第６，７回変復調のレビュー

２００５年　１２月

１．交流の複素数表現

２．FMのベクトル図

FSK

FSKベクトル図

マーク $e(t) = \cos\left((\omega_c + \omega_d)t + \theta\right)$ **スペース** $e(t) = \cos\left((\omega_c - \omega_d)t + \theta\right)$

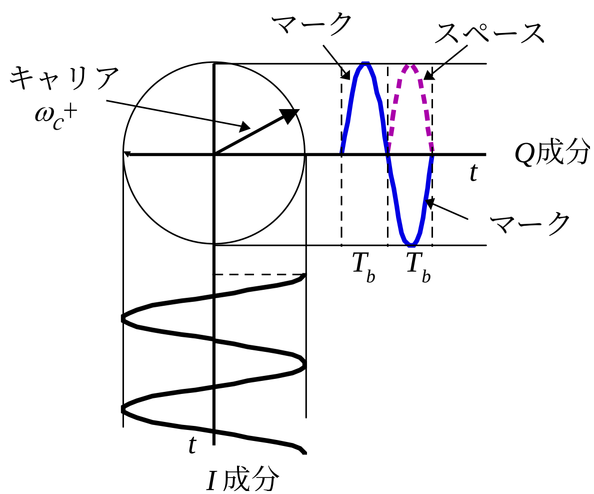
マーク $e(t) = \cos\omega_d t\cos(\omega_c t + \theta) - \sin\omega_d t\sin(\omega_c t + \theta)$

スペース $e(t) = \cos\omega_d t\cos(\omega_c t + \theta) + \sin\omega_d t\sin(\omega_c t + \theta)$

キャリア複素数表現

マーク $e(t) = \mathrm{Re}\left[\cos\omega_d t \cdot e^{j(\omega_c t+\theta)} + j\sin\omega_d t \cdot e^{j(\omega_c t+\theta)}\right]$

スペース $e(t) = \mathrm{Re}\left[\cos\omega_d t \cdot e^{j(\omega_c t+\theta)} - j\sin\omega_d t \cdot e^{j(\omega_c t+\theta)}\right]$



$$V = I + jQ$$

Q成分がマーク，スペースと変調されていることがわからない。I成分ではないのか？

実際観測されるのは実部であるのに，I，Q成分の複素信号で表される理由は？

FSK

交流の複素数表現　　便宜的な数学処理

コサイン波の表現

$$e_1(t) = \cos\omega t = \mathrm{Re}[e^{j\omega t}]$$

$$e_1(t) = A\cos(\omega t + \theta) = \mathrm{Re}[Ae^{j(\omega t+\theta)}] = \mathrm{Re}[Ae^{j\theta}e^{j\omega t}] = \mathrm{Re}[Ve^{j\omega t}]$$

$V \equiv Ae^{j\theta}$ ：フェーザ（絶対値と位相をもつ）

サイン波の表現

$$e_2(t) = \sin\omega t = \mathrm{Re}[-je^{j\omega t}]$$

交流をフェーザで表現し加算計算した結果は，実数表現だけで計算したものと等しくなる。

$$e_1(t) + e_2(t) = \cos\omega t + \sin\omega t = \sqrt{2}\cos(\omega t - \frac{\pi}{4}) = \mathrm{Re}[e^{j\omega t} - je^{j\omega t}] = \mathrm{Re}[(1-j)e^{j\omega t}]$$

FSK

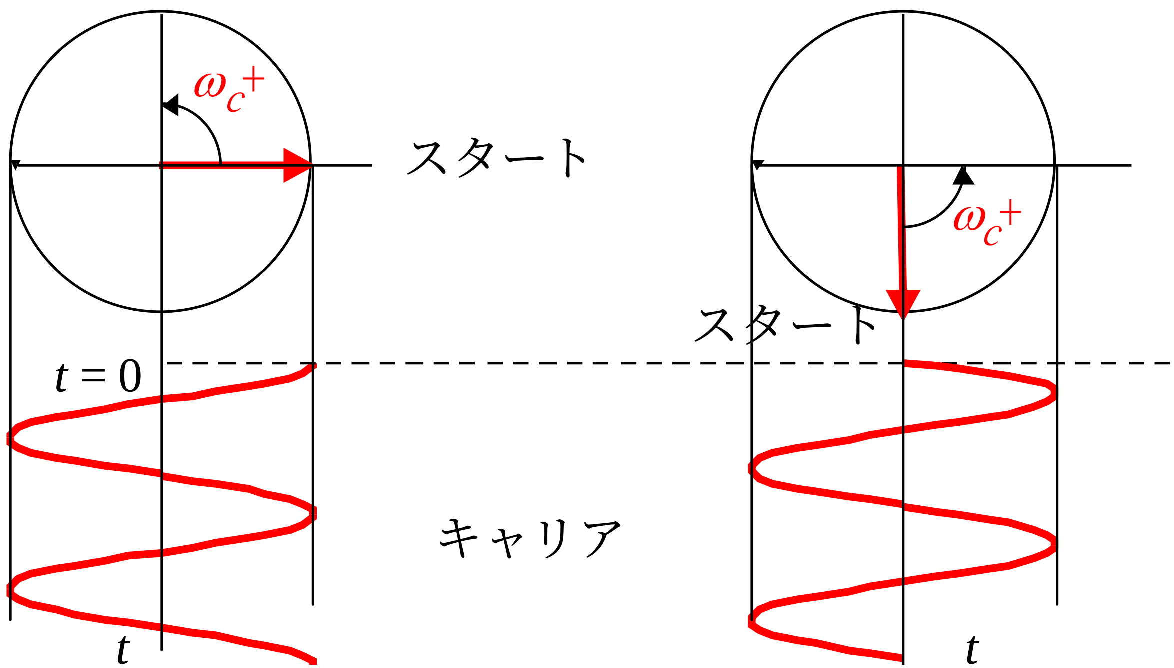
交流のベクトル図

コサイン波の表現

$$e_1(t) = \cos \omega t = \mathrm{Re}[e^{j\omega t}]$$

サイン波の表現

$$e(t) = \sin \omega t = \mathrm{Re}[-je^{j\omega t}]$$



キャリアをベクトル表現

FSK

FSKベクトル図

マーク $e(t)=\cos\left((\omega_c+\omega_d)t\right)=\cos(\omega_c t+\omega_d t)$

スペース $e(t)=\cos\left((\omega_c-\omega_d)t\right)=\cos(\omega_c t-\omega_d t)$

マーク $e(t)=\cos\omega_d t\cos\omega_c t-\sin\omega_d t\sin\omega_c t$

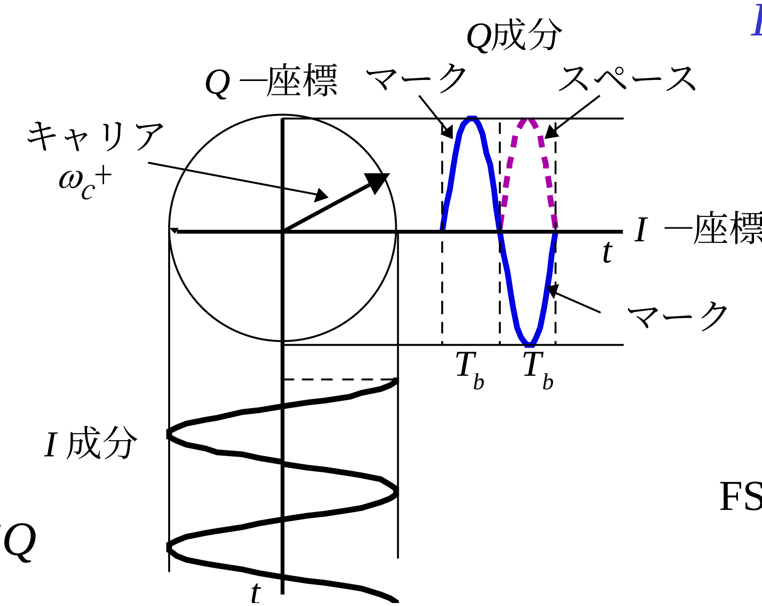
スペース $e(t)=\cos\omega_d t\cos\omega_c t+\sin\omega_d t\sin\omega_c t$

キャリア複素数表現

マーク $e(t)=\mathrm{Re}\left[\boxed{\cos\omega_d t}\cdot e^{j\omega_c t}\boxed{+\,j\sin\omega_d t}\cdot e^{j\omega_c t}\right]$

スペース $e(t)=\mathrm{Re}\left[\boxed{\cos\omega_d t}\cdot e^{j\omega_c t}\boxed{-\,j\sin\omega_d t}\cdot e^{j\omega_c t}\right]$

I　　Q　　**フェーザ**

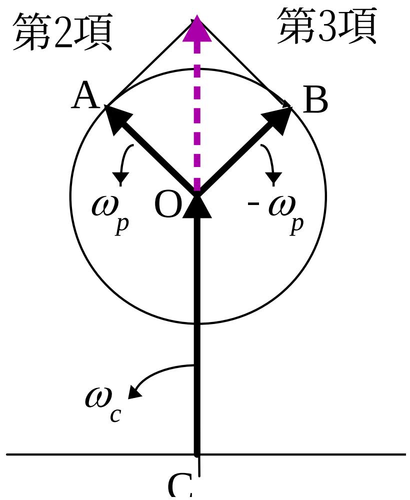


$V = I + jQ$

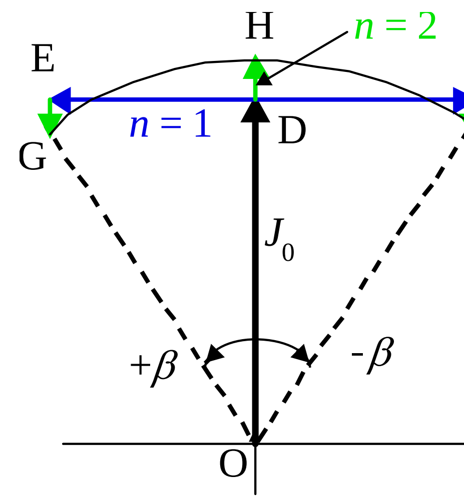
FSKの*I*-*Q*ベクトル図

PM変調回路

変調ベクトル図



AM



FM

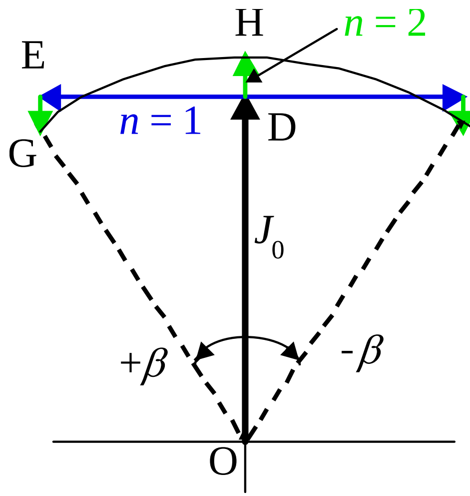
$$V_s = V_0 e^{j\omega_c t} e^{j\theta}\left(1 + \frac{m}{2} e^{j\omega_p t} + \frac{m}{2} e^{-j\omega_p t}\right)$$

$$V_s = V_0 e^{j\omega_c t} e^{j\theta}\left[J_0(\beta) + \sum_{n=1}^{\infty} J_n(\beta)\left(e^{jn\omega_p t} + (-1)^n e^{-jn\omega_p t}\right)\right]$$

FM変調で，ベクトルDEとEGが直交する理由がわからない。

FMフェーザ

フェーザベクトル図



フェーザ

$$V_s = V_0 e^{j\omega_c t} e^{j\theta} \boxed{\left[J_0(\beta) + \sum_{n=1}^{\infty} J_n(\beta) \left(e^{jn\omega_p t} + (-1)^n e^{-jn\omega_p t} \right) \right]}$$

OD： $J_0(\beta)$

EF： $J_1(\beta)\left(e^{j\omega_p t} - e^{-j\omega_p t}\right) = J_1(\beta) \cdot 2j \sin \omega_p t$

GE： $J_2(\beta)\left(e^{j2\omega_p t} + e^{-j2\omega_p t}\right) = J_1(\beta) \cdot 2\cos 2\omega_p t$