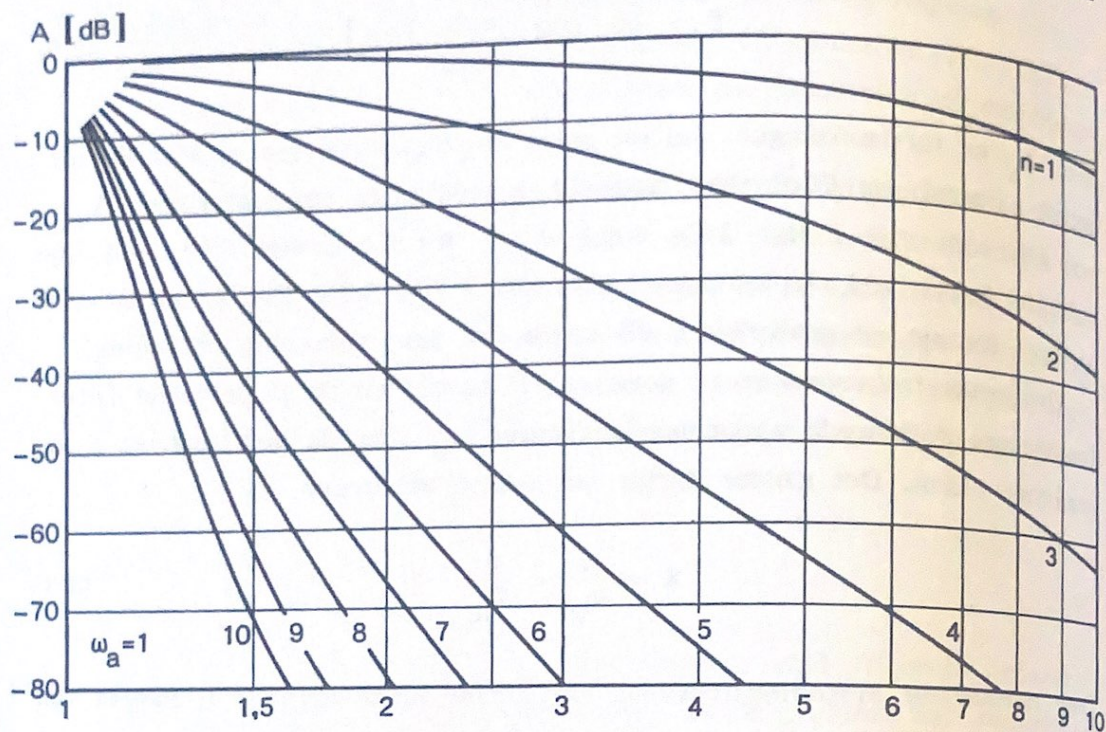


FIG. 3.10 0,5 dB Chebyshev amplitudekarakteristikker.

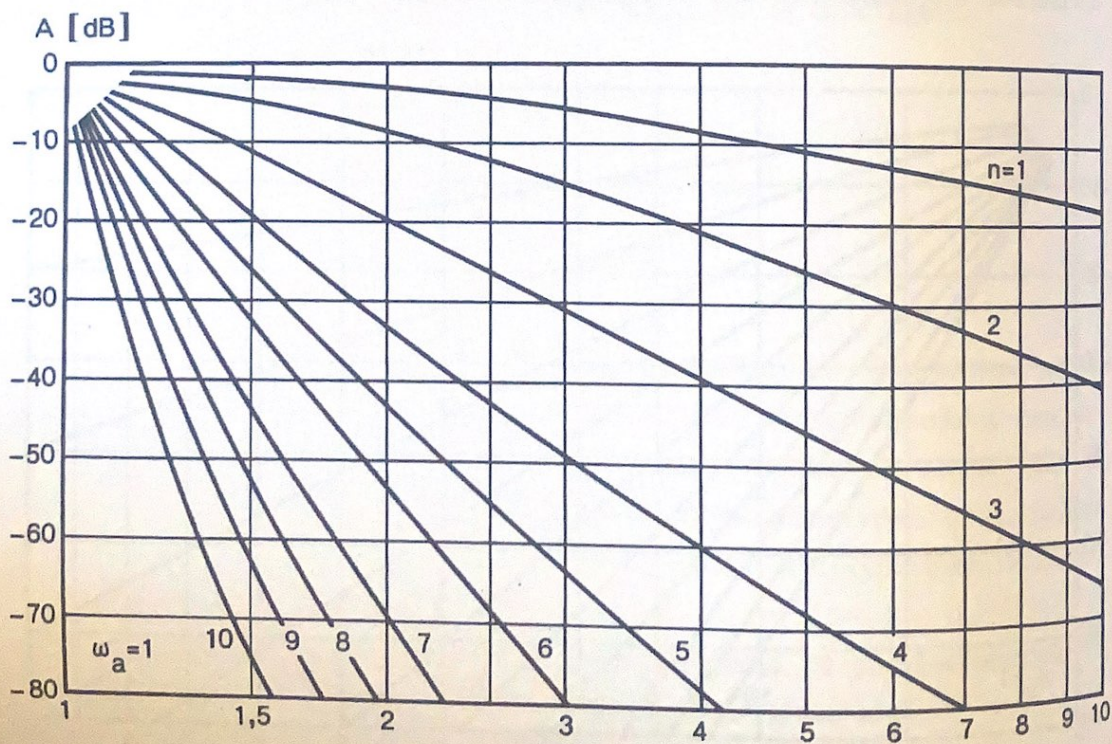


FIG. 3.11 1 dB Chebyshev amplitudekarakteristikker.

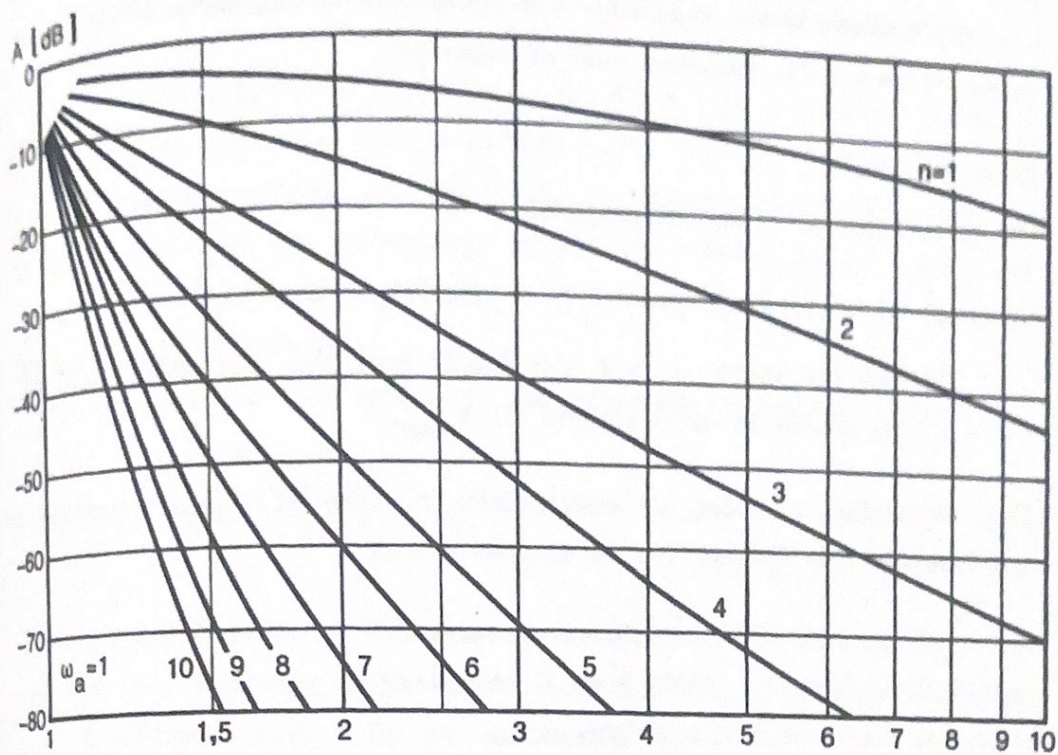


FIG. 3.12 2 dB Chebyshev amplitudekarakteristikker.

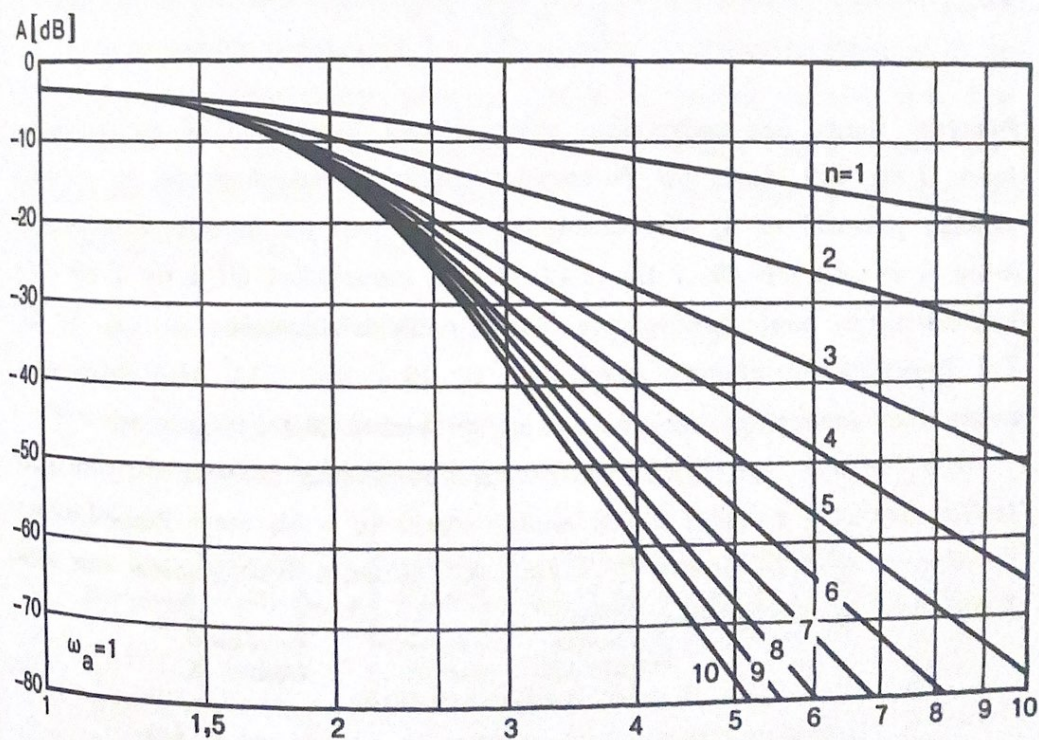


FIG. 3.13 Bessel amplitudekarakteristikker.

n	Butterworth nævnerpolynomier
1	$(s + 1)$
2	$(s^2 + 1,41421s + 1)$
3	$(s^2 + s + 1)(s + 1)$
4	$(s^2 + 1,84776s + 1)(s^2 + 0,76537s + 1)$
5	$(s^2 + 1,61803s + 1)(s^2 + 0,61803s + 1)(s + 1)$
6	$(s^2 + 1,93185s + 1)(s^2 + 1,41421s + 1)$ $(s^2 + 0,51764s + 1)$
7	$(s^2 + 1,80194s + 1)(s^2 + 1,24698s + 1)$ $(s^2 + 0,44504s + 1)(s + 1)$
8	$(s^2 + 1,96157s + 1)(s^2 + 1,66294s + 1)$ $(s^2 + 1,11114s + 1)(s^2 + 0,39018s + 1)$
9	$(s^2 + 1,87939s + 1)(s^2 + 1,53209s + 1)$ $(s^2 + 1,00000s + 1)(s^2 + 0,34730s + 1)(s + 1)$
10	$(s^2 + 1,97538s + 1)(s^2 + 1,78201s + 1)$ $(s^2 + 1,41421s + 1)(s^2 + 0,90798s + 1)$ $(s^2 + 0,31287s + 1)$

TABEL 3.1 Butterworth lavpasfilter nævnerpolynomier. $\omega_a = 1$ radian/sekund.

n	0,5 dB Chebyshev nævnerpolynomier
1	$(s + 2,86278)$
2	$(s^2 + 1,42562s + 1,51620)$
3	$(s^2 + 0,62646s + 1,14245) (s + 0,62646)$
4	$(s^2 + 0,84668s + 0,35641) (s^2 + 0,35071s + 1,06352)$
5	$(s^2 + 0,58625s + 0,47677) (s^2 + 0,22393s + 1,03578)$ $(s + 0,36232)$
6	$(s^2 + 0,57959s + 0,15700) (s^2 + 0,42429s + 0,59001)$ $(s^2 + 0,15530s + 1,02302)$
7	$(s^2 + 0,46160s + 0,25388) (s^2 + 0,31944s + 0,67688)$ $(s^2 + 0,11401s + 1,01611) (s + 0,25617)$
8	$(s^2 + 0,43859s + 0,088052) (s^2 + 0,37182s + 0,35865)$ $(s^2 + 0,24844s + 0,74133) (s^2 + 0,087240s + 1,01193)$
9	$(s^2 + 0,37288s + 0,15634) (s^2 + 0,30397s + 0,45254)$ $(s^2 + 0,19841s + 0,78936) (s^2 + 0,068910s + 1,00921)$ $(s + 0,19841)$
10	$(s^2 + 0,35230s + 0,05628) (s^2 + 0,31781s + 0,23791)$ $(s^2 + 0,25222s + 0,53181) (s^2 + 0,16193s + 0,82570)$ $(s^2 + 0,05580s + 1,00734)$

TABEL 3.2 0,5 dB Chebyshev lavpasfilter nævnerpolynomier. $\omega_a = 1$ radian/sekund.

n	1 dB Chebyshev nævnerpolynomier
1	$(s + 1,96523)$
2	$(s^2 + 1,09773s + 1,10251)$
3	$(s^2 + 0,49417s + 0,99421) (s + 0,49417)$
4	$(s^2 + 0,67374s + 0,27940) (s^2 + 0,27907s + 0,98650)$
5	$(s^2 + 0,46841s + 0,42930) (s^2 + 0,17892s + 0,98831)$ $(s + 0,28949)$
6	$(s^2 + 0,46413s + 0,12471) (s^2 + 0,33976s + 0,55772)$ $(s^2 + 0,12436s + 0,99073)$
7	$(s^2 + 0,37014s + 0,23045) (s^2 + 0,25615s + 0,65346)$ $(s^2 + 0,091418s + 0,99268) (s + 0,20541)$
8	$(s^2 + 0,35200s + 0,070261) (s^2 + 0,29841s + 0,34086)$ $(s^2 + 0,19939s + 0,72354) (s^2 + 0,070016s + 0,99414)$
9	$(s^2 + 0,29944s + 0,14236) (s^2 + 0,24411s + 0,43856)$ $(s^2 + 0,15933s + 0,77539) (s^2 + 0,055335s + 0,99523)$ $(s + 0,15933)$
10	$(s^2 + 0,28304s + 0,045002) (s^2 + 0,25533s + 0,22664)$ $(s^2 + 0,20263s + 0,52053) (s^2 + 0,13010s + 0,81442)$ $(s^2 + 0,044829s + 0,99606)$

TABEL 3.3 1 dB Chebyshev lavpasfilter nævnerpolynomier. $\omega_a = 1$ radian/sekund.

n	2 dB Chebyshev nævnerpolynomier
1	$(s + 1,30756)$
2	$(s^2 + 0,80382s + 0,82306)$
3	$(s^2 + 0,36891s + 0,88610) (s + 0,36891)$
4	$(s^2 + 0,50644s + 0,22157) (s^2 + 0,20978s + 0,92868)$
5	$(s^2 + 0,35323s + 0,39315) (s^2 + 0,13492s + 0,95217)$ $(s + 0,21831)$
6	$(s^2 + 0,35061s + 0,099926) (s^2 + 0,25667s + 0,53294)$ $(s^2 + 0,093946s + 0,96595)$
7	$(s^2 + 0,27991s + 0,21239) (s^2 + 0,19371s + 0,63539)$ $(s^2 + 0,069133s + 0,97461) (s + 0,15534)$
8	$(s^2 + 0,26637s + 0,056501) (s^2 + 0,22582s + 0,32710)$ $(s^2 + 0,15089s + 0,70978) (s^2 + 0,052985s + 0,98038)$
9	$(s^2 + 0,22671s + 0,13153) (s^2 + 0,18482s + 0,42773)$ $(s^2 + 0,12063s + 0,76455) (s^2 + 0,041894s + 0,98440)$ $(s + 0,12063)$
10	$(s^2 + 0,21436s + 0,036248) (s^2 + 0,19338s + 0,21788)$ $(s^2 + 0,15347s + 0,51178) (s^2 + 0,098531s + 0,80567)$ $(s^2 + 0,033952s + 0,98730)$

TABEL 3.4 2 dB Chebyshev lavpasfilter nævnerpolynomier. $\omega_a = 1$ radian/sekund.

n	Bessel nævnerpolynomier
1	$(s + 1)$
2	$(s^2 + 2,2034s + 1,6181)$
3	$(s^2 + 2,0947s + 2,0956) (s + 1,3228)$
4	$(s^2 + 2,7402s + 2,0454) (s^2 + 1,9905s + 2,5707)$
5	$(s^2 + 2,7621s + 2,4225) (s^2 + 1,9156s + 3,0817)$ $(s + 1,5024)$
6	$(s^2 + 3,1430s + 2,5727) (s^2 + 2,7635s + 2,8531)$ $(s^2 + 1,8618s + 3,6285)$
7	$(s^2 + 3,2236s + 2,9455) (s^2 + 2,7579s + 3,3212)$ $(s^2 + 1,8194s + 4,1999) (s + 1,6844)$
8	$(s^2 + 3,5142s + 3,1626) (s^2 + 3,2743s + 3,3568)$ $(s^2 + 2,7478s + 3,8153) (s^2 + 1,7863s + 4,7916)$
9	$(s^2 + 3,6147s + 3,5286) (s^2 + 3,3042s + 3,7936)$ $(s^2 + 2,7347s + 4,3271) (s^2 + 1,7567s + 5,3937)$ $(s + 1,8567)$
10	$(s^2 + 3,8547s + 3,7736) (s^2 + 3,6850s + 3,9231)$ $(s^2 + 3,3241s + 4,2535) (s^2 + 2,7217s + 4,8567)$ $(s^2 + 1,7315s + 6,0060)$

TABEL 3.5 Bessel lavpasfilter nævnerpolynomier. $\omega_a = 1$ radian/sekund.