

ANALIZA SYGNAŁÓW I SYSTEMÓW W PRAKTYCE

Filtry rzeczywiste

Kajetana Snopek

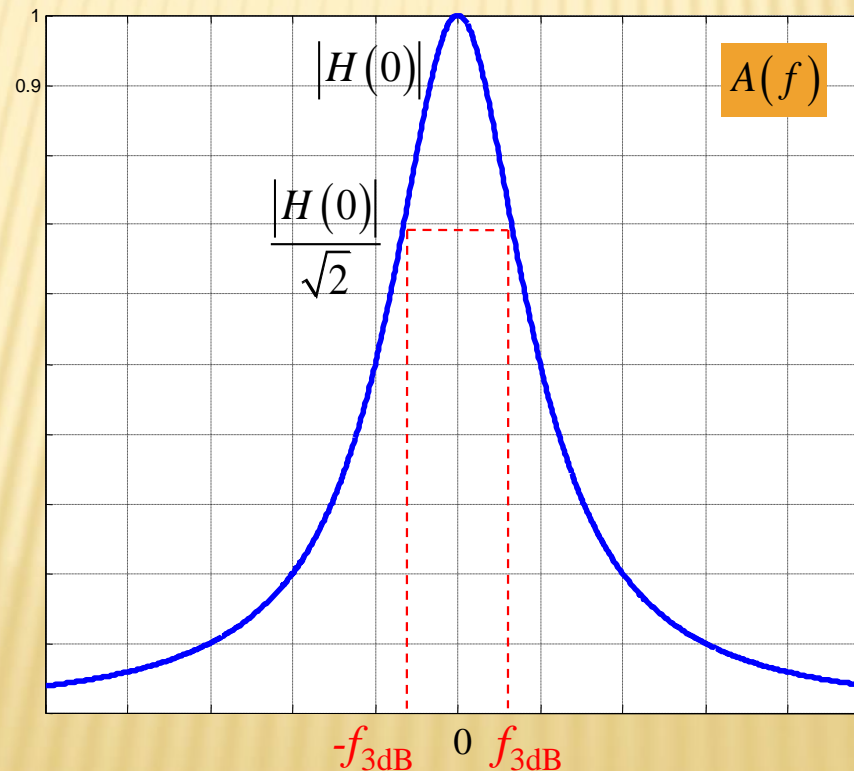
PARAMETRY FILTRÓW

	Filtry idealne	Filtry rzeczywiste
pasmo przepustowe	Częstotliwości przypadające na pasmo przepustowe przesyłane są <u>całkowicie bez zniekształceń</u> .	Częstotliwości przypadające na pasmo przepustowe przesyłane są <u>przy niewielkich zniekształceniach</u> . Jako pasmo przepustowe rozumie się pasmo 3-decybelowe.
pasmo zaporowe	Częstotliwości przypadające na pasmo zaporowe są <u>całkowicie</u> tłumione.	Częstotliwości przypadające na pasmo zaporowe są <u>silnie</u> tłumione.
częstotliwość graniczna filtru LP/HP	częstotliwość krańcowa pasma przepustowego	częstotliwość krańcowa pasma 3-decybelowego
częstotliwość środkowa filtru BP/SB	częstotliwość środkowa pasma przepustowego	częstotliwość środkowa pasma 3-decybelowego

czas narastania odpowiedzi filtru t_n - czas potrzebny, aby odpowiedź na wyjściu zmieniła się zgodnie ze zmianą lub skokiem sygnału na wejściu (sygnał wyjściowy przechodzi od początkowej wartości do stanu ustalonego)

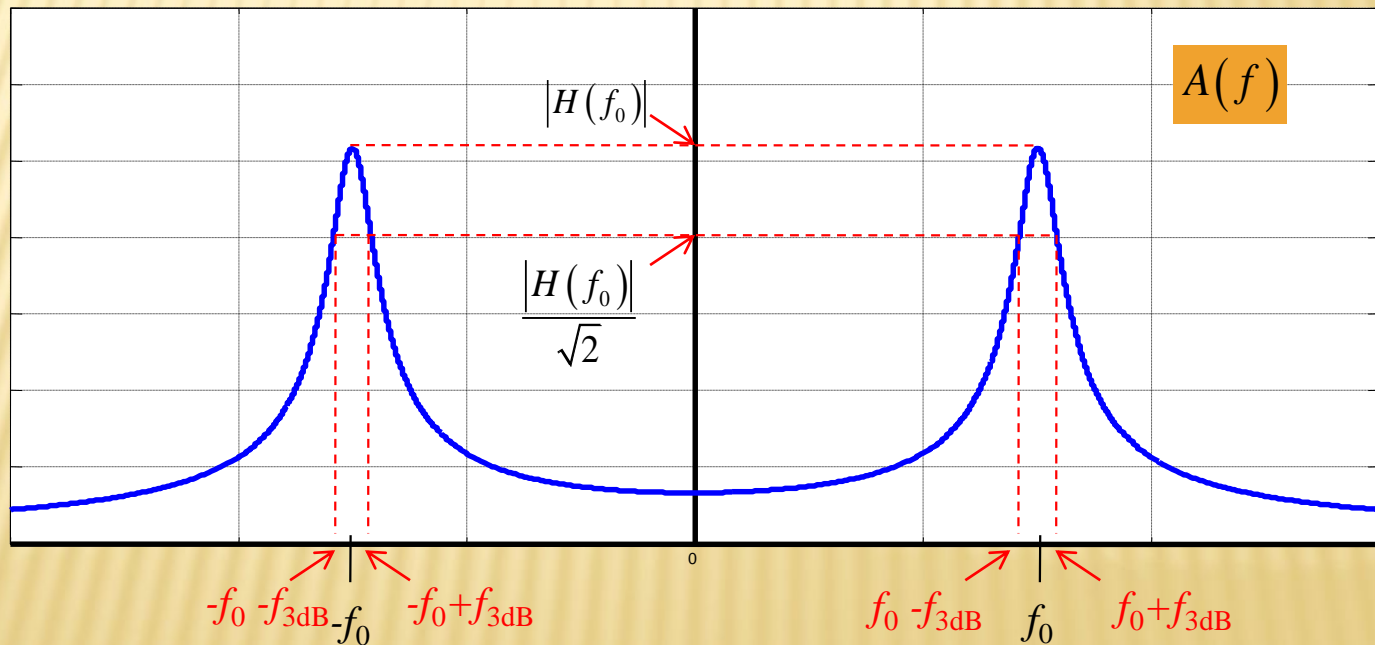
PASMO 3-DECYBELOWE FILTRU LP

Pasmo 3-decybelowe filtra rzeczywistego LP układu definiuje częstotliwość f_{3dB} , przy której wzmacnienie $20 \log_{10} A(f)$ spada o 3 dB poniżej swej wartości przy zerowej częstotliwości.

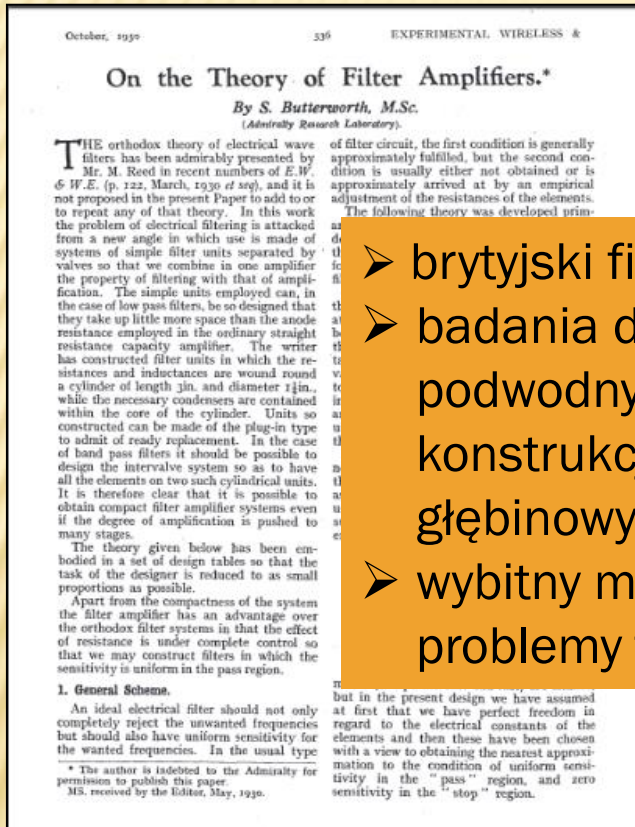


PASMO 3-DECYBELOWE FILTRU BP

Pasmo 3-decybelowe filtra rzeczywistego BP układu definiuje częstotliwość f_{3dB} , przy której wzmacnienie $20 \log_{10} A(f)$ spada o 3 dB poniżej swej wartości przy częstotliwości środkowej pasma.



STEPHEN BUTTERWORTH (1885-1958)



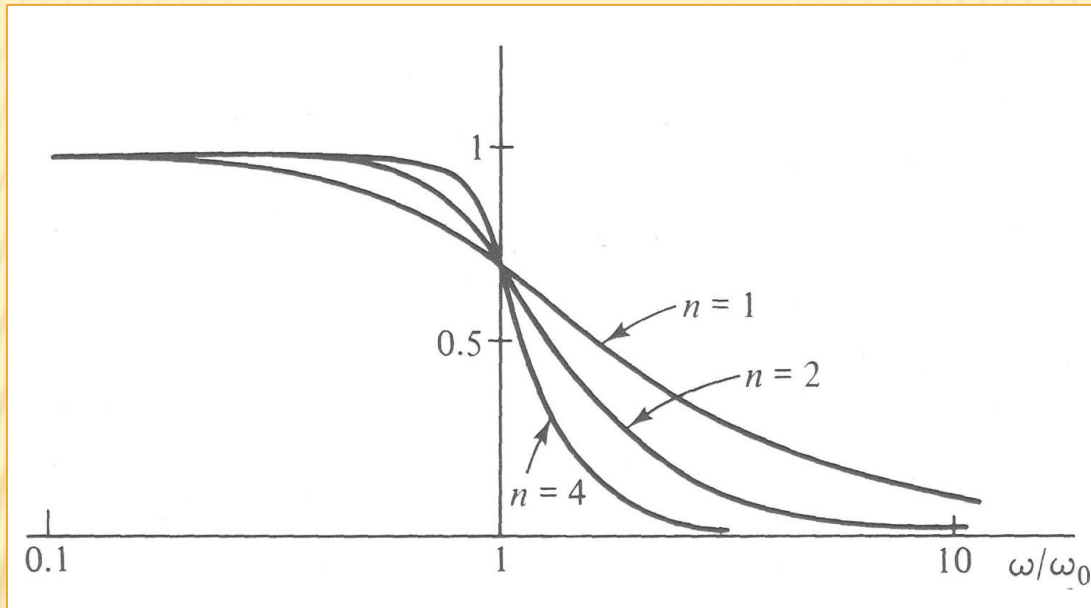
- brytyjski fizyk i konstruktor
- badania dotyczące eksplozji podwodnych, stabilności torped, konstrukcji min magnetycznych głębinowych
- wybitny matematyk rozwiązujący problemy tzw. „nierozwiązywalne”



en.wikipedia.org

"An ideal electrical filter should not only completely reject the unwanted frequencies but should also have uniform sensitivity for the wanted frequencies" (1930)

FILTRY BUTTERWORTHA



$$|H(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^{2n}}}$$

ω_0 - pulsacja pasma 3 dB

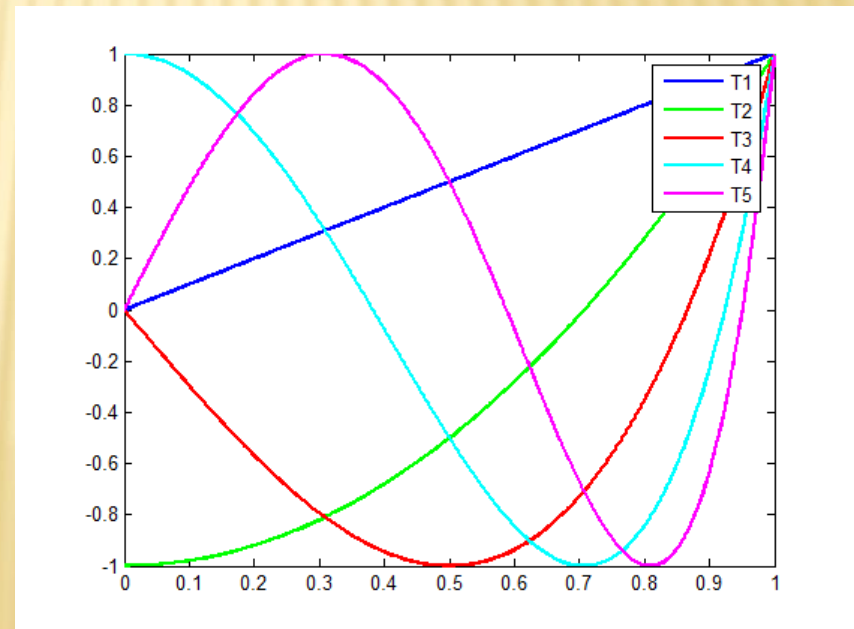
Filtr ten ma najbardziej płaski przebieg charakterystyki amplitudowej w paśmie przepustowym. Szybkość jej opadania poza pasmem przepustowym nie jest duża. Ze wzrostem rzędu filtru jego charakterystyka amplitudowa coraz bardziej zbliża się do charakterystyki filtru idealnego.

PAFNUTY CZEBYSZEW (1821-1894)

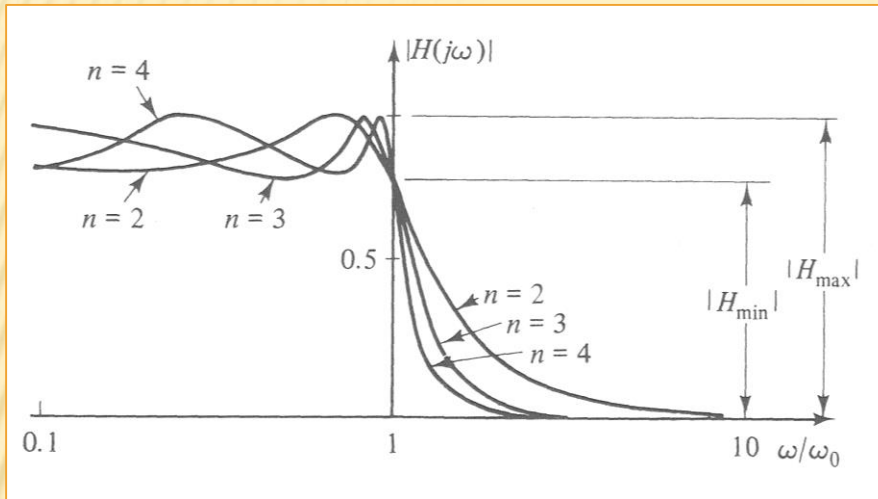


en.wikipedia.org

- wybitny matematyk rosyjski
- badania w dziedzinie teorii prawdopodobieństwa, statystyki, teorii liczb (**wielomiany Czebyszewa**)
- wychowankami byli A. Markow i A. Lapunow
- Ma „swój” krater na Księżycu i asteroidę 2010 (1969)



FILTRY CZEBYSZEWA



ω_0 - pulsacja pasma 3 dB

$$|H(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \varepsilon^2 C_n^2(\omega)}}$$

• Charakterystyka amplitudowa w paśmie przepustowym ma charakter „równomiernie falisty”, tzn. oscyluje pomiędzy wartościami

$$|H_{\max}| = 1 \text{ i } |H_{\min}| = 1/\sqrt{1 + \varepsilon^2}$$

• Spośród wszystkich filtrów o tej samej amplitudzie oscylacji w paśmie przepustowym, filtr ten ma największe nachylenie charakterystyki dla pulsacji granicznej ω_0 .

n	$C_n(\omega)$
1	ω
2	$2\omega^2 - 1$
3	$4\omega^3 - 3\omega$
4	$8\omega^4 - 8\omega^2 + 1$
5	$16\omega^5 - 20\omega^3 + 5\omega$
6	$32\omega^6 - 48\omega^4 + 18\omega^2 - 1$

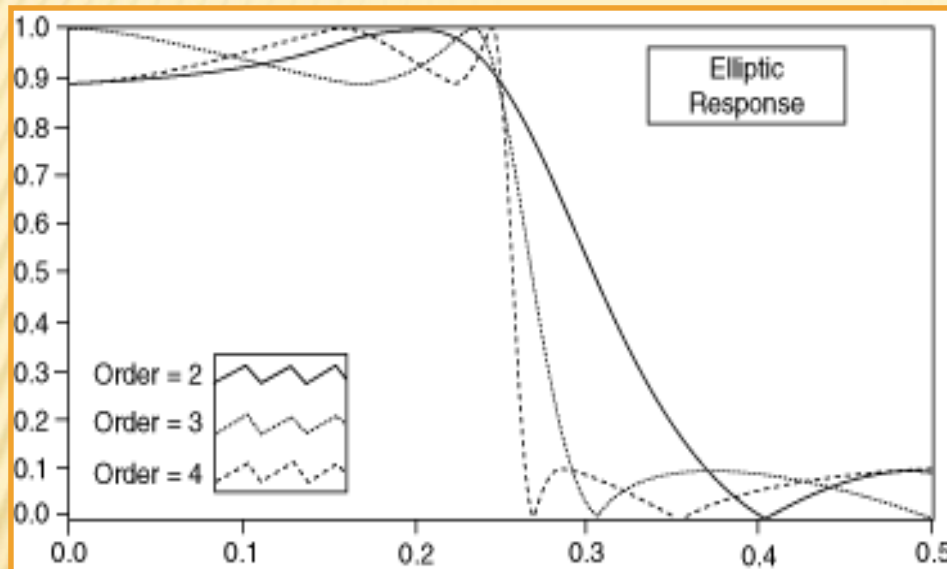
WILHELM CAUER (1900-1945)



- niemiecki matematyk
- Obszar zainteresowań: **synteza i analiza filtrów elektrycznych.**
- prekursor **syntezy sieci** (network synthesis)
- Przez ok. 10 lat przebywał i pracował w USA m.in. przy konstrukcji pierwszych **komputerów analogowych**, których używał przy projektowaniu i rozwiązywaniu równań filtrów.
- 1941 – opublikował tom 1 „*Theory of Linear AC Circuits*”, pozostałe prace zaginęły w czasie wojny. Fragmenty notatek przechowane przez rodzinę ukazały się pośmiertnie.
- Zginął rozstrzelany przez Sowietów w czasie upadku Berlina w 1945 r.

en.wikipedia.org

FILTRY ELIPTYCZNE (CAUERA)



źródło: <http://zone.ni.com>

$$|H(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \varepsilon^2 R_n^2(\omega)}}$$

$R_n(\omega)$ – wymierna funkcja
wykładnicza (Czebyszewa)
 n -tego rzędu

- Najkrótsze pasmo przejściowe dla danego rzędu filtru.
- Tętnienia zarówno w paśmie przepustowym, jak i zaporowym
- W paśmie przepustowym oscylacje pomiędzy wartościami $|H_{\max}| = 1$
i $|H_{\min}| = 1/\sqrt{1 + \varepsilon^2}$