Synchronní demodulace a detekce signálů zjednodušenou metodou bez analogové násobičky (násobení +1 a -1)

Petr Sládek 2016-05-17 www.smishek.com

Vstupní detekovaný nosný signál nechť je obecný – fourierova řada (obdélník, trojúhelník,.. která mí jen sinové/cosinové koeficienty):

$$S=\sum_{n=0}^{\infty} A_n \cos(\omega n t+\varphi)$$

Kde φ je fázový posun základní harmonické, tedy fázový rozdíl mezi referencí a detekovanou nosnou. Pozn. sinus z cosinu uděláme tímto posunem.

Referenční **ortogonální dvojice obdélníkových signálů** z lokálního oscilátoru pro demodulování:

$$R_x=\frac{4}{\pi}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{1}{n}\cos\omega n t \qquad R_y=\frac{4}{\pi}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{1}{n}\sin\omega n t$$

Po násobení získáváme produkty $X=S\cdot R_x$, $Y=S\cdot R_y$

a jelikož platí:

$$2\sin\alpha\cos\beta=\sin(\alpha-\beta)+\cancel{\sin(\alpha+\beta)}$$
$$2\cos\alpha\cos\beta=\cos(\alpha-\beta)+\cancel{\cos(\alpha+\beta)}$$

Za low pass nejsou

pro n-té harmonické detekovaného i referenčního signálu pro které je shodná frekvence ωn a tedy jsou **rozdílové složky nulové** což je stejnosměrný produkt za Low-Pass filtrem:

$$X_R=\frac{2}{\pi}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{A_n}{n}\cos\varphi \qquad Y_R=\frac{2}{\pi}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{A_n}{n}\sin\varphi$$

Jelikož absolutní amplituda není podstatná (je závislá na útlumech a zesílení), můžeme zjednodušeně psát:

$$X=\cos\varphi\sum_{n=0}^{\infty}\frac{A_n}{n} \qquad Y=\sin\varphi\sum_{n=0}^{\infty}\frac{A_n}{n}$$

Jelikož platí „identita kruhu“ $1=\sin^2\alpha+\cos^2\alpha$, umocněním a sečtením X a Y dostaneme demodulovanou kvadrát-obálku:

$$\left(\sum_{n=0}^{\infty}\frac{A_n}{n}\right)^2=\cos^2\varphi\left(\sum_{n=0}^{\infty}\frac{A_n}{n}\right)^2+\sin^2\varphi\left(\sum_{n=0}^{\infty}\frac{A_n}{n}\right)^2$$