BIT ERROR RATE & ITS IMPORTANCE

Cable TV networks that migrate to Digital CATV often asked - What is Bit Error Rate (BER)? How is it related to signal quality ? What are the factors that effect BER?

This article provides a simple overview, with recommendations for an LCO to improve his distribution system, for Digital CATV delivery.

DIGITAL BASICS

In a digital system, the signal consists of digital data, which is transmitted as a series of 0s & 1s. 0 represents the 'Off' state, and 1 represents an 'On' state. The series of 0s & 1s are grouped together in a fixed length, or 'Words.' As an example: 0 1 1 0 0 0 1 0 1 1 is a ten bit word. It is important that all these bits be received exactly as transmitted.

If however, the word is received as : 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 then there are 3 errors (shown as underlined bits). This implies 3 errors out of 10 or a Bit Error Rate (BER) of 3/10 = 0.3 BER or a 30% Bit Error Rate. In a practical digital system, a 30% BER is huge and unacceptable. Usually the BER is very small, typically expressed as 10 to a negative power. For example, a typical digital CATV distribution system will have a BER of 10 to the minus 4, meaning that, out of 10,000 bits transmitted, one bit may be in error, i.e. 1 error in 1 ten thousand bits. The higher the BER, the higher the error and the received signal will be of poor quality. The digital picture will tolerate a certain BER but beyond that limit, the picture will suddenly become unacceptable. The Picture may freeze, tear or the screen may even go completely blank.

Parameters At Consumer Outlets For Analog And Digital Video Channels (IEC60728)

Parameter At The Subscriber´s TV Interface	Value For Analog Video PAL / NTSC	Value For Digital Video 64QAM / 256QAM
RF Output Level	>60 dBµV	>47 / >54 dBµV
SNR	>45.5 dB	>26 / >32 dB
CSO / CTB	>57 dB, > 52 dB	>37 dB
BER	-	<10-4

बिट इरर रेट और इसका महत्व

केबल टीवी नेटवर्क, जो कि डिजिटल सीएटीवी सेवा शुरू करना चाहते हैं, वे प्रायः पूछते हैं कि –बिट इरर रेट (बीईआर) क्या है? यह सिगनल की क्वालिटी से कैसे संबंधित है? बीईआर को प्रभावित करने वाले कौन से कारक हैं?

यह लेख डिजिटल सीएटीवी डिलिवरी के लिए एक एलसीओ को अपने वितरण तंत्र में सुधार के लिए सिफारिश के साथ सरल अवलोकन प्रदान करता है।

डिजिटल की मूल बातें

डिजिटल सिस्टम में सिगनल में डिजिटल डेटा शामिल होती है, जो कि **0** व **1** की श्रृंखला के रूप में ट्रांसमीटेड होती है। **0** 'ऑफ' स्टेट का और **1** 'ऑन' स्टेट का प्रतिनिधित्व करता है। नियत दूरी या 'वर्डस' में '**0**' व '**1**' की श्रृंखला को एकसाथ समूहीकृत करते हैं। उदाहरण के रूप मेंः **0 1 1 0 0 0 1 0 1 1** दस बिट वर्ड है। यह महत्वपूर्ण है कि इन सभी बिट्स को जैसे ट्रासमीटेड किया जाता है, वैसे ही रिसीव किया जाता है।

हालांकि यदि वर्ड को **0 0 1 0 1 0 1 0 0 1** में रिसीव किया जाए तो यहां पर **3** इरर होंगे (रेखांकित बिट के रूप में दिखाया गया)। इसका मतलब है **10** में से **3** इरर या **3/10 = 0.3** बीईआर का बिट इरर रेट (बीईआर) या **30** प्रतिशत बिट इरर रेट। एक व्यावहारिक डिजिटल सिस्टम में **30** प्रतिशत बीईआर विशाल और अस्वीकार्य है। आमतौर पर बीईआर काफी छोटा होता है जिसे **10** के रूप में नकारात्मक पॉवर के रूप में व्यक्त किया जाता है। उदाहरण के लिए एक विशिष्ट डिजिटल सीएटीवी वितरण सिस्टम में बिना **4** के बीईआर **10** होगा, इसका मतलब है कि ट्रांसमीट किये गये **10000** बिट में से एक बिट में इरर हो सकता है यानि **10,000** बिट में **1** इरर। बीईआर जितना अधिक होगा इरर उतना ही अधिक होगा और रिसीव किये गये सिगनल की क्वालिटी कमजोर होगी। डिजिटल पिक्चर कुछ खास बीईआर को सह सकता है लेकिन उस सीमा के बाद पिक्चर अचानक असहनीय हो जायेगी। पिक्चर फ्रिज, टियर या फिर स्क्रीन पूरी तरह ब्लैंक भी हो सकता है।

BER

In an analog system, deterioration is gradual, and the picture deteriorates progressively. However in a digital system, the picture suddenly turns unacceptable if the BER falls below a certain level (usually ,10-4).

Clearly, Bit Error Rate: BER is a key parameter that is used in assessing systems that transmit digital data from one location to another. Systems for which Bit Error Rate, (BER) is applicable include RF links, fibre optic data systems, Ethernet, or any system that transmits data over a network of some form where noise, interference, and distortion may cause degradation of the digital signal. Although there are some differences in the way these systems work and the way in which bit error rate is affected, the basics of bit error rate itself are still the same.

When data is transmitted over a data link, there is a possibility of errors being introduced into the system. If errors are introduced into the data, then the integrity of the system may be compromised. As a result, it is necessary to assess the performance of the system, and bit error rate, BER, provides an ideal way in which this can be achieved.

CAUSE OF BER

In digital transmission, bit errors represent the number of wrong / error bits received during transmission. These can occur due to :

i. Noise
ii. Interference
iii. Distortion
iv. Bit Synchronization Errors.

BER & OVERALL SYSTEM PERFORMANCE

Bit Error Rate, (BER) assesses the full end-to-end performance of a system including the transmitter, receiver and the way in which the signal is transmitted (eg RF, Optical). As a result, BER estimates the actual performance of a system in operation to be tested, rather than testing the component parts and hoping that they will operate satisfactorily when in place.

IMPROVING BER IN CATV

Improving BER infact implies improving the overall system performance, and is therefore not

एक एनालॉग सिस्टम में गिरावट धीरे–धीरे होती है और पिक्चर कमजोर होती जाती है। हालांकि डिजिटल सिस्टम में यदि बीईआर खास स्तर (आमतौर पर **10–4**) से नीचे गिरती है तो पिक्चर अचानक अस्वीकार्य हो जाती है।

स्पष्ट है कि बिट इरर रेट, बीईआर महत्वपूर्ण पैरामीटर है जिसका इस्तेमाल सिस्टम के आकलन में किया जाता है जो कि एक स्थान से दूसरे स्थान के लिए डिजिटल डेटा को ट्रांसमीट करता है। जिन सिस्टम के लिए बिट इरर रेट (बीईआर) लागू होती है उसमें आरएफ लिंक, फाइबर ऑपटिक डेटा सिस्टम, इथरनेट या कोई ऐसा सिस्टम जो कि किसी रूप में नेटवर्क के ऊपर डेटा ट्रांसमीट करता है जहां कि नोयॅज, हस्तक्षेप और डिस्टौरशन, डिजिटल सिगनल में गिरावट लाता है, शामिल हैं। हालांकि जिस तरीके से ये सिस्टम काम करते हैं और जिस तरीके से बिट इरर रेट इन्हें प्रभावित करते हैं उनमें कुछ फर्क है, बिट इरर रेट का मूल खुद भी अभी उतनी ही है।

जब डेटा, डेटा लिंक के ऊपर ट्रांसमीटेड किया जाता है तो सिस्टम में इरर की प्रस्तुति की संभावना रहती है। यदि डेटा में इरर को प्रस्तुत किया जाता है तो सिस्टम की प्रमाणिकता के साथ समझौता किया जाता है। परिणामस्वरूप यह जरूरी है कि सिस्टम के प्रदर्शन को एक्सेस किया जाए और बिट इरर रेट, बीईआर एक अच्छा उपाय प्रदान करता है जिसकी सहायता से इसे प्राप्त किया जा सकता है।

बीईआर के कारण

डिजिटल ट्रांसमीशन में बिट इरर, ट्रांसमीशन के दौरान प्राप्त गलत/इरर बिट की संख्या को प्रस्तुत करता है। इनके कारण हो सकते हैंः

1. नोयॅज
2. हस्तक्षेप
3. डिस्टौरशन
4. बिट सिंक्रनाइजेशन इरर

बीईआर और संपूर्ण सिस्टम का प्रदर्शन

बिट इरर रेट (बीईआर), ट्रांसमीटर, रिसीवर और जिस तरीके से सिगनल रिसीव किया जाता है (जैसे आरएफ, ऑपटिकल) सहित सिस्टम के प्रदर्शन के एंड टू एंड एक्सेस करता है। परिणामस्वरूप बीईआर, संचालन में सिस्टम के वास्तविक प्रदर्शन की जांच का अनुमान लगाता है, न कि घटक भागों का परीक्षण करता है और उम्मीद करता है कि जब इसे लगाया जायेगा तो यह संतोषजनक काम करेंगे।

सीएटीवी में बीईआर को सुधारना

बीईआर में सुधार करने का मतलब है सिस्टम के संपूर्ण प्रदर्शन को सुधारना और इसलिए यह आसान नहीं है। डेटा रेट को घटा कर

BER

easy. BER can be improved by reducing the data rate or improving the transmission efficiency.

In a practical Cable TV system, the BER can be improved, by various means. Typically, all these methods need to be implemented simultaneously to get good BER and therefore good digital CATV transmission.

Analog TV Transmission : CNR			
	Good Picture	Moderate Picture	Poor Picture
SNR	> 48 dB	45...47 dB	< 44 dB

LOWER NOISE

As in an analog cable TV system, noise also deteriorates the signal and the picture quality in a digital cable TV network. Noise in general is any external signal that is not part of the original signal being transmitted.

Noise can be injected into a digital cable TV network due to poor shielding of the coaxial cable being used. It is therefore important to use good quality coaxial cable with heavy braiding so that external noise cannot plunge into the cable.

The use of good quality crimp connectors that maintain good grounding contact with the coaxial cable, are also very important.

Similarly, tap-offs and splitters with good metal housing that provide electrical shielding, must be used.

SIGNAL LEVELS

While an analog TV set requires a minimum signal of 60 dBU, a digital set top box needs to receive a minimum signal of >47dBU for QAM64 signals and >54dBU for QAM256 signals. This signal requirement may not be as comfortable as it seems at first sight - the Headend must be set up to output approximately -6dB (QAM 256) to 10 dB lower signal levels (QAM64) for digital, to avoid overloading the line amplifiers & nodes.

Digital TV Transmission			
With Digitally Coded Signals, The Picture Quality Abruptly Changes From Excellent to Unacceptable or No Picture			
Modulation	16 QAM	64 QAM	256 QAM
SNR (e.g. 8 MHz)	> 20 dB	> 26 dB	> 32 dB

OPTICAL TRANSMISSION

Use of fiber optic cable and optical transmitters & nodes is now wide spread on Indian Cable TV networks. Unlike RF

या ट्रांसमीशन क्षमता में सुधार करके बीईआर में सुधार किया जा सकता है।

व्यवहारिक केबल टीवी सिस्टम में बीईआर को विभिन्न साधनों द्वारा सुधारा जा सकता है। आमतौर पर अच्छा बीईआर और उसके बाद अच्छे डिजिटल सीएटीवी ट्रांसमीशन प्राप्त करने के लिए इन सभी तरीके को एक साथ प्रस्तुत करने की जरूरत है।

निम्न नोयॅज

एक एनालॉग केबल टीवी सिस्टम में नोयॅज भी सिगनल और डिजिटल केबल टीवी नेटवर्क में पिक्चर क्वालिटी में गिरावट लाती है। आमतौर पर नोयॅज कोई बाहरी सिगनल होता है जो कि मूल रूप से ट्रांसमीट किये गये सिगनल का हिस्सा नहीं होता है।

डिजिटल केबल टीवी नेटर्वक में इस्तेमाल किये गये को–एक्सियल केबल के कमजोर परिरक्षण के चलते नोयॅज शामिल हो सकता है। इसलिए यह जरूरी है कि भारी ब्रेडिंग के साथ अच्छी क्वालिटी के को–एक्सियल केबल का इस्तेमाल किया जाए इससे केबल में बाहरी नोयॅज प्रवेश नहीं हो सकेगा।

इसके अलावा अच्छी क्वालिटी के क्रिंप कनेक्टर्स का इस्तेमाल बेहद महत्वपूर्ण है जो कि को–एक्सियल केबल के साथ अच्छा ग्राउंडिंग संपर्क बनाये रखे।

इसी तरह अच्छे धातु आवास के साथ टैप ऑफ व स्प्लिटर्स, जो कि अच्छा इलेक्ट्रिकल शिल्डिंग प्रदान करे, का इस्तेमाल करना चाहिए।

सिगनल स्तर

हालांकि एनालॉग टीवी सेट को न्यूनतम **60** dBU सिगनल की जरूरत होती है, जबकि डिजिटल सेट टॉप बॉक्स को QAM **64** सिगनल के लिए **>47**dBU और QAM **256** सिगनल के लिए **>54**dBU के न्यूनतम सिगनल को रिसीव करने की जरूरत होगी। पहली नजर में देखने पर ऐसा नहीं लगता है कि यह सिगनल जरूरत सुखद न हो–हेडएंड को निश्चित रूप से लाइन एमप्लिफायर व नोड्स के ओवरलोडिंग से बचने के लिए आउटपुट को लगभग **6**dB (QAM**256**) से **10**dB निम्न सिगनल लेवल (QAM **64**) पर निर्धारित करना चाहिए।

ऑपटिकल ट्रांसमीशन

भारतीय केबल टीवी नेटवर्को में अब फाइबर ऑपटिक केबल व ऑपटिकल ट्रांसमीटर व नोड का व्यापक रूप इस्तेमाल हो रहा है। आरएफ

Transmission, Optical transmission is completely immune to electrical noise pick up. Further, optical transmission does not require frequent use of amplifiers or any other active equipment to distribute the signal. Best of all, optical transmission is far cheaper than RF transmission.

Given all these benefits it is hardly surprising that all distribution system upgrades are now done with optical networks. Ideally, the optical signal should service a node which in turn should directly service the end consumer. Hence ideally, there should be no RF amplifiers used in the CATV distribution system after the optical node.

The optical signal fed to nodes must be reduced by 2dBm to 4dBm, when a CATV distribution system is migrated from analog only to digital signal delivery.

Ideally A Node Should Directly Service A Consumer's STB

A good rule of thumb is that if any coaxial cable length is more than 300 meters, it should be replaced by a fiber optic cable and optical transmission used instead of RF transmission. Such practices will result in good BER

LOWER QAM

Digital CATV signals from the Headend utilise QAM (Quadrature Amplitude Modulation). This is decided by the Headend and cannot be altered by the LCO during re-transmission.

QAM modulation can be done at different "density" levels. QAM 64 is the least dense modulation. It carries the least amount of channels within a specified bandwidth. QAM 128 & QAM 256 offer significantly higher number of channels that can be carried in the same bandwidth.

As one can expect, QAM 256 requires much better BER than QAM 64. As a result a poor quality distribution network may not be able to properly carry a QAM 256 signal. It will result in picture freezing at the customer end. However, the same network may adequately carry QAM 64.

Typically, each STB will also need to receive 3dB higher signal levels if QAM 256 is used, compared to QAM 64.

ट्रांसमीशन के विपरित ऑपटिकल ट्रांसमीशन पूरी तरह इलेक्ट्रॉकिल नोयॅज से प्रतिरक्षित रहता है। इसके अलावा ऑपटिकल ट्रांसमीशन में सिगनल के वितरण के लिए एमप्लिफायर या किसी अन्य सक्रिय उपकरण के लगातार इस्तेमाल की जरूरत नहीं होती। सबसे अच्छी बात है कि ऑपटिकल ट्रांसमीशन, आरएफ ट्रांसमीशन के मुकाबले काफी सस्ता है।

इन सभी विशेषताओं को देखते हुए यह शायद ही आश्चर्यजनक लगे कि सभी वितरण सिस्टम अब ऑपटिकल नेटवर्क के साथ अपग्रेड हो रहे हैं। आदर्श रूप से आप्टिकल सिगनल को एक नोड की सेवा करनी चाहिए, जो कि बदले में सीधे उपभोक्ताओं को सेवा प्रदान करे। इसलिए आदर्श रूप से ऑपटिकल नोड के बाद सीएटीवी वितरण सिस्टम में आरएफ एमप्लिफायर का इस्तेमाल नहीं किया जाना चाहिए।

जब सीएटीवी वितरण सिस्टम को एनालॉग से सिर्फ डिजिटल सिगनल डिलिवरी की ओर स्थानांतरित किया जाए तो नोड को फेड किये जाने वाले ऑपटिकल सिगनल को निश्चित रूप से **2**dBm से **4**dBm तक घटाया जाना चाहिए।

आदर्श रूप से एक नोड सीधे उपभोक्ताओं के एसटीबी को सेवा प्रदान करे

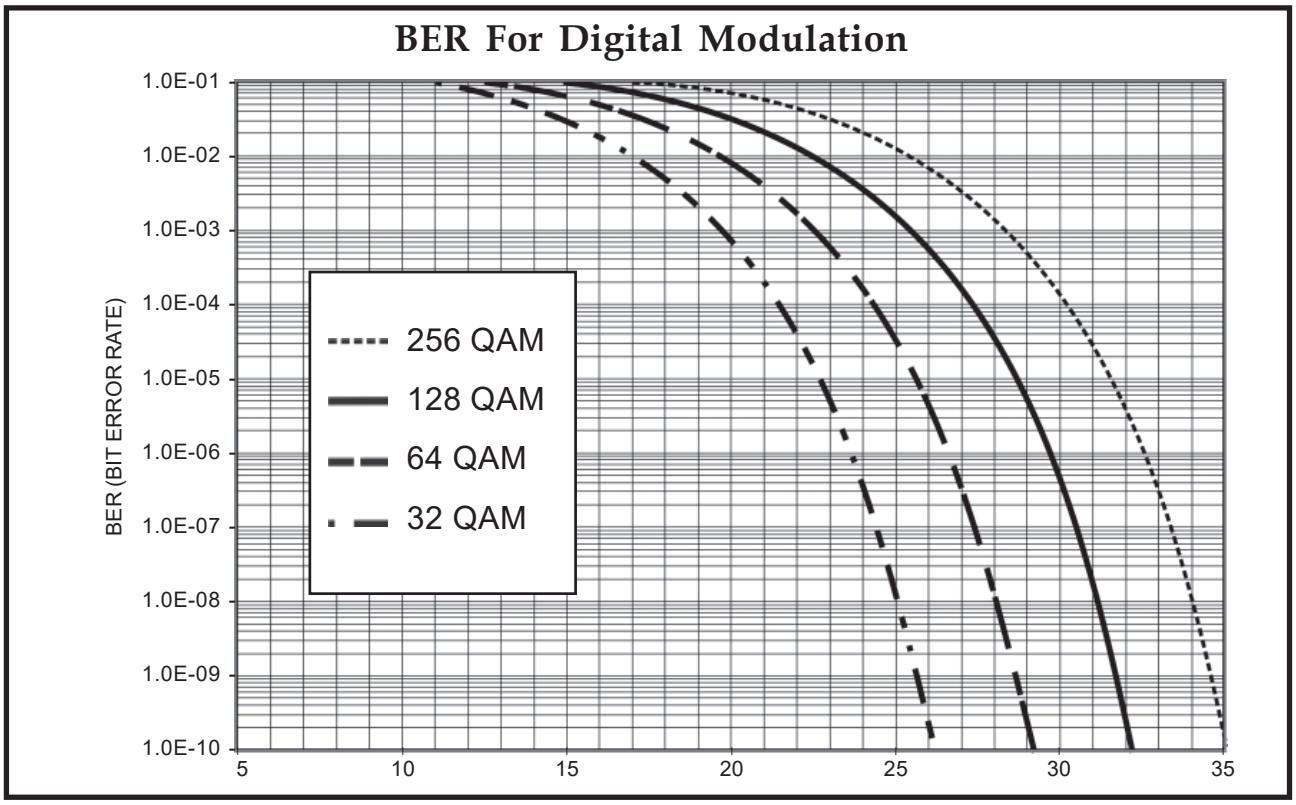
अंगूठे का एक अच्छा नियम है कि यदि कोई को–एक्सियल केबल की लंबाई **300** मीटर से अधिक है तो इसके स्थान पर फाइबर ऑपटिकल केबल को लगाना चाहिए और आरएफ ट्रांसमीशन के स्थान पर ऑपटिकल ट्रांसमीशन लगाना चाहिए। इस तरह के व्यवहार का परिणाम अच्छा बीईआर है।

निम्न क्यूएएम

हेडएंड से डिजिटल सीएटीवी सिगनल, क्यूएएम (क्वाड्रेचर एम्प्लीट्यूड मॉडुलेशन) का इस्तेमाल करता है। इसका निर्णय हेडएंड से किया जाता है और पुर्न–प्रसारण के दौरान एलसीओ द्वारा छेड़छाड़ नहीं किया जा सकता। क्यूएएम मॉडुलेशन विभिन्न 'घनत्व' स्तरों पर किया जाता है। क्यूएएम **64** में अपेक्षाकृत कम घनत्व होता है। इसे निर्दिष्ट बैंडविड्थ के भीतर चैनलों की कम संख्या को कैरी किया जाता है। क्यूएएम **128** व क्यूएएम **256** काफी अधिक संख्या में चैनल प्रदान करता है जिसे कि समान बैंडविड्थ के भीतर कैरिड किया जा सकता है।

जैसाकि जाहिर है कि क्यूएएम **256** को क्यूएएम **64** के मुकाबले अच्छी बीईआर की जरूरत होती है। परिणामस्वरूप कमजोर वितरण नेटवर्क शायद सही तरीके से क्यूएएम **256** सिगनल को कैरी करने में सक्षम न हों। क्योंकि इसका परिणाम उपभोक्ताओं के घरों में पिक्चर के फ्रीज के रूप में आ सकता है। हालांकि यही नेटवर्क क्यूएएम **64** को शायद अच्छी तरीके से कैरिड कर सकेगा।

विशिष्ट रूप से क्यूएएम **64** की तुलना में यदि क्यूएएम **256** का इस्तेमाल किया जाए तो प्रत्येक एसटीबी को **3** dB उच्च सिगनल स्तर



In Cable TV networks that need to simultaneously carry analog + digital CATV signals, only a small portion (usually 20-40 analog channels) of the bandwidth is allocated for digital CATV channels. To carry at least 200 digital channels, higher modulation schemes than QAM 64 are required. Some cable TV headends have successfully experimented with carrying their "Home Stream" on QAM 64 and the other streams on higher QAM, to provide both high channel capacity and robust signal transmission even on the not-so-good quality distribution networks of their LCOs.

CONCLUSION:

As seen above, BER (Bit Error Rate) provides a good measure of evaluating whether the end subscribers' STBs receive an adequate quality of digital signal. To this extent BER and its measurement is an excellent tool.

We have also indicated above, broad outlines of some measures that must be adopted to improve the transmission quality, i.e. the Bit Error Rate (BER). ■

रिसीव करने की जरूरत होगी। ऐसे केबल टीवी नेटवर्क जिन्हें कि एकसाथ एनालॉग व डिजिटल सीएटीवी सिगनलों का प्रसारण करने की जरूरत है वे डिजिटल सीएटीवी चैनलों के लिए आवंटित बैंडविड्थ के छोटे हिस्से (आमतौर पर **20–40** एनालॉग चैनल) को ही रखते हैं। कम से कम **200** डिजिटल चैनलों को कैरी करने के लिए क्यूएएम **64** के मुकाबले के लिए उच्च मॉडुलेशन स्कीम की जरूरत होती है। कुछ केबल टीवी हेडएंड ने क्यूएएम **64** पर अपने 'होम स्ट्रीम' को कैरी करने के साथ सफलतापूर्वक प्रयोग किया है और अन्य स्ट्रीम को उच्चतर क्यूएएम में, जिससे कि अपने एलसीओ के अपेक्षाकृत कमजोर क्वालिटी वाले वितरण नेटवर्क पर अच्छी सिगनल ट्रांसमीशन व उच्च चैनल क्षमता दोनों प्रदान किया जाए।

निष्कर्ष

जैसाकि ऊपर हमने देखा, बीईआर (बिट इरर रेट) इस बात के मूल्यांकन का अच्छा उपाय प्रदान करता है कि क्या उपभोक्ताओं के एसटीवी को डिजिटल सिगनल की पर्याप्त क्वालिटी प्राप्त हो रही है। इस हद तक बीईआर और इसकी माप एक उत्कृष्ट उपकरण है।

हमने ऊपर कुछ उपायों की व्यापक रूपरेखा दी है जिसका इस्तेमाल प्रसारण क्वालिटी (अर्थात बिट इरर रेट (बीईआर)) में सुधार के लिए करना चाहिए। ■

This Article Was Published Earlier In Satellite & Cable TV Magazine - Ed.