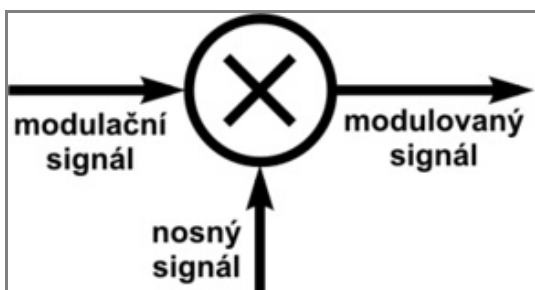


PSK1-5

Název školy:	Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola, Božetěchova 3
Autor:	Ing. Marek Nožka
Anotace:	Frekvenční modulace
Vzdělávací oblast:	Informační a komunikační technologie
Předmět:	Počítačové sítě a komunikační technika (PSK)
Tematická oblast:	Principy přenosu informací
Výsledky vzdělávání:	Žák objasní princip přenosu dat pomocí frekvenční modulace, srovnává FM a AM
Klíčová slova:	frekvenční modulace, přenos dat
Druh učebního materiálu:	Online vzdělávací materiál
Typ vzdělávání:	Střední vzdělávání, 3. ročník, technické lyceum
Ověřeno:	VOŠ a SPŠE Olomouc; Třída: 3L
Zdroj:	Vlastní poznámky

Frekvenční modulace

Úvod



Do modulátoru vstupují signály, kterým říkáme modulační a nosný. **Modulační signál** je ten, který chceme přenést a k jeho přenesení používáme **nosný signál**. Z modulátoru vystupuje **modulovaný signál**.

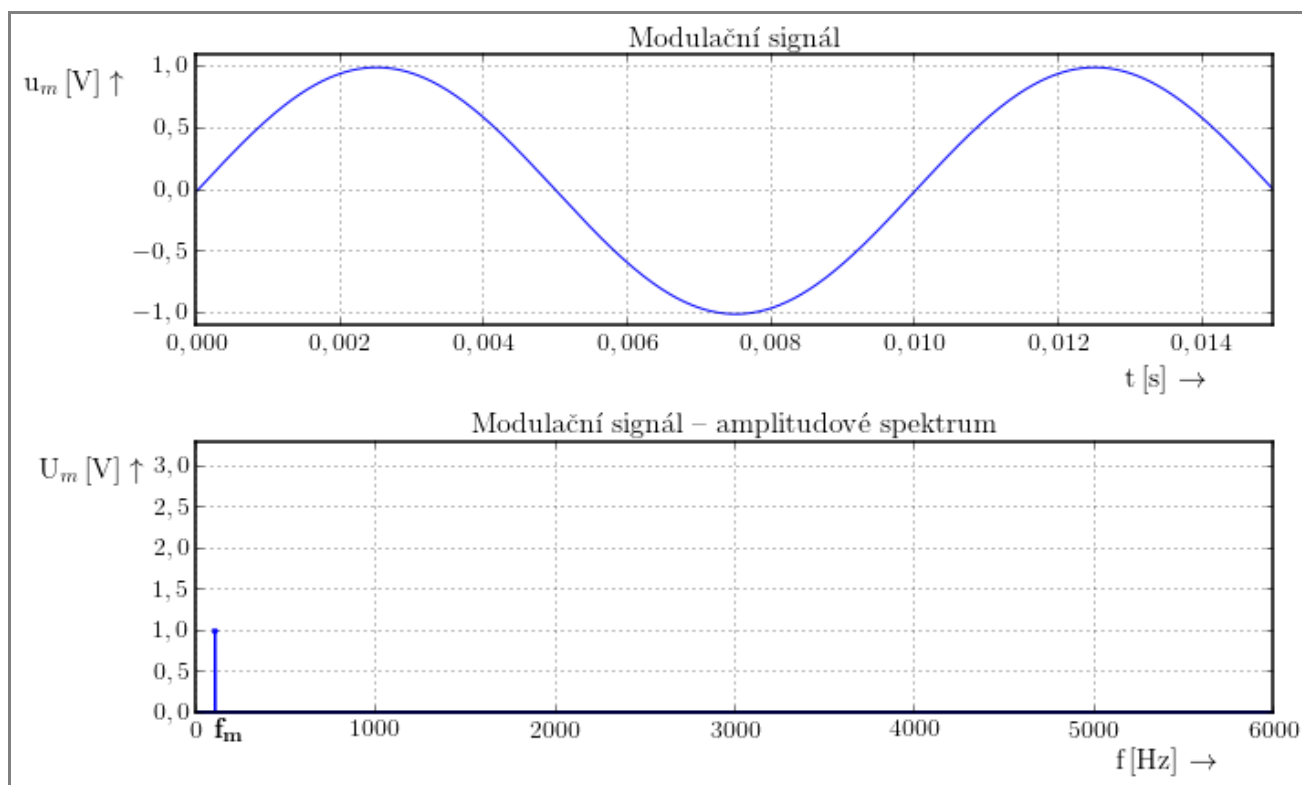
Nosný signál je vždy harmonický a lze ho popsat matematickou rovnicí:

$$u_c = U_c \sin(2\pi f t + \varphi)$$

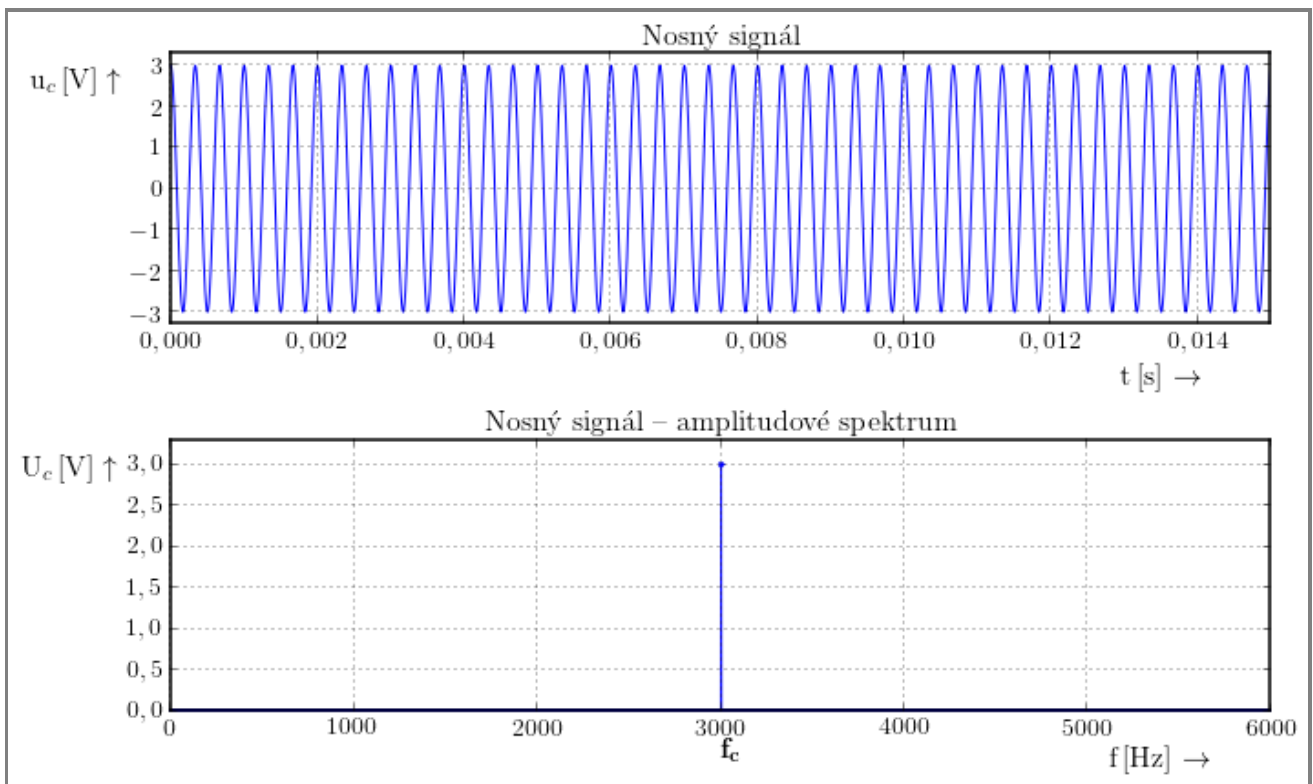
Frekvenční modulace spočívá v ovlivňování okamžité frekvence nosné vlny f_c okamžitou hodnotou modulačního signálu.

Harmonický modulační signál

Na obrázku vidíme harmonický modulační signál o frekvenci $f_m=100$ Hz a jeho amplitudové spektrum.

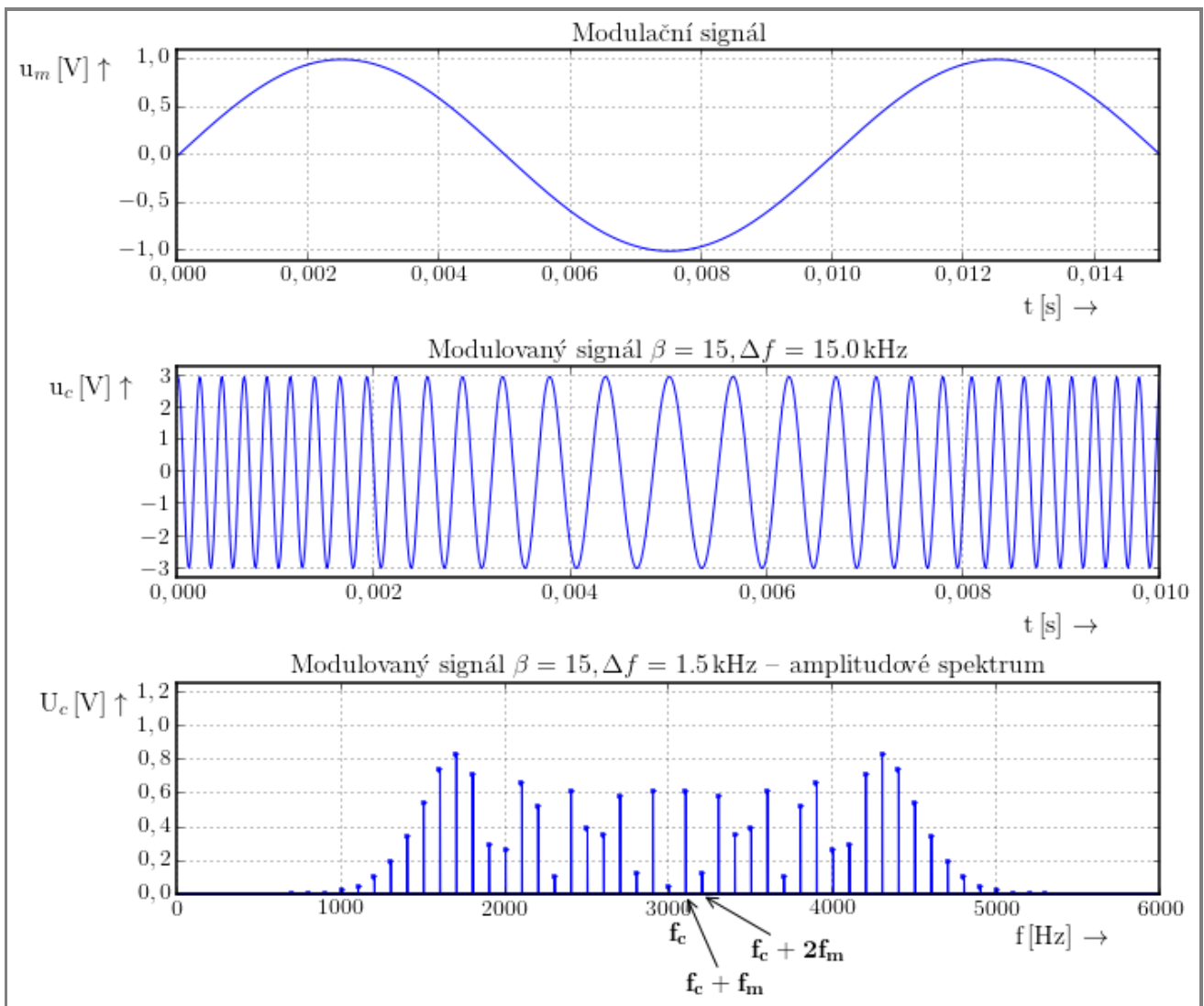


Nosný signál má (mnohem) větší frekvenci, než signál modulační. Na obrázku je nosná vlna o frekvenci $f_c=3$ kHz a její amplitudové spektrum.



Při frekvenční modulaci se mění okamžitá frekvence v rytmu modulačního signálu. To se projeví jako "zhušťování" a "zřeďování" modulovaného signálu. Situaci ilustruje následující obrázek.

Zvláště si prosím povšimněte, co se stalo s amplitudovým frekvenčním spektrem. Velikost harmonické složky na kmitočtu f_c je mnohem menší než původně a kolem kmitočtu f_c vyrostlo velké množství nových harmonických složek. Vzdálenost jednotlivých spektrálních čar je f_c .



Parametry frekvenční modulace

Kmitočtový zdvih Δf

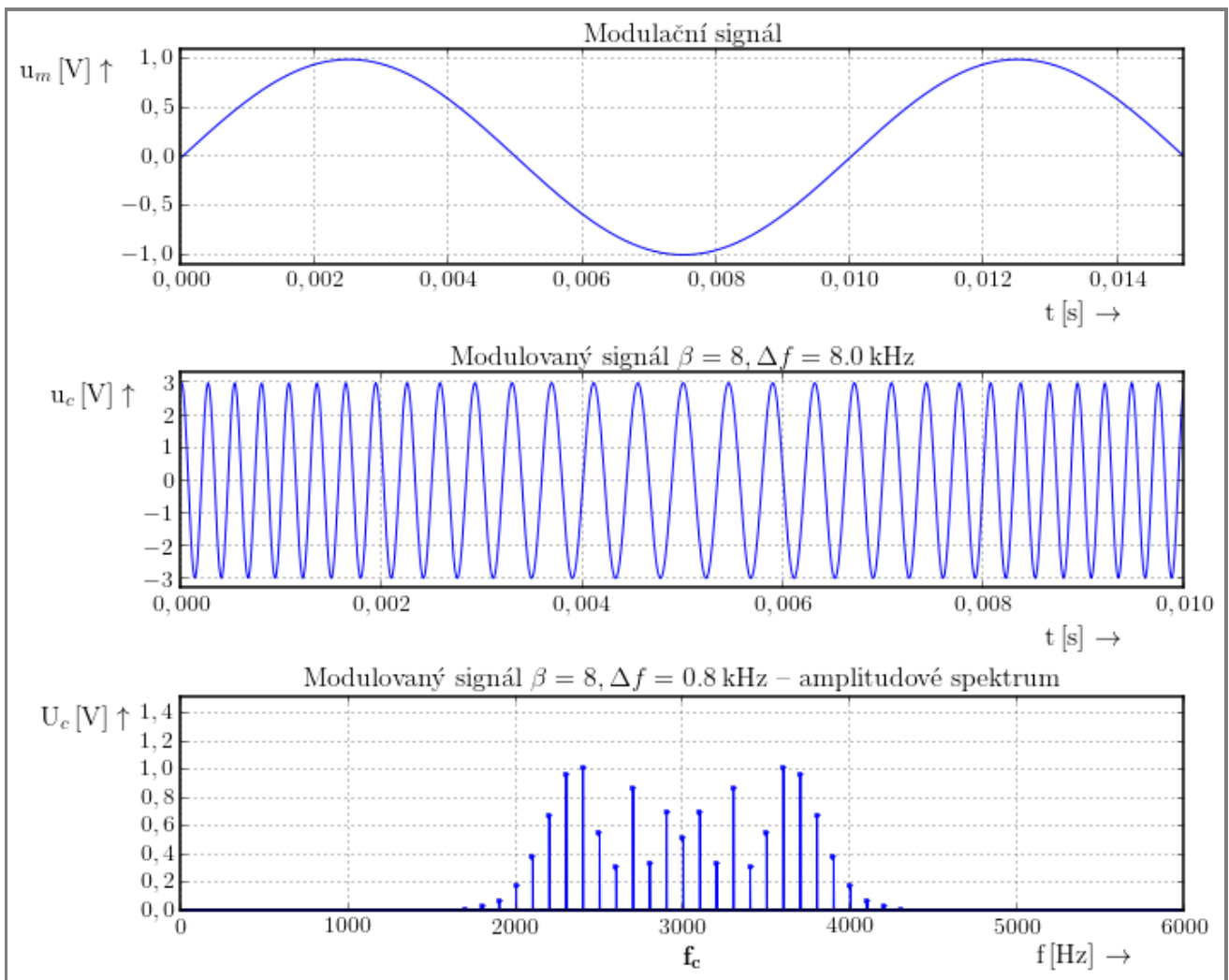
je maximální změna frekvence nosné vlny.

Index frekvenční modulace β

je poměr kmitočtového zdvihu a frekvence modulačního signálu f_m .

$$\beta = \frac{\Delta f}{f_m} [-; \text{Hz}, \text{Hz}]$$

Jak Kmitočtový zdvih a index modulace ovlivňují výsledný modulovaný signál je vidět na následujícím obrázku. Menší frekvenční zdvih respektive menší index modulace má za následek rychlejší pokles harmonických složek kolem nosného kmitočtu. Tím klesá i šířka pásma.

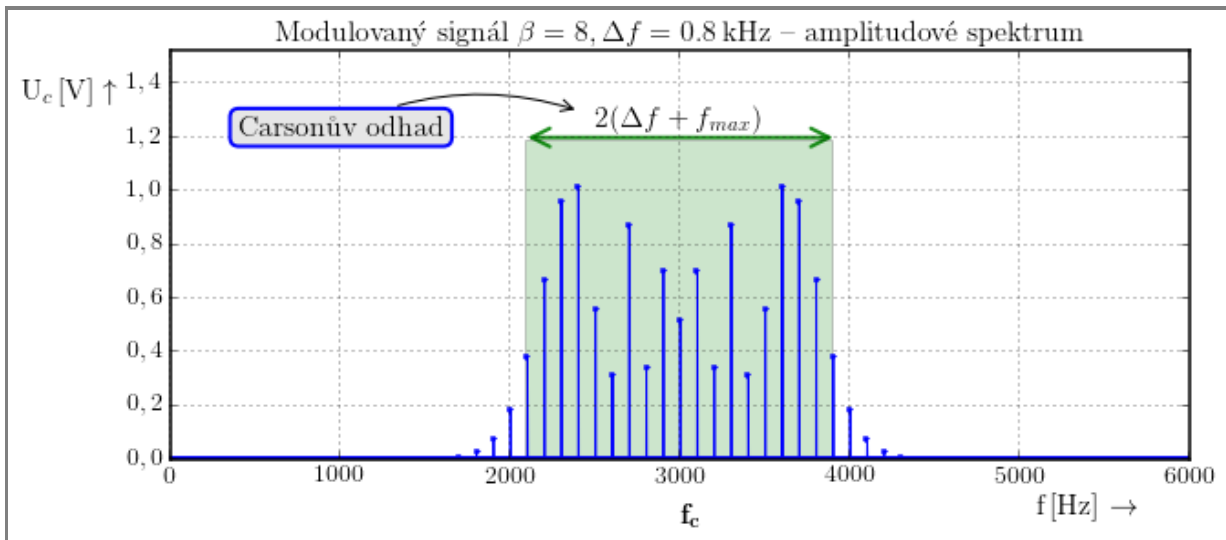


Šířka pásma

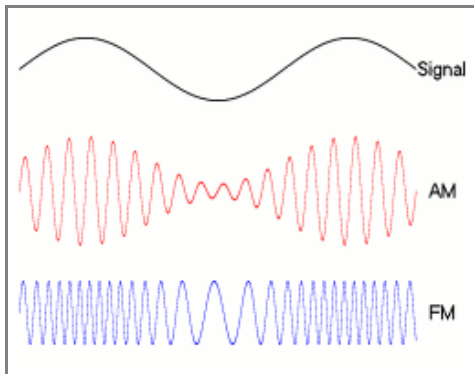
Šířka pásma udává jak velkou frekvenční oblast zaujme jedna stanice přenášena pomocí frekvenční modulace. U frekvenční modulace je šířka pásma teoreticky nekonečně velká, protože při jejím matematickém popisu zjistíme, že jednotlivých harmonických složek je nekonečně mnoho.

Při pohledu na amplitudové spektrum frekvenční modulace je ale jasné, že **velikost některých harmonických složek je tak malá, že je můžeme zanedbat**. Proto se mluví o **praktické šířce pásma**, která se dá vypočítat pomocí tzv. Carsonova odhadu. Tento vztah je empirický a platí pro index FM v rozsahu 1 až 20.

$$B \approx 2(\Delta f + f_{max}); \quad [Hz; Hz, Hz]; \quad \beta \in (1, 20)$$



Srovnání amplitudové a frekvenční modulace



Amplitudová modulace vyniká svou relativně malou šířkou pásma. Na druhou stranu má ale velice malou odolnost proti rušení. U frekvenční modulace je tomu naopak. FM má velice dobrou odolnost vůči rušení, ale zato také velkou šířku pásma.

Amplitudová modulace se tedy dá použít i v nižších frekvenčních pásmech jakou jsou například střední vlny. Maximální modulační frekvence je zde omezena na $f_{max} = 4,5$ kHz, šířka pásma je tedy $B = 9$ kHz

Frekvenční modulace se pro svou větší šířku pásma používá až ve vyšších frekvenčních pásmech. Například u radiového vysílání v pásmu velmi krátkých vln se používá frekvenční zdvih $\Delta f = 75$ kHz a modulační signál je omezen na $f_{max} = 15$ kHz.

Python kód, který vytvořil obrázky:

Frekvencni modulace