Fázová modulace

Vyjdeme opět z rovnice (1) pro okamžitou hodnotu střídavého napětí, ve které v tomto případě ale nemůžeme zanedbat počáteční fázi φ. Tato fáze je v tomto případě nositelem informace a její závislost na čase můžeme vyjádřit vztahem

$$\varphi(t) = \varphi_0 + \Delta\varphi \cdot \sin \omega t\,; \tag{26}$$

přitom maximální změna $\Delta\varphi$ odpovídá amplitudě modulačního signálu.

Dosazením vztahu (26) do rovnice (1) pak pro okamžitou hodnotu napětí dostaneme vztah

$$u = U_n \sin\left(\Omega t + \varphi_0 + \Delta\varphi \cdot \sin \omega t\right). \tag{27}$$

Při dalším vyšetřování fázově modulované vlny můžeme střední hodnotu fáze φ_0 považovat za nulovou, neboť na průběh fázové modulace tato veličina nemá zásadní vliv.

Hodnota φ_0 je konstanta nezávislá na ostatních veličinách. Její případnou změnou se posune graf výsledného modulovaného signálu pouze po časové ose, ale nezmění se jeho průběh (frekvence, amplituda, ...).

Podobně jako u frekvenční modulace i v případě fázové modulace můžeme zavést **modulační index fázové modulace**, který se značí symbolem m_{PM} a který je definován vztahem

$$m_{PM} = \Delta\varphi\,, \tag{28}$$

přičemž $[m_{FM}] = [\Delta\varphi] = \mathrm{rad}$. Dosazením vztahu (28) do rovnice (27) získáme rovnici pro okamžitou hodnotu napětí v obvyklém tvaru, v jakém v případě fázové modulace píše:

$$u = U_n \sin\left(\Omega t + m_{PM} \cdot \sin \omega t\right). \tag{29}$$

Srovnáme-li rovnice (29) a (18) zjistíme, že jsou velmi podobné - liší se pouze v použitém parametru charakterizujícím daný typ modulace. Odvození spektra fázové modulace je stejné jako v případě frekvenční modulace - opět získáme nekonečný rozvoj pomocí Besselových funkcí I. druhu ve tvaru podobném rovnici (22) a následnou úpravou pomocí goniometrického vztahu (23) přepíšeme rovnici (29) do tvaru, z něhož budou patrné jednotlivé vyšší harmonické frekvence (resp. úhlové frekvence). Fázová modulace stejně jako frekvenční modulace tak má tedy teoreticky nekonečně mnoho postranních úhlových frekvencí (resp. frekvencí), ale pro kvalitní přenos dané informace stačí přenést pouze několik signálů, jejichž úhlová frekvence je blízká nosné úhlové frekvenci.

Úhlové frekvence, které jsou ve frekvenčním spektru dále od nosné úhlové frekvence totiž k celkovému průběhu modulovaného signálu přispívají velmi málo.

Frekvenční modulace a fázová modulace jsou navzájem velmi podobné, neboť v obou případech se jedná o tzv. úhlovou modulaci, při níž se mění okamžitá fáze modulované vlny. Také jejich frekvenční spektra jsou téměř shodná. Jediný rozdíl je definici modulačního indexu (viz definiční

vztahy (17) a (28)): oba modulační indexy závisejí na amplitudě modulačního signálu U_m, ale modulační index frekvenční modulace závisí na modulační úhlové frekvenci ω, zatímco modulační index fázové modulace na této úhlové frekvenci nezávisí.

Mohlo by se zdát, že na amplitudě modulačního signálu U_m modulační indexy nezávisejí. Je pravda, že v definičních vztazích (17) a (28) těchto indexů proměnná U_m přímo nevystupuje. Ale na této hodnotě je závislý frekvenční zdvih Δf, který ve vztahu (17) vystupuje. Stejně tak ve vztahu (28) vystupuje změna fáze $\Delta\varphi$, která odpovídá amplitudě modulačního signálu. Proto jsou oba uvedené vztahy (a tedy i oba modulační indexy) závislé na hodnotě U_m.

U frekvenční modulace tedy závisejí amplitudy postranních úhlových frekvencí jak na amplitudě, tak i na frekvenci modulačního signálu, zatímco u fázové modulace jsou závislé pouze na amplitudě modulačního signálu. Pro stálou amplitudu modulačního signálu (např. při přenosu digitálních dat) jsou amplitudy postranních úhlových frekvencí konstantní, což je z hlediska přenosu výhodné.

Čistá fázová modulace se pro přenos analogových signálů nepoužívá, protože v tomto případě nemá oproti běžně používané frekvenční modulaci žádné výrazné výhody. Výhodně se ovšem fázová modulace používá při přenosu digitálně kódovaného signálu; v této oblasti se pak používá pod zkratkou PSK (*Pulse Shift Keying*).

Tato modulace pak má několik dalších typů 2-PSK, 4-PSK, DPSK, QPSK, 8-PSK, ..., které se liší např. počtem stavů využívaných k přenosu signálu.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.