

PIC マイコン 16F648A を使ったビット・エラー・レート・テストの制作

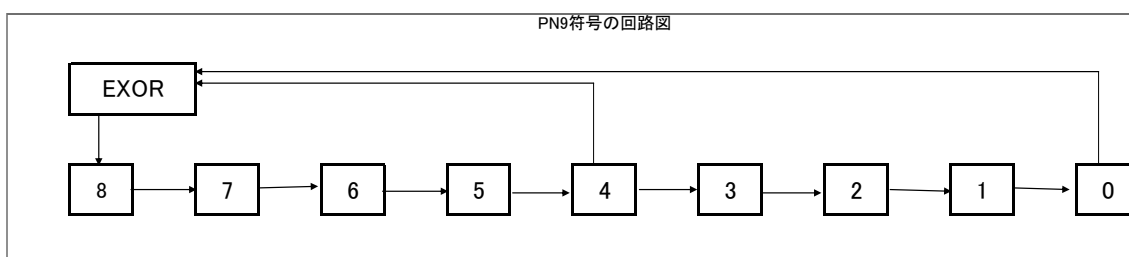
2008年9月17日 7M4MON

PIC マイコン 16F648A を使ってビット・エラー・レート・テスト(Bit Error Rate Tester: 以下 BERT)を制作しました。

ビット誤り率は送り側で符号列 (擬似ランダム信号等)を生成し、受信側で復号した結果とつきあわせることで求まります。

1.PN 符号の生成

PN 符号とは擬似ランダム(Pseudo Noise)符号のことで、PBRs(Pseudo Random Binary Sequence)とも呼ばれています。レジスタと特定のレジスタを XOR しフィードバックしたもので構成されています。以下に PN9 符号の回路図を示します。



フィードバックをするレジスタの位置は CCITT によって標準化されていて、O.151 で PN15,23 が、O.153 で PN9,11,20 符号が定義されています。注意しなければならないのは PN15 と 23 はデータが反転していることです。レジスタの位置と符号長の一覧を以下に示します。

PBRs	符号長	EXOR を取るレジスタの位置	データの反転
9bit	$2^9-1 = 511$	4,0	No
11bit	$2^{11}-1 = 2047$	2,0	No
15bit	$2^{15}-1 = 32767$	1,0	Yes
20bit	$2^{20}-1 = 1048575$	3,0	No
23bit	$2^{23}-1 = 8388607$	5,0	Yes

手始めに PIC12F629 を使って PN9 符号を生成しました。

GP0 からデータが、GP1 からクロックが出力され、GP3,4,5 ポートで符号列とスピードを選択しています。

肝となる部分は「`shift_right(tap,2,tap[7]^tap[11])`」です。この部分でビットシフトと

EXOR を取ってフィードバックをしています。

shift\_right 命令は作業空間がバイト単位で定義されていて、それにぴったり収まるようにレジスタの数を定義しなければ上手くいきませんでした。

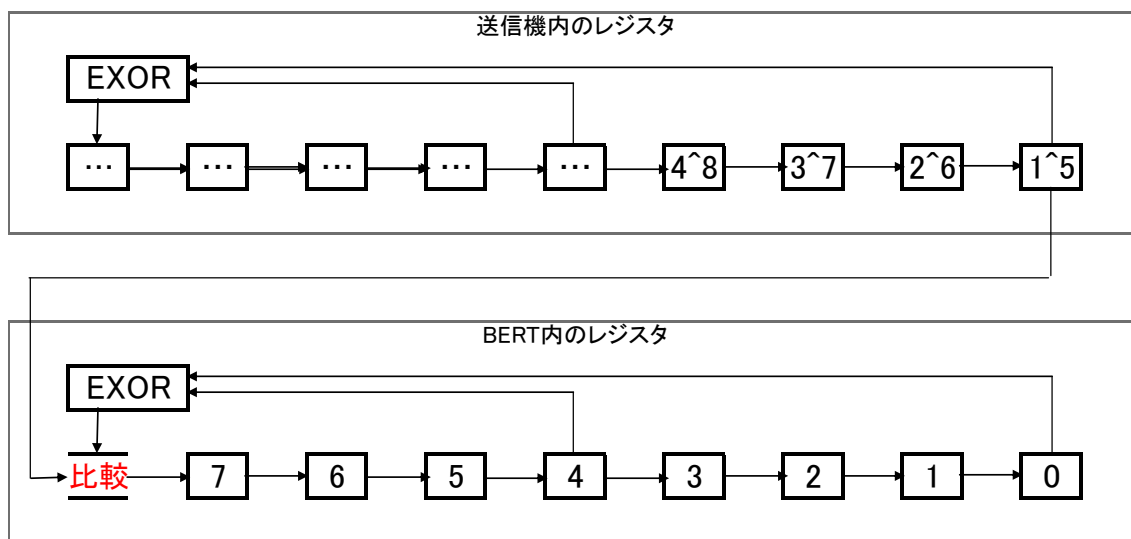
ですから、tap[7]と tap[11]のレジスタの位置は後ろから数えるとそれぞれ 0 番目と 4 番目になります。

フィードバックレジスタの位置を変数に置き換えると計算時間が大幅に増えるようです。内蔵 4MHz クロックだと計算に 23us ほどかかっているようなので 20kbps 程度が限界だと思います。

## 2.BERT

PN 符号の生成が出来ましたので、BERT 側での符号と比較すれば BER が求まります。それには BERT 側で PN 符号を生成し、同期をとる必要があります。

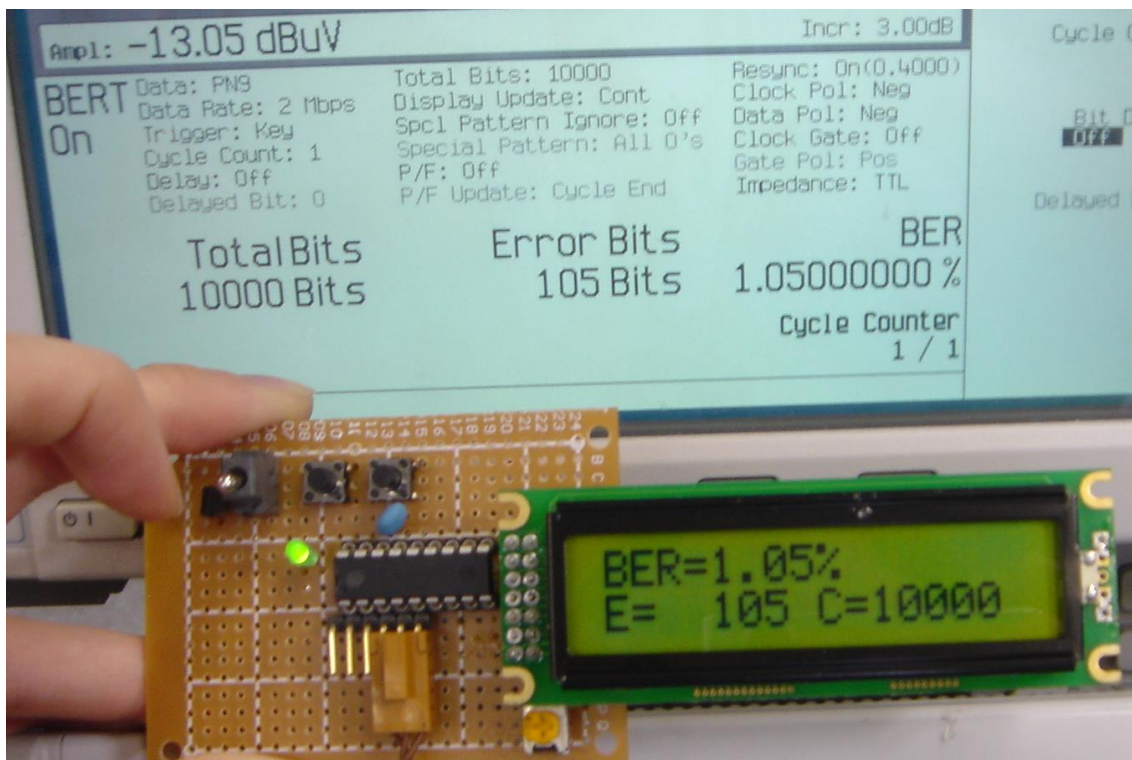
下図をご覧ください。BERT 内の全てのレジスタが正しいビットで満たされていれば、フィードバックされたビットも正しいものとなります。今回は、一定以上連続して一致していたら同期していると見なすことにしました。



同期が取れば後はエラーの数をカウントするだけです。

設定したビット数に達したら結果を表示します。

## PIC マイコン 16F648A を使ったビット・エラー・レート・テストの制作



供試機によってはデータやクロックが反転している場合があるので、任意に設定できるようにしました。

最初は自動再同期や設定モードを盛り込んだ凝ったプログラムでしたが、結局、シンプルな方が使い勝手が良いと思いました。

#### 4.参考文献

ローデシュワルツ社 SIMQ 取扱説明書

CCITT O.151 および O.153 仕様書

無線技術とデジタル変復調技術 石井聡 CQ 出版