

THE DIGITAL HEADEND

Part I

- by Devchand Haria,
(B.E Elect. & Telecom)



DEVCHAND HARIA

The Cable TV Industry in India is poised for another big change. Since the beginning of Cable TV, there have been major technological advancements both in control room equipment and also in distribution network equipment. The last major change, few years ago, was changing the distribution trunk from coaxial to fiber optic.

Now the new revolution is in the control room to change from analog to digital TV. Normally the cable operators resist the change as it looks complex or difficult to understand, but as they understand the technology they find it easier to manage and give better quality picture.

In this article we will go through the limitations of analog system, the components of digital equipments required and their use and to make the cable operator realize that though complex, it is not very difficult to incorporate digital technology in their control rooms.

ADVANTAGES OF DIGITAL NETWORK OVER ANALOG :

Today even in an 860 MHz network, the maximum channels that can be delivered is 106. Currently India receives more than 150 programs and the 860 MHz analog bandwidth is not enough. So we have to go for the compression system and digitalize the signal. The scheme we use currently for compression is the MPEG-2.

MPEG-2 DIGITAL COMPRESSION

MPEG-2 is a digital format. In an MPEG-2 signal, the adjacent frames are compared and only those sections of picture which have changed or moved, are recorded. In the next frame of video, only changed picture is transmitted / recorded.

Mpeg-2 compression reduces the digital data required for moving video, by about 55 to 1. MPEG-2 has advantages such as being robust and not prone

डिजिटल हेडएंड

भाग-१

- देवचंद हरिया
(बी.ई इलेक्ट्रॉनिक एंड टेलीकॉम)

भारत में केबल टेलीविजन उद्योग एक अन्य बड़े बदलाव के लिए तैयार है। केबल टेलीविजन के शुरुआत से ही कंट्रोल रूम उपकरण के साथ-साथ वितरण नेटवर्क उपकरण दोनों में कई महत्वपूर्ण तकनीकी बदलाव देखने को मिला। कुछ वर्ष पहले जो अंतिम महत्वपूर्ण बदलाव देखने को मिला था, वह वितरण ट्रंक के को-एक्सियल केबल से फाइबर ऑप्टिक में परिवर्तन के रूप में था।

अब एक नयी क्रांति एनालॉग से डिजिटल टीवी में परिवर्तन के रूम में कंट्रोल रूम में देखने को मिल रही है। आमतौर पर केबल ऑपरेटर किसी भी प्रकार के बदलाव का विरोध करते हैं, क्योंकि इसे समझना जटिल या मुश्किल होता है। लेकिन जैसे ही वे तकनीकी को समझने लगते हैं वैसे ही उन्हें अच्छी क्वालिटी की पिक्चर को प्राप्त करने व देने में आसानी होती है।

इस लेख में एनालॉग सिस्टम की सीमितताओं को देखने के अलावा डिजिटल उपकरणों के लिए आवश्यक तत्व व उनका इस्तेमाल और केबल ऑपरेटरों को यह समझाना कि हालांकि यह जटिल है, लेकिन अपने कंट्रोल रूम में डिजिटल तकनीकी को शामिल करना बेहद मुश्किल नहीं है।

एनालॉग के मुकाबले डिजिटल नेटवर्क की विशेषता

आज ८६० MHz नेटवर्क की सहायता से भी मात्र १०६ चैनलों की डिलिवरी की जा रही है। मौजूदा में १५० से अधिक कार्यक्रम उपलब्ध हैं और इसके लिए ८६० MHz एनालॉग बैंडविड्थ पर्याप्त नहीं है। इसलिए हमें कंप्रेशन सिस्टम और सिगनल को डिजिटलाइज करना होगा। इस समय हम कंप्रेशन के लिए जिस स्कीम का इस्तेमाल कर रहे हैं वह है MPEG-2।

एमपीईजी-२ डिजिटल कंप्रेशन

एमपीईजी-२ एक डिजिटल फॉरमेट है। एमपीईजी-२ सिगनल में निकटवर्ती फ्रेम की तुलना करके, पिक्चर के सिर्फ उसी खंड को जो कि बदल गये या हट गये हैं, को रिकॉर्ड किया जाता है। वीडियो के अगले फ्रेम में सिर्फ बदला पिक्चर ही ट्रांसमिटेड/रिकॉर्ड होता है।

एमपीईजी-२ कंप्रेशन, मूवींग वीडियो के लिए आवश्यक डिजिटल डेटा को घटाकर लगभग ५५ से १ करता है। एमपीईजी-२ में रॉबस्ट

to errors; low overhead bits and a simple decoding process.

Using MPEG-2 digital, approximately 8 TV Channels can be compressed into 7 MHz, which otherwise supports only 1 analog channel. As a result, a 550 MHz bandwidth can accommodate about 700 TV Channels! The Modulation used in the digital headend is QAM (Quadrature Amplitude Modulation).

CABLE ATTENUATION

The picture in an analog transmission degrades as distance increases, but in digital transmission it will stay perfect. Also the major benefit in digital transmission is the ease to have added services like:

- ✦ Pay Per view
- ✦ Video On Demand
- ✦ Data (internet Services)
- ✦ Interactive services like Gaming.
- ✦ Telephony

These additional services can be easily accommodated, since enough bandwidth is available.

STEREO SOUND & DOLBY

Even the audio is significantly enhanced in MPEG-2 compared to analog transmissions. Analog CATV transmissions do not support Dolby or stereo sound. Digital offers Dolby stereo and even 5.1 Surround Sound.

Now let us take a closer look at the various equipment which are required at the digital headend and their functions :

EQUIPMENTS REQUIRED FOR DIGITAL HEADEND

- ✦ Transmodulators.
- ✦ Professional IRDs
- ✦ Multiplexers
- ✦ QAM modulators
- ✦ Scramblers
- ✦ CAS system.

TRANSMODULATORS

The function of transmodulator is to convert QPSK modulation signals which are used in satellite transmissions, to QAM modulation, used in digital Cable TV systems.

QAM signal are also down-shifted in frequency to any frequency band from 45 MHz

जैसे गुण के अलावा इसमें गलतियों की गुंजाइश नहीं, लो ओवर हेड बिट और सरल डिमॉडिंग प्रक्रिया होती है।

एमपीईजी-२ डिजिटल का इस्तेमाल करके लगभग ८ टेलीविजन चैनलों को ७ MHz के भीतर कंप्रेसड किया जा सकता है, जबकि एनालॉग के मामले में यह एक चैनल को ही कैरी करता है। परिणामस्वरूप ५५०MHz बैंडविड्थ में लगभग ७०० टेलीविजन चैनल का संचालन किया जा सकता है! क्यूएएम (Quadrature Amplitude Modulation) का इस्तेमाल डिजिटल हेडएंड में होता है।

केबल अटेन्युएशन

दूरी बढ़ने पर एनालॉग ट्रांसमिशन में पिक्चर क्वालिटी में गिरावट आती है, लेकिन डिजिटल ट्रांसमिशन में यह बिल्कुल वैसा ही रहता है। डिजिटल ट्रांसमिशन का सबसे मुख्य फायदा है कि इसमें कई सेवाओं को आसानी से शामिल किया जा सकता है:

- ✦ पे पर व्यूह
- ✦ वीडियो ऑन डिमांड
- ✦ डेटा (इंटरनेट सेवा)
- ✦ गेमिंग जैसी इंटरैक्टिव सेवा
- ✦ टेलीफोनी

अत्यधिक बैंडविड्थ की उपलब्धता को देखते हुए अतिरिक्त सेवाओं को आसानी से शामिल किया जा सकता है।

स्टीरियो साउंड और डॉल्बी

एनालॉग ट्रांसमिशन के मुकाबले एमपीईजी-२ में ऑडियो में भी उल्लेखनीय सुधार आता है। एनालॉग सीएटीवी ट्रांसमिशन डॉल्बी या स्टीरियो साउंड को सपोर्ट नहीं करता है। जबकि डिजिटल डॉल्बी स्टीरियो और यहां तक कि ५.१ सर्राउंड साउंड ऑफर करता है।

अब हम डिजिटल हेडएंड और उनके कार्यकलापों के लिए आवश्यक विभिन्न उपकरणों पर नजदीकी नजर डालते हैं।

डिजिटल हेडएंड के लिए आवश्यक उपकरण हैं:

- ✦ ट्रांसमॉड्युलेटर
- ✦ प्रोफेशनल आईआरडी
- ✦ मल्टीप्लेक्सर
- ✦ क्यूएएम मॉड्युलेटर्स
- ✦ स्कैमबलर्स
- ✦ सीएस सिस्टम

ट्रांसमॉड्युलेटर्स

ट्रांसमॉड्युलेटर्स का इस्तेमाल करके क्यूपीएसके मॉड्युलेट सिगनलों को परिवर्तित करना है, जिसका इस्तेमाल सैटेलाइट ट्रांसमिशन से क्यूएएम मॉड्युलेशन में होने के बाद डिजिटल केबल टीवी सिस्टम में होता है।

इसी तरह क्यूएएम सिगनल को भी ४५ MHz से लेकर ८६०

DIGITAL HEADENDS

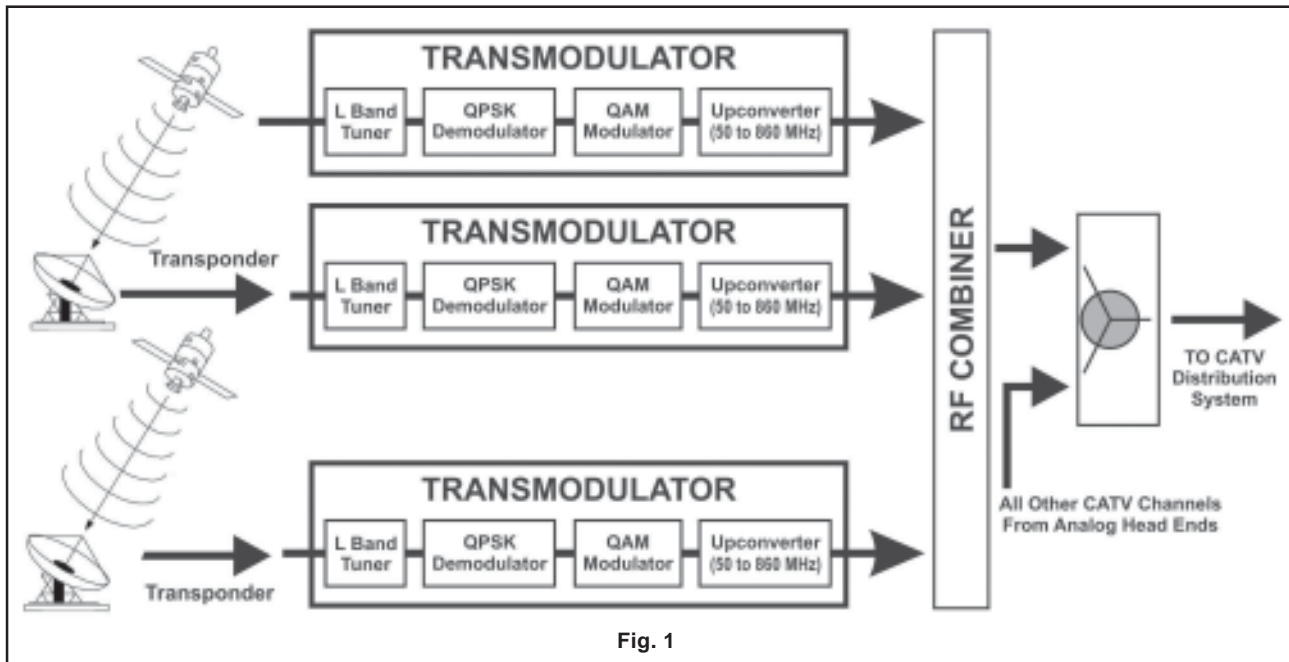


Fig. 1

to 860 MHz. The down-converted frequency is determined by the Cable network, depending on the frequencies at which they decide to include digital transmissions on their network.

A transmodulator receives the signal directly from the LNB; changes the modulation and converts the frequency for all the channel received from that LNB.

As an example, the INSAT 2E satellite carries a bouquet of the ETV regional language channels. The entire bouquet can be converted to digital and added onto an existing CATV network, by a single transmodulator. Hence, just 1 transmodulator will convert all programs on a particular transponder.

The Transmodulator Is An Ideal, Low Cost Solution For Adding FTA Channels To A Digital Bouquet.

ADVANTAGES OF TRANSMODULATORS

A transmodulator is relatively in-expensive, at approximately Rs 25,000 each. As a result 10 or more digital CATV channels can be generated on a

MHz के किसी भी फ्रीक्वेंसी बैंड पर स्थानांतरित किया जा सकता है। डाउन परिवर्तित फ्रीक्वेंसी का निर्धारण केबल नेटवर्कों द्वारा किया जाता है, जो कि उन फ्रीक्वेंसियों पर निर्भर करता है जिस पर वह अपने नेटवर्क पर डिजिटल ट्रांसमिशन को शामिल करने का फैसला करते हैं।

एक ट्रांसमॉड्युलेटर्स, एलएनबी से सीधे सिगनल रिसिव करता है, मॉड्युलेशन को बदलता है और उस एलएनबी से प्राप्त सभी चैनल के लिए फ्रीक्वेंसी को परिवर्तित करता है।

उदाहरण के लिए इनसैट २ई सैटेलाइट पर ईटीवी क्षेत्रीय भाषाओं के चैनलों का बुके उपलब्ध है। पूरे बुके को एक ट्रांसमॉड्युलेटर द्वारा डिजिटल में परिवर्तित करके मौजूदा केबल टीवी नेटवर्क पर शामिल किया जाता है। इसलिए सिर्फ एक ट्रांसमॉड्युलेटर्स विशेष ट्रांसपॉंडर पर सभी कार्यक्रमों को परिवर्तित करेगा।

डिजिटल बुके में एफटीए (फ्री-टू-एयर) चैनलों को शामिल करने के लिए ट्रांसमॉड्युलेटर अपेक्षाकृत सस्ता व उपयुक्त उपाय है।

ट्रांसमॉड्युलेटर्स के फायदे

जहां तक ट्रांसमॉड्युलेटर्स के मूल्य का सवाल है तो यह उचित मूल्य लगभग २५,००० रुपये में उपलब्ध है। परिणामस्वरूप एक ट्रांसमॉड्युलेटर्स के खर्च यानि मात्र २५,००० रुपये में १० या इससे

DIGITAL HEADENDS

CATV network at just Rs 25,000; the cost of a single transmodulator.

Further, the transmodulator is frequency agile, and its output frequency can be varied at will by the Cable operator.

DISADVANTAGE OF TRANSMODULATORS

We cannot remove a particular program from the bouquet of channels as all the channels will be converted to QAM. Some transmodulators have the facility to accept a SMART Card to decode incoming pay TV channels. Ofcourse this would require all the incoming Pay TV channels to have the same encryption. It would also require the Pay TV broadcaster to provide a SMART Card that would simultaneously decode multiple pay channels.

Also if selective delivery via CAS is planned, it is not possible to locally scramble the programs available on the output of a transmodulator.

The transmodulator is an ideal, low cost solution for adding FTA (Free-To-Air) channels to a digital bouquet.

Implementation of CAS & consumer selection of channels, demands the use other equipments which we will see one by one.

TYPICAL CAS HEADEND

A typical digital headend with CAS is shown in the Figure 2 block diagram.

FTA CHANNELS

At an Analog Headend, the digital satellite receiver produces an analog output which is benefit to an analog modulator. In a digital headend, the free to air digital channels must be maintained in their digital format. This is done by special digital satellite receivers which provide a digital data stream as an output instead of analog audio and video outputs.

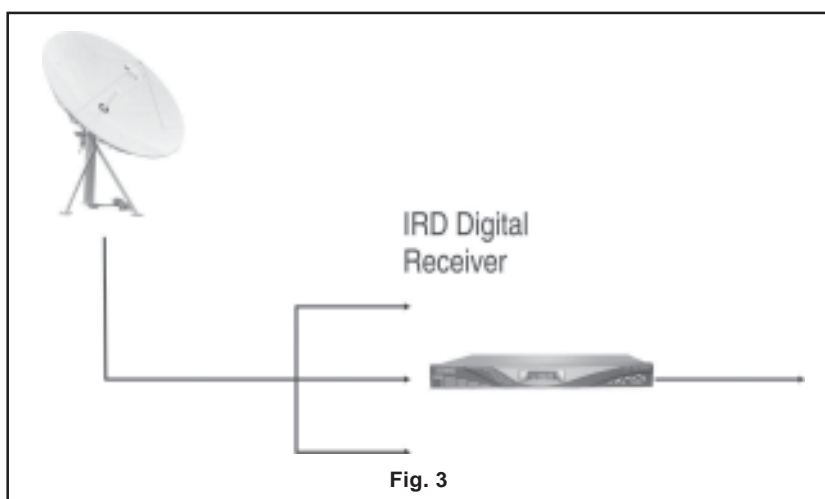


Fig. 3

अधिक डिजिटल सीएटीवी चैनलों को केबल टेलीविजन नेटवर्क में शामिल किया जा सकता है।

इसके अलावा ट्रांसमॉड्युलेटर, फ्रीक्वेंसी फुर्तीली होती है और इसकी आउटपुट फ्रीक्वेंसी केबल ऑपरेटरों द्वारा भिन्न-भिन्न हो सकती है।

ट्रांसमॉड्युलेटर के अवगुण

हम किसी खास कार्यक्रम को चैनल के बुके से नहीं हटा सकते क्योंकि सभी चैनलों को क्यूएएम में परिवर्तित किया जाता है। कुछ ट्रांसमॉड्युलेटर्स में पे-चैनलों को डिक्वैट करने के लिए स्मार्ट कार्ड स्वीकार करने की सुविधा होती है। निश्चित रूप से इसके लिए सभी पे-चैनलों के लिए एक समान इनक्रिप्शन की जरूरत होगी। इसके लिए जरूरी है कि पे-टीवी प्रसारक स्मार्ट कार्ड प्रदान करें जो कि एकसाथ कई पे-चैनलों को डिक्वैट करेगा।

इसी तरह यदि सीएस की सहायता से चुनिंदा डिलिवरी की योजना बनायी जाती है तो यह संभव नहीं है कि स्थानीय तौर पर ट्रांसमॉड्युलेटर्स के आउटपुट पर उपलब्ध कार्यक्रमों को स्कैबल किया जाए।

डिजिटल बुके में एफटीए (फ्री-टू-एयर) चैनलों को शामिल करने के लिए ट्रांसमॉड्युलेटर अपेक्षाकृत सस्ता व उपयुक्त उपाय है।

सीएस का प्रस्तुतिकरण और उपभोक्ता द्वारा चैनल चुनाव को देखते हुए कई अन्य उपकरणों के इस्तेमाल की जरूरत होती है, जिसे हम एक एक करके देखेंगे।

विशिष्ट सीएस हेडएंड

सीएस के साथ एक विशिष्ट डिजिटल हेडएंड को चित्र-२ में ब्लॉक डायग्राम में दिखाया गया है।

एफटीए चैनल

एनालॉग हेडएंड पर डिजिटल सैटेलाइट रिसिवर, एनालॉग आउटपुट प्रदान करता है जो कि एनालॉग मॉड्युलेटर को लाभ पहुंचाता है। डिजिटल हेडएंड में फ्री-टू-एयर डिजिटल चैनल को निश्चित रूप से अपना डिजिटल फॉरमेट बरकरार रखना पड़ता है। ऐसा विशेष डिजिटल सैटेलाइट रिसिवर की सहायता से

किया जाता है जो कि एनालॉग ऑडियो व वीडियो आउटपुट के स्थान पर डिजिटल डेटा स्ट्रीम के रूप में आउटपुट प्रदान करता है। इस डिजिटल

DIGITAL HEADENDS

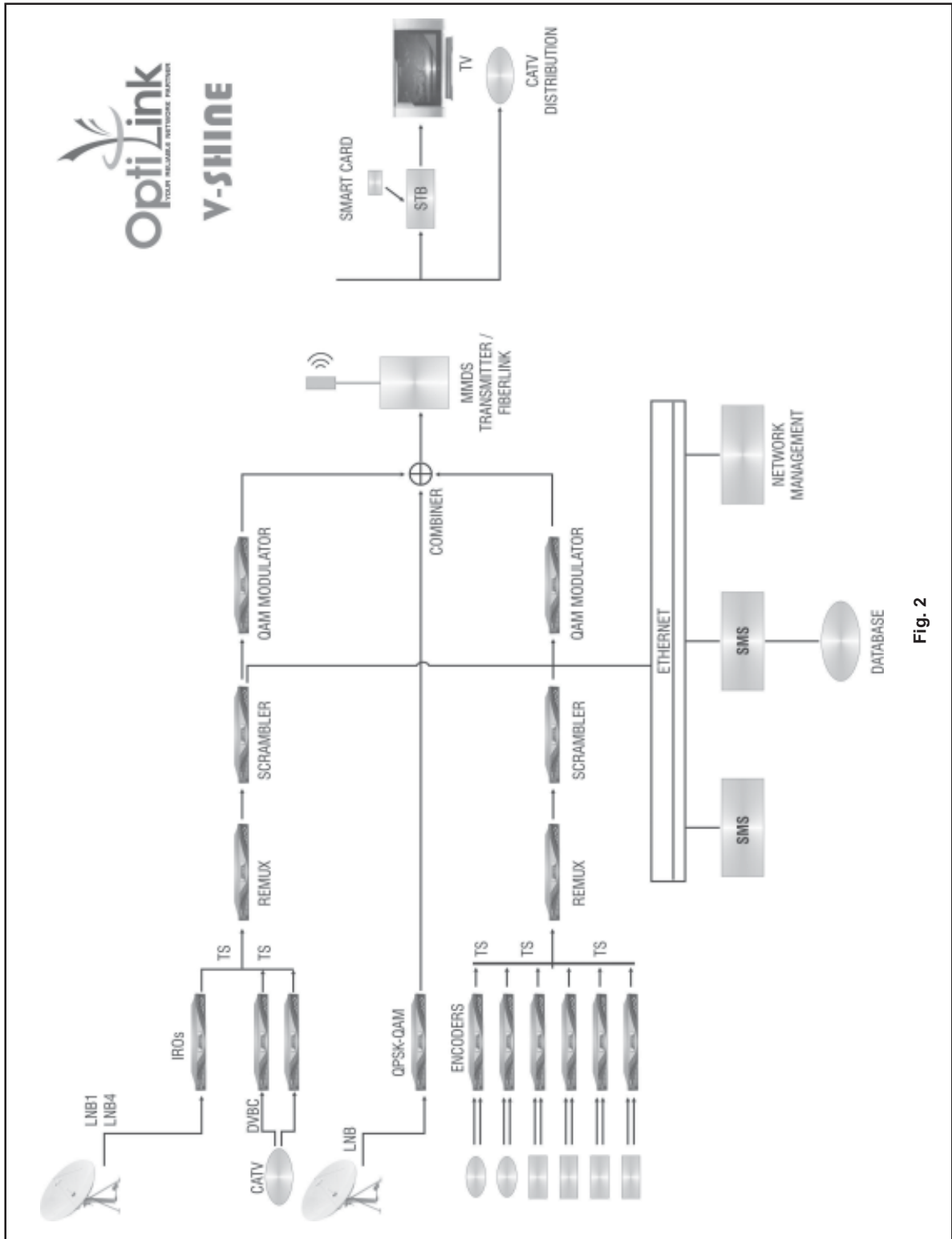


Fig. 2

DIGITAL HEADENDS

This digital data stream has been standardised as an Asynchronous Serial Interface, which is MPEG-2 compatible. The ASI interface maintains full digital quality of the incoming satellite signal.

As an example, the Sahara package can be tuned by a single IRD to receive 8 programs in a single stream (currently 2 programs are scrambled)

PAY CHANNELS WITH CAS

Incorporating pay TV digital channels is also possible using ASI output digital satellite receivers.

However, if the channels have different encryption systems, a separate ASI output digital satellite receiver will be required for each channel. Such descrambling digital satellite receivers are often termed as

Integrated Receiver + Decoder (IRD because the decoder is built into (or integrated with) the digital satellite receiver.

For IRDs indicated above, it is essential that the pay TV broadcaster authorises the IRD and provides a smart card to match it. Most pay TV broadcasters in India are not quite as cooperative and they insist that only their common digital satellite receivers, which do not provide an ASI out, are used. In such cases the digital cable headend has no option but to use equipment described in the "Local Encoding" section below.

Some encryption systems such Scientific Atlanta's PowerVu do not provide a cam module to interface with other manufacturer's ASI output IRDs. In such cases, the digital headend has no option but to purchase PowerVu IRDs, at relatively higher costs.

PAY CHANNELS NOT PROVIDING CAM MODULES

As indicated above, some pay channel

डेटा स्ट्रीम को एसिंक्रोनस सीरियल इंटरफेस (Asynchronous Serial Interface)के रूप में मानकीकृत किया जाता है जो कि एमपीईजी-२ कॉम्पैटिबल होता है। एएसआई इंटरफेस, आने वाली सैटेलाइट सिग्नल की पूरी डिजिटल क्वालिटी को बनाये रखता है।

उदाहरण के लिए सहारा पैकेज को एक आईआरडी द्वारा टयून करके सिंगल स्ट्रीम में ८ कार्यक्रम को रिसिव किया जा सकता है (मौजूदा में दो कार्यक्रम स्कैबल है)।

सीएस के साथ पे-चैनल

एएसआई आउटपुट डिजिटल सैटेलाइट रिसिर्वर्स का इस्तेमाल करके पे-टीवी डिजिटल चैनलों को शामिल करना भी संभव है। हालांकि

यदि चैनलों का भिन्न इनक्रिप्शन सिस्टम है तो प्रत्येक चैनल के लिए पृथक् एएसआई आउटपुट डिजिटल सैटेलाइट रिसिर्वर्स की जरूरत होगी। इस तरह के डिस्कैबल डिजिटल सैटेलाइट रिसिर्वर्स को प्रायः इंटीग्रेटेड रिसिर्वर + डिक्वोडर (आईआरडी) के रूप में

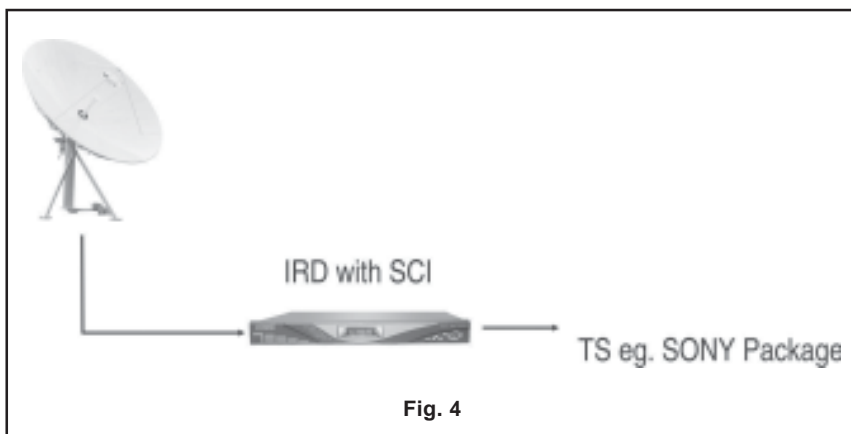


Fig. 4

उल्लेख किया जाता है क्योंकि डिक्वोडर, डिजिटल सैटेलाइट रिसिर्वर के भीतर (या इंटीग्रेटेड) ही बना होता है।

जैसाकि ऊपर बताया गया है कि आईआरडी के लिए यह आवश्यक है कि पे-टेलीविजन प्रसारक, आईआरडी को अथॉराइज करें और इससे मैच करने वाला स्मार्ट कार्ड प्रदान करें। भारत में अधिसंख्य पे-टीवी प्रसारक उतने सहायक नहीं होते हैं और वे सिर्फ अपने सामान्य डिजिटल सैटेलाइट रिसिर्वर के इस्तेमाल पर जोर देते हैं, जो कि एएसआई नहीं प्रदान करता है। इस मामले में डिजिटल केबल हेडएंड के पास स्थानीय इनकोडिंग सेक्सन से नीचे बताये जाने वाले उपकरणों के इस्तेमाल के अलावा कोई विकल्प नहीं बचता।

साइंटिफिक अटलांटा के पॉवर वीयू जैसे कुछ इनक्रिप्शन सिस्टम, अन्य उत्पादकों के एएसआई आउटपुट आईआरडी के साथ इंटरफेस करने वाले कैम मॉड्यूल नहीं प्रदान करते। इस मामले में डिजिटल हेडएंड के पास अपेक्षाकृत महंगे पॉवर वीयू आईआरडी खरीदने के अलावा कोई विकल्प नहीं है।

पे-चैनल कैम मॉड्यूल नहीं प्रदान करते

जैसाकि पहले बताया गया है कि कुछ पे-चैनल प्रसारक,

DIGITAL HEADENDS

broadcasters refuse to provide IRDs with an ASI digital output stream. In such cases the output is only available as an analog audio and video signals.

In such cases, it is necessary to convert the analog A/V signals into digital signals and then send this digital data stream for local encoding.

Conversion of the analog A/V signal to a digital stream is done by the MPEG-2 encoder. The encoders are relatively expensive devices and can account for a large share of the total headend cost. As an example, an MPEG-2 encoder will typically cost Rs. 20 lakhs per channel if procured from a reputed international manufacturer.

The received and locally encoded signals will be sent to the digital QAM modulators.

LOCAL CHANNELS

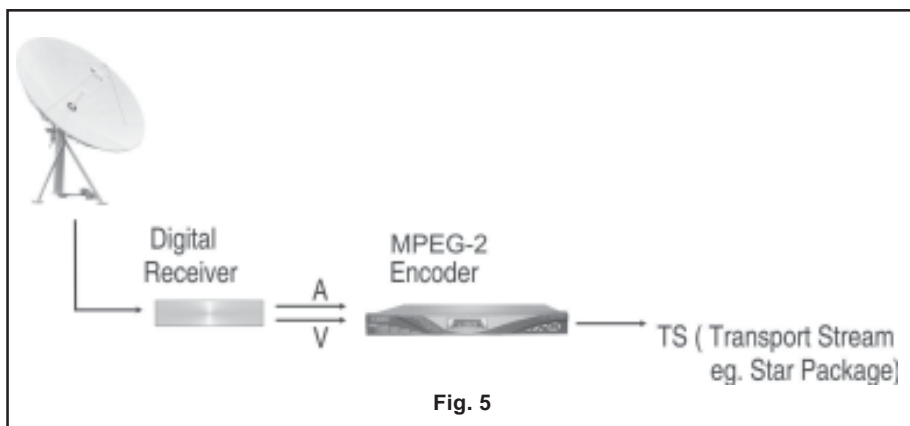
Cable headends often create their own local channels. Large MSOs often create their own Hindi Movie channels while smaller networks often create, in-house produced, local news channels. The output from the cameras or play-out VCRs and DVDs are analog audio + video signals.

Once again, these signals need to be converted into a digital data stream, often referred to as "Transport Stream".

The Transport Stream is then locally encoded and sent to the digital QAM modulators.

MULTIPLEXER AND QAM MODULATOR WITHOUT CAS

As seen above, each TV channel in a digital



एएसआई डिजिटल आउटपुट स्ट्रीम के साथ आईआरडी प्रदान करने से इंकार करते हैं। इस हालत में आउटपुट सिर्फ एनालॉग ऑडियो और वीडियो सिगनल में ही उपलब्ध होता है।

इस हालत में यह

जरूरी है कि एनालॉग ए/वी सिगनलों को डिजिटल सिगनल में परिवर्तित करके उसे स्थानीय इनकोडिंग के लिए डिजिटल डेटा स्ट्रीम में भेजा जाए।

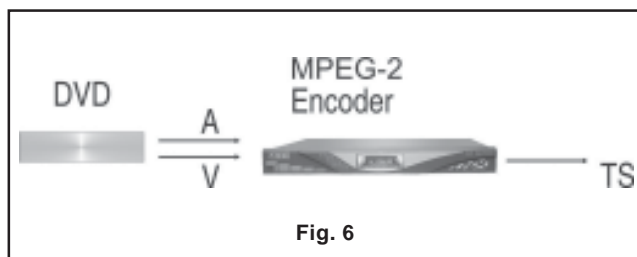
एनालॉग ए/वी सिगनल को डिजिटल स्ट्रीम में परिवर्तित एमपीईजी-२ इनकोडर के द्वारा किया जाता है। इनकोडर आमतौर पर महंगा उपकरण है और हेडएंड लगाने के कुल खर्च में इसकी बड़ी हिस्सेदारी बन सकती है। उदाहरण के लिए यदि किसी जानी मानी अंतरराष्ट्रीय कंपनी से एमपीईजी-२ इनकोडर खरीदा जाए तो इसका मूल्य प्रति चैनल २० लाख रुपये होगा।

रिसिव और स्थानीय इनकोडेड सिगनल को डिजिटल क्यूएएम मॉड्युलेटर पर भेजा जाता है।

स्थानीय चैनल

केबल हेडएंड प्रायः अपने स्थानीय चैनल का निर्माण करते हैं। बड़े एमएसओ प्रायः अपने हिंदी चैनल का संचालन करते हैं, जबकि छोटे नेटवर्क प्रायः स्थानीय न्यूज चैनल (इन हाउस प्रोड्यूस) का संचालन करते हैं। कैमरा या प्ले आउट वीसीआर व डीवीडी से प्रायः एनालॉग ऑडियो व वीडियो आउटपुट प्राप्त होता है।

एक बार फिर से इन सिगनलों को डिजिटल डेटा स्ट्रीम में परिवर्तित करने की जरूरत होती है, जिसे प्रायः ट्रांसपोर्ट स्ट्रीम के रूप में



उल्लेख किया जाता है। ट्रांसपोर्ट स्ट्रीम फिर इसे इनकोड करके इसे डिजिटल क्यूएएम मॉड्युलेटर को भेजता है।

सीएस विहिन माल्टीप्लेक्सर और क्यूएएम मॉड्युलेटर

जैसा कि ऊपर बताया गया है डिजिटल हेडएंड में प्रत्येक टीवी

DIGITAL HEADENDS

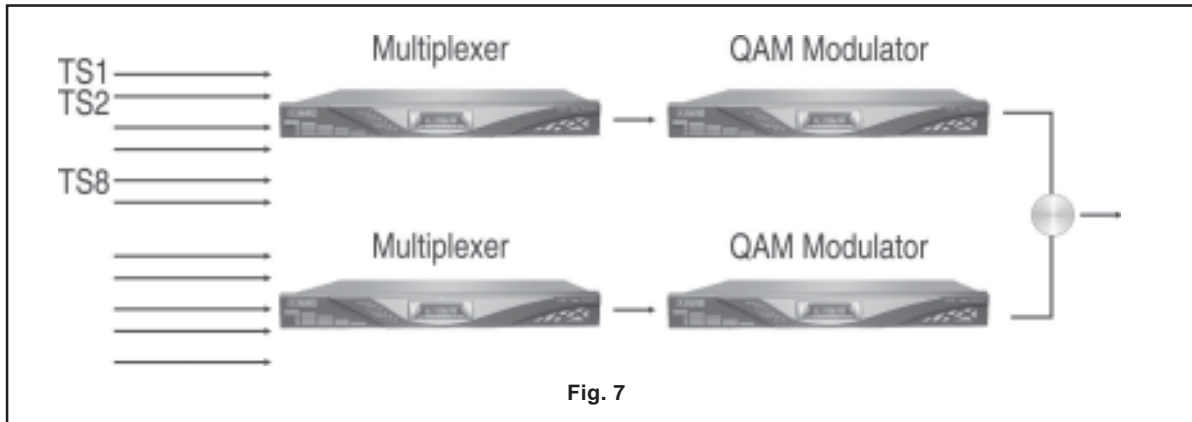


Fig. 7

headend is generated as a digital data stream. However, one analog channel bandwidth can accommodate multiple digital channels (often ranging from 6 channels to 24 digital channels). Hence, it is necessary to 'Re-Bundle' each of the digital Transport Streams into a bundled Transport Stream (TS).

The Re-Bundling process is done by a Multiplexer or MUX.

Each Multiplexer will typically have 8 or 16 ASI inputs. Each of these 16 ASI inputs receives an ASI data stream from its digital satellite receiver or MPEG-2 encoder.

Using a local Multiplexer, the digital cable headend has the facility to create its own bundle of different channel, as apart of single Transport Stream.

EFFICIENT MULTIPLEXING

As we have seen in the beginning of this article, MPEG-2 compression is done by only transmitting changes in the picture from one frame to another. Hence a news channel which shows the face of a news reader for most of the time, can be very efficiently compressed for transmission over a very small digital bandwidth.

On the other hand a Sports channel, where the camera follows the ball, has a very high rate of a changing picture. Such channels cannot be compressed to the same extent as a News channel.

Most encoders provide a facility to set the compression ratio for that particular channel.

चैनल की उत्पत्ति डिजिटल डेटा स्ट्रीम के रूप में होती है। हालांकि एक एनालॉग चैनल बैंडविड्थ, कई डिजिटल चैनलों को शामिल कर सकता है (इसका रेंज प्रायः ६ चैनल से २४ डिजिटल चैनल तक होता है)। इसलिए यह जरूरी है कि प्रत्येक डिजिटल ट्रांसपोर्ट स्ट्रीम को बंडल ट्रांसपोर्ट स्ट्रीम (टीएस) में रि-बंडल किया जाए।

यह रि-बंडलिंग प्रक्रिया मल्टीप्लेक्सर या एमयूएक्स द्वारा किया जाता है।

प्रत्येक मल्टीप्लेक्सर में ८ या १६ एएसआई इनपुट होता है। इनमें से प्रत्येक १६ एएसआई इनपुट, अपने डिजिटल सैटेलाइट रिसिवर या एमपीईजी-२ इनकोडर से एएसआई डेटा स्ट्रीम रिसिव करता है।

स्थानीय मल्टीप्लेक्सर का इस्तेमाल करके डिजिटल केबल हेडएंड में यह सुविधा होती है कि वह भिन्न चैनलों के लिए खुद का बंडल बनाये, जो कि सिंगल ट्रांसपोर्ट स्ट्रीम के अलावा होगी।

प्रभावकारी मल्टीप्लेक्सिंग

जैसाकि हमने लेख के प्रारंभ में देखा था कि एमपीईजी-२ कंप्रेशन, पिक्चर को एक फ्रेम से दूसरे फ्रेम में ट्रांसमीटिंग बदलाव द्वारा किया जाता है। इसलिए एक समाचार चैनल, जो कि अधिकांश समय अपने समाचार प्रस्तुतकर्ता का चेहरा दिखाता है, प्रायः आसानी से अपने ट्रांसमीशन को अत्यंत छोटे डिजिटल बैंडविड्थ में कंप्रैस कर सकता है।

जबकि दूसरी ओर खेल चैनल, जहां कि कैमरा प्रत्येक बॉल का पीछा करती है, में पिक्चर परिवर्तन की दर काफी अधिक रहती है। इन चैनलों को समाचार चैनल की भांति कंप्रैस नहीं किया जा सकता।

अधिकांश इनकोडर, किसी खास चैनल के लिए कंप्रैस अनुपात तय करने की सुविधा प्रदान करता है।

Hence, efficient digital compression can be achieved if the local digital headend creates its own re-bundle Transport Stream consisting of a mix of sports, news and movie/general entertainment channels.

It is therefore important for the digital cable headend to Multiplex /Bundle the correct digital channels in each Transport Stream.

STATISTICAL MULTIPLEXING

Even a News channel will often shift to outdoor news reporting, with rapid changes in the picture. On the other hand a sports channel may focus on the commentator and therefore, at that moment in time, the sports channel could be compressed more efficiently.

To compress multiple channels most efficiently, Statistical Digital Multiplexing is utilised. A computer continuously monitors a group of 15 to 20 channels and allocates - 50 times every second - the compression ratio for each of the channels in one particular Transport Stream.

As a result at some instant in time, a news channel may require, and receive lower compression than a sports channel, and vice-versa.

Using Digital Statistical Multiplexing, Indian MSOs often put out 15 to 20 digital channels in the bandwidth occupied by a single analog channel.

QAM MODULATORS

Digital CATV signals are modulated using Quadrature Amplitude Modulation (QAM). QAM digital modulation operates efficiently in applications such as CATV, where the signal levels are quite large, such as 60 dBu to 120 dBu as typically deployed in a CATV network. Under these conditions, QAM provides for very dense digital data transmission in the same bandwidth.

In contrast QPSK modulation used for transmission of less than 1 micro-watt of satellite power, cannot pack dense data but provides excellent error-free translation even for miniscule signals.

All QAM modulators are frequency agile and the cable operator has the option of setting their output at any convenient frequency band in the cable TV spectrum.

इसलिए प्रभावकारी डिजिटल कंप्रेसन उसी हालत में प्राप्त किया जा सकता है, यदि स्थानीय डिजिटल हेडएंड खुद का रि-बंडल ट्रांसपोर्ट स्ट्रीम बनायें, जिसमें खेल, समाचार व मूवी/मनोरंजन चैनल शामिल हों। इसलिए यह डिजिटल केबल हेडएंड के लिए महत्वपूर्ण है कि वे प्रत्येक ट्रांसपोर्ट स्ट्रीम में सही डिजिटल चैनलों का बंडल/मल्टीप्लेक्सिंग करें।

स्टैटिस्टिकल मल्टीप्लेक्सिंग

प्रायः समाचार चैनल भी आउटडोर न्यूज रिपोर्टिंग करते हैं, जिसमें पिक्चर काफी तेजी से बदलता है। जबकि दूसरी ओर खेल चैनल भी अपने कॉमेंटरी को फोकस करते हैं, उस समय खेल चैनलों को अधिक प्रभावकारी तरीके से कंप्रेस करना होगा।

कई चैनलों को प्रभावकारी तरीके से कंप्रेस करने के लिए स्टैटिस्टिकल डिजिटल मल्टीप्लेक्सिंग का इस्तेमाल किया जाता है। एक कंप्यूटर लगातार १५-२० चैनलों को मॉनिटर करता है और एक खास ट्रांसपोर्ट स्ट्रीम में प्रत्येक चैनल के लिए -५० टाइम प्रति सेकेंड का कंप्रेसन अनुपात आबंटित करता है। परिणामस्वरूप कुछ समय के बाद यदि समाचार चैनल को हो सकता है कि खेल चैनल के मुकाबले कम कंप्रेसन की जरूरत तो वह कम कंप्रेसन ही रिसिव करता। ऐसी ही स्थिति खेल चैनल के लिए भी लागू होती है।

डिजिटल स्टैटिस्टिकल मल्टीप्लेक्सिंग का इस्तेमाल करके भारतीय एमएसओ प्रायः १५ से २० डिजिटल चैनलों का प्रसारण एक एनालॉग चैनल की बैंडविड्थ पर कर रहे हैं।

क्यूएएम मॉड्युलेटर्स

क्वार्टरचर एम्प्लिट्यूड मॉड्युलेशन (क्यूएएम) का इस्तेमाल करके डिजिटल केबल टीवी सिगनलों को माड्युलेट किया जाता है। क्यूएएम डिजिटल मॉड्युलेशन, सीएटीवी जैसे उपागमों में प्रभावशाली तरीके से संचालन करता है, जहां कि सिगनल स्तर काफी बड़ा होता है, जैसे ६० dBu से १२० dBu, जो कि विशेषतौर से सीएटीवी नेटवर्क में लागू होती है। इन स्थितियों में समान बैंडविड्थ में क्यूएएम अत्यंत घनत्व वाला डिजिटल डेटा ट्रांसमिशन प्रदान करता है।

इसके विपरित क्यूपीएसके मॉड्युलेशन, सैटेलाइट पॉवर के १ माइक्रो वॉट से कम ट्रांसमिशन के लिए इस्तेमाल किया जाता है, जो अत्यंत घने डेटा से भरा नहीं जा सकता, लेकिन यह अत्यंत छोटे सिगनलों के लिए बेहद उत्कृष्ट है।

सभी क्यूएएम मॉड्युलेटर्स फ्रीक्वेंसी एजाइल होते हैं और केबल ऑपरेटर्स के पास यह विकल्प होता है कि वे केबल टीवी स्पेक्ट्रम में किसी उपयुक्त फ्रीक्वेंसी बैंड पर अपना आउटपुट नियत करें।

Three levels of QAM modulation are usually utilised for CATV networks. These are :

- ✦ QAM 64
- ✦ QAM 128
- ✦ QAM 256.

QAM 64 provides smaller digital signal carrying capacity than QAM 128 or QAM 256.

In practice, QAM 64 provides 38 Mbps over a 7 MHz bandwidth i.e around 8 to 10 program can be transmitted per analog channel bandwidth.

QAM 128 provides 44 Mbps. Over the same bandwidth i.e around 12 programs per analog channel.

QAM 256 provides carriage of 51 Mbps digital information, i.e around 14 program can be inserted per analog channel.

Only QAM modulator is required per Transport Stream and the output of the QAM modulator is then combined using conventional splitters, to form a composite Digital Output stream.

ALLOCATION OF DIGITAL FREQUENCY

The TRAI requires that all Indian CATV networks must carry the free-to-air channels as analog channels. This implies that all Indian CATV networks must; by law; the hybrid and deliver both analog and digital CATV signals.

Even assuming that digital will squeeze just 10 digital channels per analog channel bandwidth, it is more than adequate to allocate 10 analog channel bandwidth for digital capacity.

The digital headend must therefore decide which 10 analog channels are to be vacated for creating digital capacity.

The prime band channels (E-2 to E-12) are ruled out because of they yield prime carriage fees.

On the other hand, the top end of the spectrum, towards 860 MHz would be an unwise decision since many last mile operators cannot provide adequate quality signals to their consumers at these extreme UHF frequencies.

Generally MSOs provide their digital channels at frequencies ranging from 300 MHz to 450 MHz. Most LMOs provide excellent carriage of these frequencies. An added advantage is that old TV sets do not tune to these frequencies and at least some of the customers will not even miss the analog bandwidth that has been redeployed for digital channels.

सीएटीवी नेटवर्क के लिए आमतौर पर क्यूएएम मॉड्युलेशन के तीन स्तरों का इस्तेमाल किया जाता है। ये हैं:

- ✦ क्यूएएम ६४
- ✦ क्यूएएम १२८
- ✦ क्यूएएम २५६

क्यूएएम ६४ आमतौर पर क्यूएएम १२८ या क्यूएएम २५६ के मुकाबले अल्प डिजिटल सिगनल कैरिंग क्षमता प्रदान करता है।

व्यवहार में क्यूएएम ६४, ७ MHz के ऊपर ३८ Mbps प्रदान करता है। यानि प्रति एनालॉग चैनल बैंडविड्थ में ८ से १० कार्यक्रमों को ट्रांसमिट किया जा सकता है। क्यूएएम १२८, ४४ Mbps प्रदान करता है। समान बैंडविड्थ के ऊपर प्रति एनालॉग चैनल लगभग १२ कार्यक्रमों को प्रसारित किया जा सकता है। क्यूएएम २५६, ५१ Mbps का डिजिटल सूचना प्रदान करता है, जिस पर प्रति एनालॉग चैनल लगभग १४ कार्यक्रमों का प्रसारण संभव है। प्रति ट्रांसपोर्ट स्ट्रीम सिर्फ क्यूएएम मॉड्युलेटर की जरूरत होती है और फिर क्यूएएम मॉड्युलेटर के आउटपुट को पारंपरिक स्प्लिटर्स का इस्तेमाल करके जोड़ा जाता है, जिससे कम्पोजिट डिजिटल आउटपुट स्ट्रीम बनता है।

डिजिटल फ्रीक्वेंसी का आबंटन

ट्राई की जरूरत के मुताबिक सभी भारतीय केबल टीवी नेटवर्क फ्री-टू-एयर चैनल का प्रसारण एनालॉग चैनल के रूप में करें। यह बताता है कि कानूनन सभी भारतीय केबल टीवी चैनल निश्चित रूप से दोनों एनालॉग और डिजिटल केबल टीवी सिगनलों की डिलिवरी करें।

यदि यह भी मान लें कि डिजिटल, प्रति एनालॉग चैनल बैंडविड्थ में १० डिजिटल चैनलों को ही स्वीज करता है तो भी यह डिजिटल क्षमता के लिए १० एनालॉग चैनल बैंडविड्थ आबंटन की क्षमता से अधिक है। डिजिटल हेडएंड को निश्चित रूप से यह निर्णय करना होगा कि डिजिटल क्षमता के बनाने के लिए किस १० एनालॉग चैनलों को खाली किया जाए।

प्राइम बैंड चैनलों (ई-२ से ई-१२) की बात तो छोड़ दें क्योंकि ये यहां बने रहने के लिए कैरेज शुल्क का भुगतान करते हैं।

जबकि दूसरी ओर स्पेक्ट्रम के अंत में ८६० MHz एक अज्ञानी निर्णय होगा क्योंकि कई लॉस्ट माइल ऑपरेटर इन अत्यधिक यूएचएफ फ्रीक्वेंसियों पर अपने उपभोक्ताओं को उपयुक्त क्वालिटी वाला सिगनल नहीं प्रदान कर सकते हैं।

आमतौर पर एमएसओ ३०० MHz से ४५० MHz की रेंज वाली फ्रीक्वेंसियों पर अपने डिजिटल चैनल को कैरेज करते हैं। इसकी विशेषता यह है कि पुराने टेलीविजन सेट इन फ्रीक्वेंसियों को ट्यून नहीं कर सकते और कम से कम कुछ उपभोक्ता इन एनालॉग बैंडविड्थ को छोड़ना नहीं चाहते जिसे डिजिटल चैनलों के लिए पुनर्प्रस्तुत किया गया है।

DIGITAL HEADENDS

MULTIPLEXER AND QAM MODULATOR WITH CAS SYSTEM

सीएस सिस्टम के साथ मल्टीप्लेक्सर और क्यूएम मॉड्युलेटर

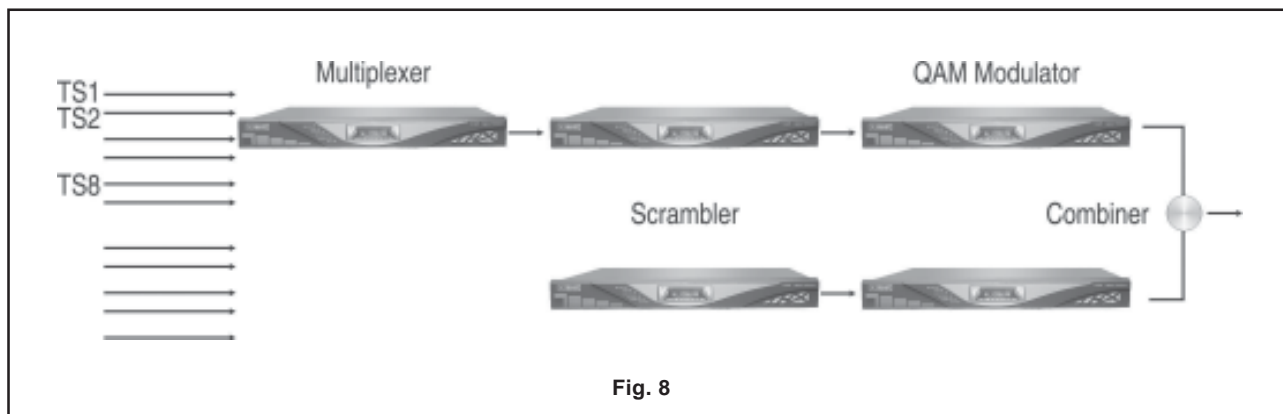


Fig. 8

SUMMARY

As we have seen above, the digital headend consists of 2 sections:

- ❖ The Data Acquisition function which is performed by IRDs or encoders,
- ❖ The Data Processing function which is performed by multiplexers and QAM modulators.

In the Data Acquisition section requires different equipments for different programs depending on whether they are free or scrambled and depending on the satellite and transponder.

The first step in designing and planning a digital headend is to finalise a list of programs which are to be transmitted in the digital system.

The second step is to finalise the CAS system and the third is to select the set top box with the embedded CAS and the features required. The details for CAS, STB and other features like EPGs and VOD will continue in Part II. ■

निष्कर्ष

जैसाकि हमने ऊपर देखा डिजिटल हेडएंड में २ खंड शामिल हैं:

- ❖ डेटा अधिग्रहण कार्यकलाप जो कि आईआरडी या इनकोडर द्वारा काम करता है।
- ❖ डेटा प्रोसेसिंग कार्यकलाप जो कि मल्टीप्लेक्सर व क्यूएम मॉड्युलेटर द्वारा काम करता है।

डेटा अधिग्रहण खंड में विभिन्न कार्यक्रमों के लिए भिन्न उपकरणों की जरूरत होती है जो कि फ्री या स्कैबल के साथ-साथ सैटेलाइट और ट्रांसपोंडर पर निर्भर करती है। डिजिटल हेडएंड की बनावट और योजना में पहला कदम कार्यक्रमों की सूची को अंतिम रूप देना है जिसे डिजिटल सिस्टम में ट्रांसमिट करना है।

दूसरा कदम सीएस सिस्टम का निर्णय करना और तीसरा इम्बैडेड सीएस व आवश्यक विशेषता के साथ सेट टॉप बॉक्स का चुनाव। सीएस, एसटीबी और ईपीजी व वीओडी जैसी अन्य विशेषताओं का विस्तृत विवरण भाग-२ में भी जारी रहेगा। ■

Devchand Haria - B.E. (Elect. & Telecom) is Director at **Channel Master Pvt. Ltd.** a leading solution provider for digital headend solutions & distributors for RF, Networking and Fiber Optic Products.

Over the last 15 years, Channel Master has developed a leading market position as a thematic system provider & distributor of high quality satellite receiving equipments, fiber optic equipments & digital headend solutions.



देवचंद हरिया बी.ई. (इलेक्ट्रॉनिक एंड टेलीकॉम), **चैनल मास्टर प्राइवेट लिमिटेड** के निदेशक हैं, जो कि आर.एफ. नेटवर्किंग और फाइबर ऑप्टिक उत्पादों के लिए डिजिटल हेडएंड व वितरकों के लिए प्रमुख उपाय प्रदान करता है।

पिछले १५ वर्षों से चैनल मास्टर, उच्च क्वालिटी रिसिविंग उपकरणों, फाइबर ऑप्टिक उपकरणों व डिजिटल हेडएंड उपायों के वितरक व थिमेटिक सिस्टम प्रदायक के रूप में बाजार में प्रमुख स्थान बना लिया है।