

クロックリカバリの0連続/1連続耐力 評価方法

シグナル クオリティ アナライザ MP1800A

シグナル クオリティ アナライザ-R MP1900A

目次

1	クロックリカバリ評価について	2
2	0連続 / 1連続耐力試験方法	2
3	アンリツ ソリューション	3
4	まとめ.....	4

1 クロックリカバリ評価について

近年の高速デジタル伝送では、クロック信号をデータ信号と共に伝送せず、データ信号だけを伝送し、受信側でクロックを再生させる方法が一般的になってきています。このような系では、クロックリカバリの特性が伝送品質を確保する上で鍵となります。

クロックリカバリは、一般的に PLL 回路で構成されています。PLL 回路を使用したクロックリカバリを設計する場合、PLL 回路を構成する容量性素子や抵抗値のばらつきにより、製品の特性がばらつくことが想定されます。この特性のばらつきは、後段識別回路での受信誤りを発生させたり、システム全体動作が安定するまでの時間が長くなってしまいう要因となる可能性があります。

そのため、十分にクロックリカバリ特性を把握することが重要になります。クロックリカバリを評価する際の代表的な試験項目の1つとして0連続、1連続耐力試験があります。

高速デジタル信号では、伝送信号の DC Offset を一定に保ち、クロックリカバリの動作を安定させるために、伝送パターンの1と0の比率が同等になり、かつ1または0が連続しすぎないように PRBS 信号等でスクランブルをかける方式が採用されています。1または0が連続しにくいような環境下においても、0連続、1連続の受信耐力試験を実施し機器としての特性を把握することは有効です。

2 0連続 / 1連続耐力試験方法

SDH 伝送規格では、クロックリカバリの1連続、0連続耐力を試験するために、ITU-T G957 で規定されている CID パターンを使用することが一般的でした。CID パターンには、SDH の Frame 情報の他に、9 byte の連続した"0"と9 byte の連続した"1"が含まれます。9 byte ですので、72 bit の1/0連続耐力を試験することになります。

クロックリカバリは、SDH だけでなく、他の高速伝送でも使用するため、CID パターン以外の方法も使って評価を行うことがあります。

BERT から発生させるランダム性の高い試験信号として、PRBS パターンがあります。PRBS パターンは、PRBS 2^7-1 や PRBS $2^{31}-1$ 等、その段数によりパターンの周期が変わり、パターン周期中に含まれる"1"または"0"が連続するパターンの長さも変わります。たとえば、PRBS 2^7-1 の場合、周期は 2^7-1 (127) bit です。このパターン中には、7 bit 連続した"1"、6 bit 連続した"0"が含まれます。PRBS $2^{31}-1$ の場合は、周期 $2^{31}-1$ (2147483647 bit)であり、31 bit 連続した"1"、30 bit 連続した"0"が含まれます。PRBS 2^7-1 と PRBS $2^{31}-1$ では、PRBS $2^{31}-1$ の方が、0/1連続パターンが長いので、クロックリカバリにとって、より強いストレスを加えることができます。

PRBS の周期が長ければ、1/0 が連続するビットの数が長くなるため、より強いストレスを加えることが可能になります。そのような意味で PRBS $2^{58}-1$ や PRBS $2^{61}-1$ というような長周期の PRBS でクロックリカバリの1/0連続耐力試験を行う方法があります。しかし、試験を行うためには、試験結果の再現性も視野に入れる必要があります。

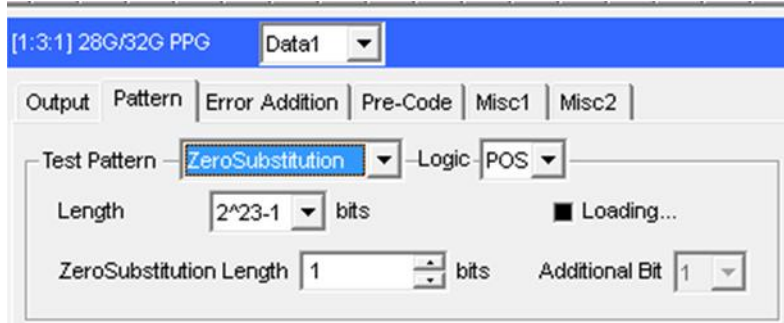
たとえば、100GbE で使用する SERDES 内部のクロックリカバリ評価を考えてみます。この場合、Bit rate は、25.78125 Gbps です。PRBS $2^{58}-1$ 、PRBS $2^{61}-1$ の周期は下記の通りです。

PRBS 種別	周期 (bit)	周期(時間@25 Gbps)
PRBS $2^{58}-1$	288230376151711743 bit	129.4 日
PRBS $2^{61}-1$	2305843009213693952 bit	1035.2 日

上記から、このパターンを使用した試験には、非常に長い時間が必要になることがわかります。

3 アンリツ ソリューション

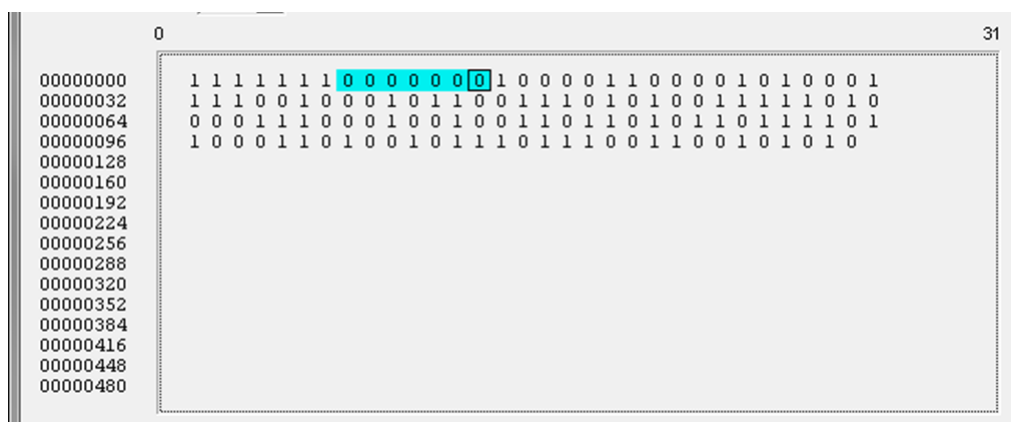
シグナル クオリティ アナライザ MP1800A/シグナル クオリティ アナライザ-R MP1900A では、クロックリカバリの 0/1 連続耐力試験用に、PRBS パターンを変更した Zero-Substitution パターンを用意しています。



MP1800A/MP1900A の Zero-Substitution パターンでは、PRBS $2^7-1 \sim 2^{23}-1$ 相当のパターンが選択可能です。

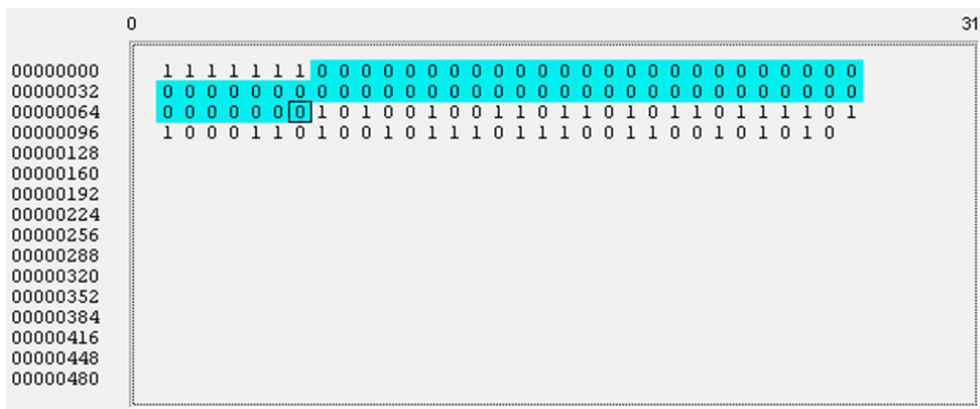
Zero-Substitution パターンは、基本的に PRBS と同じパターンです。ただし、Zero-Substitution では、0 が最も長く連続している部分の最後の Bit を 1 から 0 に置き換えることで、0 が連続している部分の長さを増やせる、という点が PRBS との違いです。上図の Zero Substitution Length という項目の数字を増減させることで、パターン中に含まれる 0 連続長を変更することができます。

たとえば、下図は、Zero-Substitution 2^7-1 で、Zero Substitution Length を 1 bit にした場合のパターンです。PRBS 2^7-1 では、“1” が 7 bit 連続したパターンが出現し(下図水色の網掛けの左側)、その後、“0” が 6 bit 連続します(水色の網掛け部分の左側 6 bit)。この例では、Zero Substitution Length を 1 bit にしていますので、PRBS 2^7-1 では 6 bit 連続する 0 連続長を 1 bit 増やして 7 bit にしています。



この Zero Substitution Length を長くしていくことにより、Zero-Substitution パターン内に含まれる 0 連続長を 1 bit ずつ増加させ、クロックリカバリにかかるストレスを強くしていくことができます。

次の図は、Zero-Substitution パターンで、Zero Substitution Length を 58 bit に設定した例です。 2^7-1 の Zero-Substitution は PRBS 2^7-1 と同様に、元々 6 bit の 0 連続長がありますが、Zero Substitution Length の設定で、その中の 58 bit パターンを 0 に置き換えています。そのため、この例のパターンは、6+58 で合計 64 bit の 0 連続長を含みます。



PRBS 2⁷-1 よりもランダム性の高いパターンを必要とするのであれば、PRBS 2²³-1 相当の 2²³-1 長の Zero-Substitution を選択し、Zero Substitution Length を長くしていくことができます。PRBS 2²³-1 相当のパターン長であれば、前述の 25.78125 Gbps で発生させた場合、1 周期が 0.3 mS 程度((2²³-1 bit) / 25.78125 Gbps)ですので、PRBS 2⁵⁸-1 や PRBS 2⁶¹-1 と比較して、十分実用的な時間での検証が可能です。また、パターンの極性を反転させることで、0 連続ではなく、1 連続の場合の受信耐力を確認することも可能です。

4 まとめ

本稿では、クロックリカバリの 1 連続、0 連続受信耐力を実用的な時間内に確認する Zero-Substitution Pattern を紹介しました。アンリツは、今後お客様の実験、検証に貢献するソリューションを提供し続けます。

アンリツ株式会社

<http://www.anritsu.com>

本社 〒243-8555 神奈川県厚木市恩名5-1-1 TEL 046-223-1111
厚木 〒243-0016 神奈川県厚木市田村町8-5
計測器営業本部 TEL 046-296-1202 FAX 046-296-1239
計測器営業本部 営業推進部 TEL 046-296-1208 FAX 046-296-1248
仙台 〒980-6015 宮城県仙台市青葉区中央4-6-1 住友生命仙台中央ビル
計測器営業本部 TEL 022-266-6134 FAX 022-266-1529
名古屋 〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19 住友生命名古屋ビル
計測器営業本部 TEL 052-582-7283 FAX 052-569-1485
大阪 〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1-23-101 大同生命江坂ビル
計測器営業本部 TEL 06-6338-2800 FAX 06-6338-8118
福岡 〒812-0004 福岡県福岡市博多区榎田1-8-28 ツインスクエア
計測器営業本部 TEL 092-471-7656 FAX 092-471-7699

ご使用の前に取扱説明書をよくお読みのうえ、正しくお使いください。

1602

■カタログのご請求、価格・納期のお問い合わせは、下記または営業担当までお問い合わせください。
計測器営業本部 営業推進部

☎ TEL: 0120-133-099 (046-296-1208) FAX : 046-296-1248
受付時間 / 9 : 00 ~ 12 : 00、13 : 00 ~ 17 : 00、月 ~ 金曜日 (当社休業日を除く)
E-mail : SJPost@zy.anritsu.co.jp

■計測器の使用法、その他については、下記までお問い合わせください。
計測サポートセンター

☎ TEL: 0120-827-221 (046-296-6640)
受付時間 / 9 : 00 ~ 12 : 00、13 : 00 ~ 17 : 00、月 ~ 金曜日 (当社休業日を除く)
E-mail : MDVPOST@anritsu.com

■本製品を国外に持ち出すときは、外国為替および外国貿易法の規定により、日本国政府の輸出許可または役務取引許可が必要となる場合があります。
また、米国の輸出管理規則により、日本からの再輸出には米国商務省の許可が必要となる場合がありますので、必ず弊社の営業担当までご連絡ください。