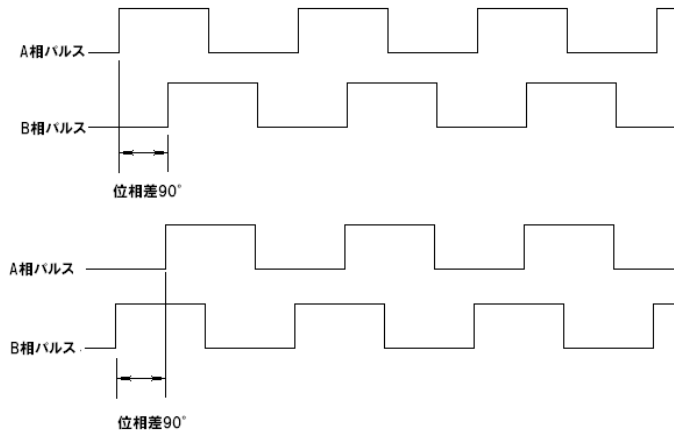


## 2 相出力式回転センサ信号の扱い

収録した 2 相出力式回転センサ信号から、回転角度と角速度を求める演算処理について説明します。

### <センサ出力される信号関係>

A 相と B 相では、位相差 90° で出力されます。正転と逆転では位相の遅れ進み関係が逆になります。例えば、右回転の場合は A 相より B 相が 90° 遅れ、左回転の場合は B 相より A 相が 90° 遅れ、A 相パルスと B 相パルスの位相関係が逆転することを意味します。説明の都合上、下図上段を左回転、下段を右回転と見なします。



### <事前処理>

収録された A 相、B 相のパルスを論理値 (high⇒1, low⇒0) に変換します。説明の都合上、A 相パルスは 1ch(#1)に B 相パルスは 2ch(#2)に収録されているとします。

case1: 収録されたパルスレベル (電圧) が不明な場合  
 比較演算を使用し、収録されたパルスレベルの(最大値-最小値)/2 に等しいか大きい場合に 1 とし、小さい場合に 0 とした論理値を生成します。

\$1 "A 相論理値" = GTE(#1,(MAX(#1)-MIN(#1))/2) /\*#1 は A 相パルス収録チャンネル\*/  
 \$2 "B 相論理値" = GTE(#2,(MAX(#2)-MIN(#1))/2) /\*#2 は B 相パルス収録チャンネル\*/

case2: 収録されたパルスレベル (電圧) が既知の場合  
 閾値と比較演算して閾値に等しいか大きい場合に 1 とし、小さい場合に 0 とした論理値を生成します。例では閾値を 3V として記述しています。

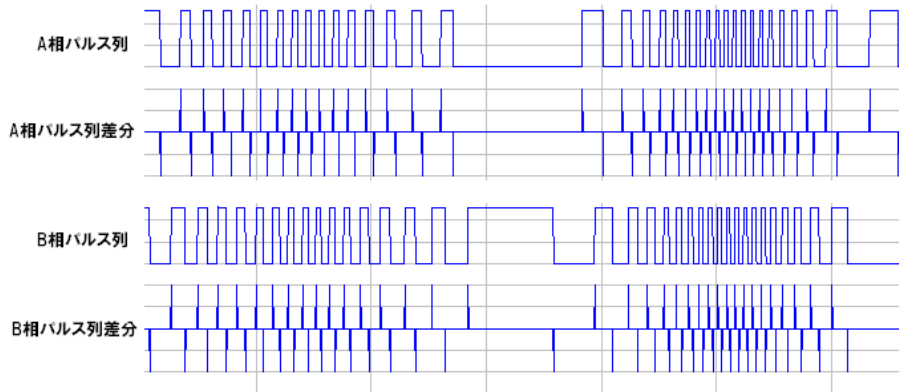
\$1 "A 相論理値" = GTE(#1,3) /\*#1 は A 相パルス収録チャンネル\*/  
 \$2 "B 相論理値" = GTE(#2,3) /\*#2 は B 相パルス収録チャンネル\*/

### <回転角度の求め方>

回転角度を求める基本原理はパルス数を数えることです。言い換えれば、パルスは距離パルスと等価であり、1パルス当たり何度と規定されているので、右回転の時に累積加算、左回転の時に累積減算することで求めます。その為には、右回転の時に 1、左回転の時に-1 となるパルスを生成した後、一度に全てを累積演算すれば良い事になります。

step1: A 相、B 相パルス列のそれぞれの差分関数 (DIF) を使用して差分を求めます。

\$3 "A 相差分" = DIF(\$1) /\*\$1 は A 相論理値\*/  
 \$4 "B 相差分" = DIF(\$2) /\*\$2 は B 相論理値\*/



処理の結果パルスの立ち上がり=+1、立下り=-1 となる波形が得られます。

step2: 回転方向により差分値の符号を変換する

A 相パルス列差分、B 相パルス列差分それぞれから、対抗するパルス列との位相差を利用し、回転方向により、左回転の時はパルス列差分の-1⇒+1に、右回転の時はパルス列差分の+1⇒-1に変換します。

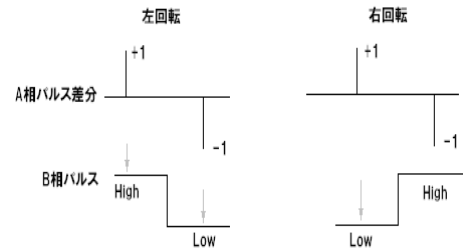
A 相パルス差分と B 相論理値を回転方向で表すと次のようになります。

左回転の時

A 相パルス差分	B 相パルス	角度パルス
+1	1	+1
-1	0	+1
0	-	0

右回転の時

A 相パルス差分	B 相パルス	角度パルス
+1	0	-1
-1	1	-1
0	-	0



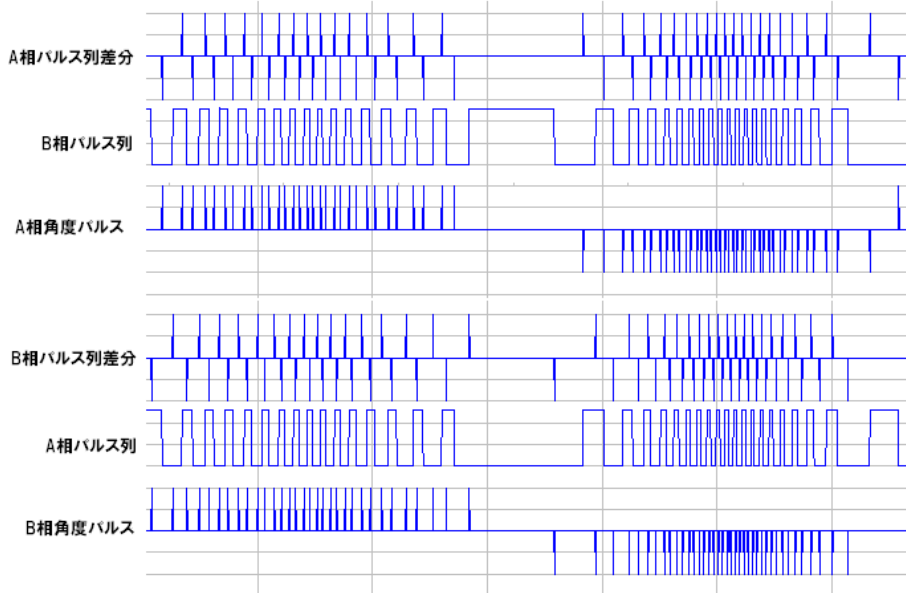
従って、パルス列差分から角度パルスを求める場合、対抗するパルスの論理値 0 を-1にした ±1 範囲に変換して、パルス列差分に掛け算することで角度パルスが求まることが判ります。論理値を±に変換する演算は、0.5 を引き 2 倍します。但し、B 相角度パルスを求める場合は対抗するパルスの論理関係が逆になるので符号変換を行います。

$$\text{\$5 "A 相角度パルス:"} = \text{\$3} * (\text{\$2} - 0.5) * 2$$

/\*\\$3 は A 相差分,\\$2 は B 相パルス\*/

$$\text{\$6 "B 相角度パルス:"} = \text{SGN}(\text{\$4} * (\text{\$1} - 0.5) * 2)$$

/\*\\$4 は B 相差分,\\$1 は A 相パルス\*/

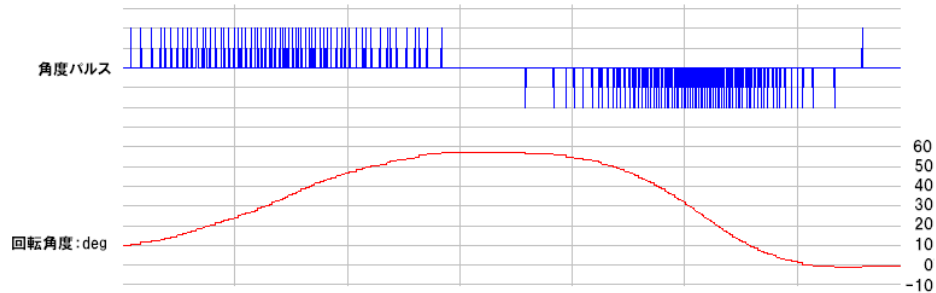


step3: 回転角度を求める

A 相角度パルスと B 相角度パルスを加算した後、累積算を行って回転角度を求めます。回転角度を求めるためには測定対象物の 1 回転当たりのパルス数を知る必要があります。

下記例では、1 回転 120 パルスとしています。尚、記述した処理手順は、A 相/B 相パルス入力の立ち上がり/立下りに着目しており、更に、A 相パルス B 相パルスのそれぞれ処理後を加算していますので 4 通倍した事になり、演算式では 1 回転数当たりのパルス数を 4 倍して記述する必要があります。

$$\text{\$7 "回転角度:deg"} = \text{ACC}(\text{\$5} + \text{\$6}) * 360 / (120 * 4) \quad /*\$5 は A 相角度パルス、\$6 は B 相角度パルス*/$$



<回転角度演算纏め>

上記処理手順では、結果として必要なチャンネルは\$7のみであり、\$1~\$6は中間生成結果です。  
 従って、収録データから回転角度を求める式を1行の式で記述することで中間生成しないで済みます。  

$$\$7 = \text{ACC}(\text{DIF}(\text{GTE}(\#1,3)) * (\text{GTE}(\#2,3) - 0.5) * 2 + \text{SGN}(\text{DIF}(\text{GTE}(\#2,3)) * (\text{GTE}(\#1,3) - 0.5) * 2)) * 360 / 480$$
  
 ※ 回転角度演算で求める角度は相対角度です。絶対角度に変換する場合は、角度演算結果に初期角度を加算することで得られます。

<回転方向別積算回転角度の求め方>

合計角度は、左回転は角度パルスの+1の合計、右回転は-1の合計となります。  

$$\$8 \text{ "積算左回転角度:deg"} = \text{SUM}(\text{EQU}(\$5 + \$6, 1)) * 360 / 480 \quad /* \$5 \text{ は A 相, } \$6 \text{ は B 相の角度パルス} */$$
  

$$\$9 \text{ "積算右回転角度:deg"} = \text{SUM}(\text{EQU}(\$5 + \$6, -1)) * 360 / 480 \quad /* \$5 \text{ は A 相, } \$6 \text{ は B 相の角度パルス} */$$
  
 ※ 求める値は一個で、左右別に回転した積算角度となります。何回転したかを求める場合は、結果を360で割り算することで求めます。

<累積角度の求め方>

左右回転方向を考慮しない積算角度は、角度パルスの絶対値を使用します。  

$$\$10 \text{ "積算角度:deg"} = \text{ACC}(\text{ABS}(\$5 + \$6)) * 360 / 480 \quad /* \$5 \text{ は A 相, } \$6 \text{ は B 相の角度パルス} */$$

<角速度の求め方>

角度の微分値は角速度になりますが、角度は角度パルスの積算で求めた結果ですので、そのまま微分すると角度パルスと同じ形状になり求まりません。つまり、微視的に見ると角度波形は階段状の波形をなし、階段のステップは、 $360/480=0.75^\circ$  毎になり、パルスとパルスの間は同じ値が続いている為です。角速度は角度パルスの回転方向別にFV関数を使用して求め、求めた結果の右回転を符号反転して、合成します。

$$\$11 \text{ "角速度:"} = (\text{FVC}(480, \text{EQU}(\$5 + \$6), 1) - \text{FVC}(480, \text{EQU}(\$5 + \$6, -1), 1)) * 360 / 480$$
  
 ※ FVC関数の引数1は、1秒以上の周期は停止と見なす処理を指定しています。  
 ※ \$11の結果では、パルス周期のジッタ成分、及びパルスのデューティ比が50%でない為、求めた角速度波形に乱れを生じます。従って、角速度は平均角速度として求める以外に有りません。平均角速度は角速度を移動平均処理します。  

$$\$12 \text{ "平均角速度:deg/sec"} = \text{MAV}(1/\text{PRD}(), \$11) \quad /* \$11 \text{ は角速度, PRD}() \text{ は周期関数} */$$
  
 ※ 例では移動平均の時定数は1秒間としています。時定数は、角速度が速い場合は、短く設定出来ます。
