

Vliv RC článků na tvar signálu

Ing. Vlček

Tento článek popisuje změny tvaru signálu při průchodu integračním a derivačním článkem. Dává dohromady poznatky o RC obvodech (Základy elektrotechniky) s kapitolami Harmonická analýza a Číslicová technika (Moderní elektronika).

Integrační článek (obr.a,b,c) nebo-li **dolní propust** propouští nízké kmitočty, vysoké potlačuje. Mezní kmitočet vypočítáme podle vzorce $f_m = 1/(2\pi RC)$. Výstupní napětí je úměrné integrálu vstupního napětí (průměrné hodnotě). Na níže uvedených obrázcích je tenkou čarou nakreslen vstupní signál, tlustou čarou výstupní signál (signál jde zleva doprava).

Pro kmitočty výrazně **nižší než mezní kmitočet se kapacita uplatňuje jen minimálně** (obr.a).

Impedance kondenzátoru $Z(X_c) = 1/(2\pi fC)$ je velká. Při sinusovém a trojúhelníkovém vstupním signálu se amplituda a fáze signálu mění jen minimálně, článek propouští signál.

U obdélníkového signálu dochází k mírnému zaoblení hran. Z původního spektra, ve kterém jsou zastoupeny **všechny kmitočty až do nekonečna**, byly **odstraněny nejvyšší harmonické složky**. To se projevilo malou změnou tvaru signálu.

Pro kmitočet **srovnatelný s mezním kmitočtem** (obr.b) se **odpor a kondenzátor uplatňují přibližně stejně** (jejich impedance je srovnatelná).

Při sinusovém buzení nastává **při mezním kmitočtu** pokles amplitudy o **3 dB** (na 0,707 původní hodnoty) a k fázovému posunu **45°**.

Obdélníkový signál se výrazně změní, projevuje se zde nabíjení a vybíjení kondenzátoru. V jeho spektru jsou více potlačeny vyšší harmonické než 1. harmonická.

U trojúhelníkového signálu je vidět kromě fázového posunu i potlačení vyšších harmonických.

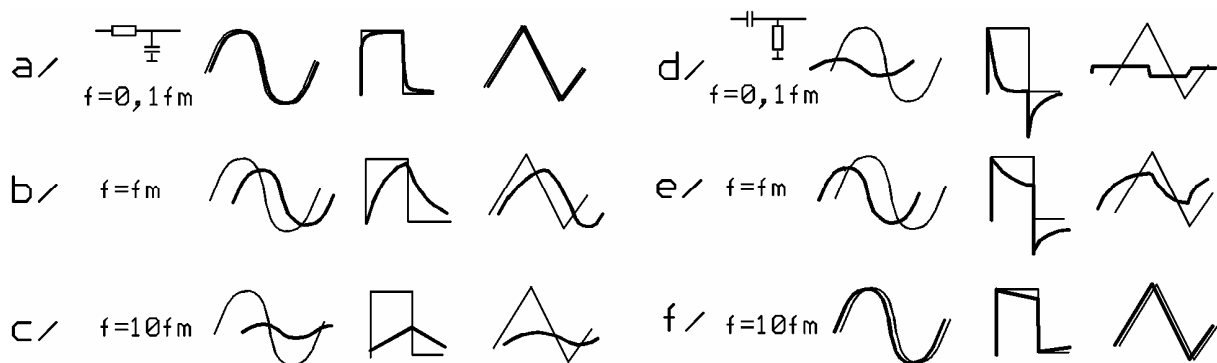
Výstupní signál obsahuje převážně 1. harmonickou, připomíná proto sinusový signál.

Při kmitočtu výrazně **vyšším než je mezní kmitočet** (obr.c) se uplatňuje hlavně **kapacita**. Impedance kondenzátoru je malá, signál je prakticky zkratován.

Při sinusovém buzení nastává při $f = 10 f_m$ pokles amplitudy o 20 dB (na 1/10 původní hodnoty) a k fázovému posuvu 84°.

Při buzení obdélníkovým signálem nestačí nabíjení a vybíjení kondenzátoru sledovat změny vstupního napětí. Je potlačen celý signál, méně nižší harmonické, více vyšší harmonické.

Obdobně je tomu i u trojúhelníkového signálu, výstupní průběh je silně potlačen a je téměř sinusový.



Derivační článek (obr.d,e,f) nebo-li **horní propust** propouští vysoké kmitočty, nízké potlačuje.

Mezní kmitočet vypočítáme podle vzorce $f_m = 1/(2\pi RC)$. Výstupní napětí je úměrné derivaci (změně) vstupního napětí.

Pro kmitočty výrazně **nižší než mezní kmitočet se kapacita uplatňuje maximálně** (obr.d). Velká impedance kondenzátoru brání průchodu signálu. Pro $f = 0,1 f_m$ a při sinusovém vstupním signálu klesne jeho amplituda na výstupu o 20 dB, fázový posuv mezi vstupním a výstupním signálem bude 84°.

Z obdélníkového signálu zůstanou pouze úzké impulsy vzniklé nabitím a vybitím kondenzátoru.

Z původního spektra zůstaly pouze **nejvyšší harmonické složky**.

Při nárůstu napětí u trojúhelníkového signálu je jeho derivace kladná a konstantní, při poklesu je záporná a konstantní. Tomu odpovídá průběh výstupního napětí.

Pro kmitočty **srovnatelný s mezním kmitočtem** (obr.e) se **odpor a kondenzátor uplatňují přibližně stejně** (jejich impedance je srovnatelná).

Při sinusovém buzení nastává **při mezním kmitočtu** pokles amplitudy o **3 dB** (na 0,707 původní hodnoty) a k fázovému posunu **45 °** podobně jako u integračního článku, fázový posun má pouze opačné znaménko.

U obdélníkového signálu jsou derivační impulsy širší. Doba nabíjení a vybíjení kondenzátoru je srovnatelná s periodou signálu. V jeho spektru jsou méně potlačeny vyšší harmonické než 1. harmonická.

U trojúhelníkového signálu je vidět kromě fázového posunu i potlačení první harmonické. Dochází k výrazné změně tvaru signálu.

Při kmitočtu výrazně **vyšším než je mezní kmitočet** (obr.f) se **kapacita** uplatňuje minimálně.

Impedance kondenzátoru je malá, signál jím prochází téměř beze změny.

Při sinusovém a trojúhelníkovém buzení se signál prakticky nemění.

Při buzení obdélníkovým signálem dochází k mírnému zkreslení výstupního průběhu. Vyšší harmonické procházejí obvodem s menším útlumem než základní harmonická.

Pokud prochází nesinusový (např. obdélníkový signál skrz filtry vyšších řádů, jsou změny jeho tvaru ještě výraznější. Ideální **dolní propust** (s mezním kmitočtem vyšším než je kmitočet základní harmonické $f = 1/T$) dokáže z **obdélníkového signálu** vytvořit čistě **sinusový signál** základní harmonické. Ideální pásmová propust z obdélníkového signálu vybere některou harmonickou složku.

Na tomto principu pracují často **násobiče kmitočtu**.

Literatura:

Robert Láníček: Obvody, součástky, děje, BEN 2004