

SDR 無線機 その1

携帯電話などの受信機に使われている回路の動作をエクセルでシミュレーションしてみました。

図1は振幅変調波を受信する簡略化した回路です。アンテナ端子から入力された受信電波は、増幅器で増幅、0度、90度の位相差のある局部発振器からの信号と乗算、ADCでデジタル変換、FIR フィルターで余分な信号を除去した後、I 及び Q 信号から振幅を求めます。FIR フィルターは移動平均に重みを付けた移動加重平均で重みの付け方によって様々な特性を持ったフィルターを作ることができるようです。図1の破線の中はソフトウェアで処理する部分です。下記の一連の式をエクセルシートに組み込みました。エクセルファイルは下記の URL で入手できます。

<http://www.cfs.chiba-u.jp/koudai-renkei/information/files/sdr.xlsm>

電波を $y = A(t) \cdot \sin(\omega t + \alpha)$ と仮定する。

$$\begin{aligned} \text{局発} \quad s &= \sin(\omega t + \beta) \\ c &= \cos(\omega t + \beta) \end{aligned}$$

$$\text{乗算} \quad I = y \times s = A(t) \cdot \sin(\omega t + \alpha) \cdot \sin(\omega t + \beta)$$

$$= -\frac{1}{2} A(t) \cdot \left[\cos(2\omega t + \alpha + \beta) - \cos(\alpha - \beta) \right]$$

$$Q = y \times c = A(t) \cdot \sin(\omega t + \alpha) \cdot \cos(\omega t + \beta)$$

$$= +\frac{1}{2} A(t) \cdot \left[\sin(2\omega t + \alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta) \right]$$

FIR フィルター通過後 (振動数の高い成分を除去する)

$$I = +\frac{1}{2} A(t) \cdot \cos(\alpha - \beta)$$

$$Q = +\frac{1}{2} A(t) \cdot \sin(\alpha - \beta)$$

出力

$$\sqrt{I^2 + Q^2} = \frac{1}{2} A(t)$$

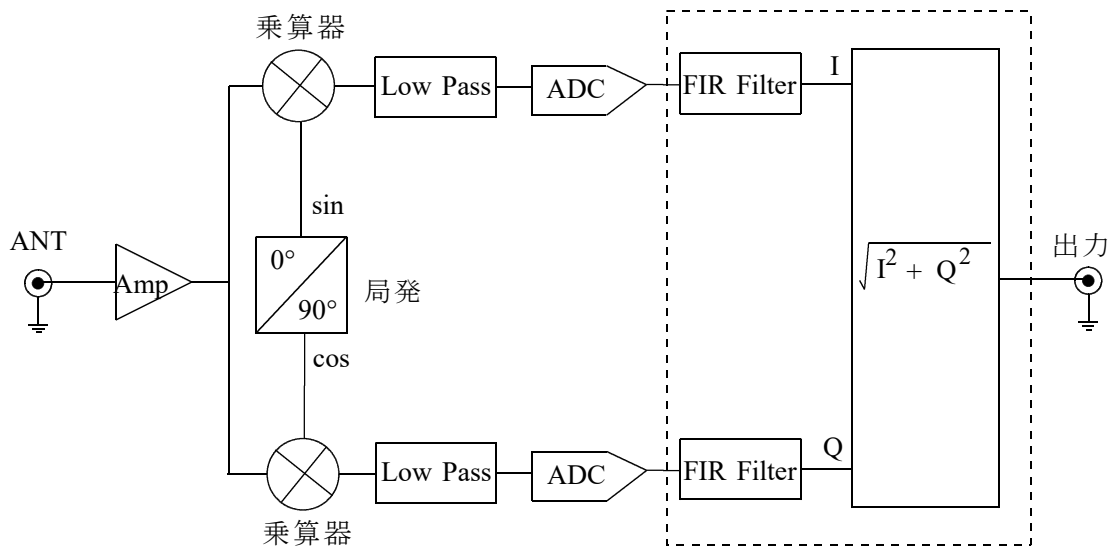


図1

時間	送信側		受信側		I成分	Q成分	Iの移動平均	Qの移動平均	受信波の振幅
	信号波	電波(振幅変調)	sin波	cos波					
0	0.711431	-0.53182544	-0.82202	-0.56946	0.437169	0.302856	0.311977159	-0.04027009	0.629130918
0.0001	0.700981	-0.697587528	-0.99975	0.022144	0.697416	-0.01545	0.295163995	-0.04878165	0.598335801
0.0002	0.690626	-0.596030578	-0.796	0.605303	0.474438	-0.36078	0.278677874	-0.03927893	0.562864788
0.0003	0.680375	-0.273222411	-0.28849	0.957483	0.078822	-0.26161	0.279266843	-0.02453522	0.560685104
0.0004	0.670239	0.142838457	0.329099	0.944295	0.047008	0.134882	0.29003358	-0.02414431	0.582073622
0.0005	0.660229	0.492850525	0.821108	0.570773	0.404684	0.281306	0.290497346	-0.03757846	0.585835638
0.0006	0.650353	0.647101628	0.999789	-0.02055	0.646965	-0.0133	0.274942258	-0.04545178	0.557347681
0.0007	0.64062	0.55338901	0.796959	-0.60403	0.441028	-0.33427	0.259835767	-0.0365194	0.524779164
0.0008	0.631039	0.254330421	0.290016	-0.95702	0.07376	-0.2434	0.260726632	-0.02283424	0.52344925
0.0009	0.621618	-0.131509001	-0.32759	-0.94482	0.043082	0.124252	0.271005697	-0.02264627	0.543900512
0.001	0.612364	-0.456470527	-0.8202	-0.57208	0.374396	0.261138	0.271532063	-0.03526978	0.547626218

