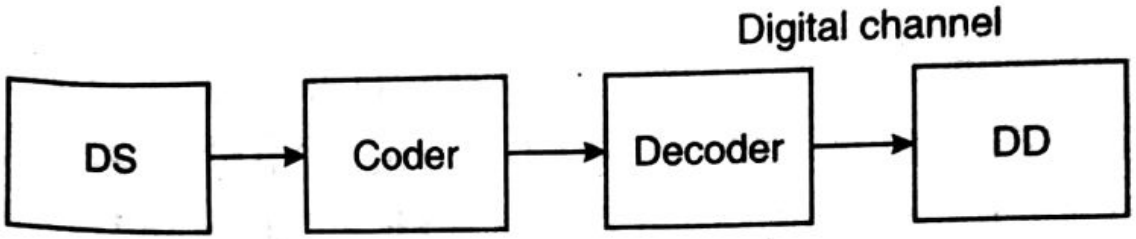
डिजिटल कम्यूनिकेशन सिस्टम

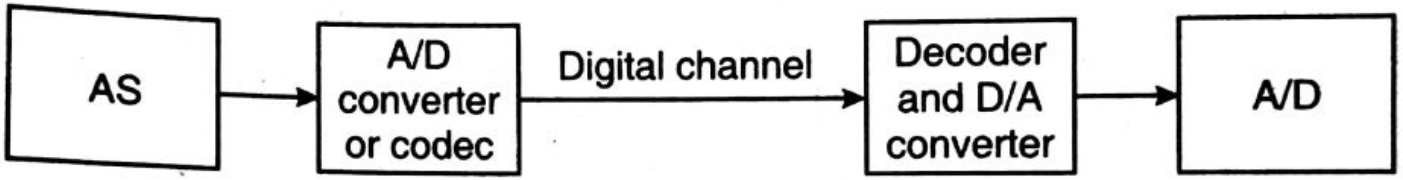
(Digital Communication System)

आधुनिक कम्यूनिकेशन युग डिजिटल अर्थात् कम्प्यूटर युग है तथा आजकल कम्यूनिकेशन में प्रयुक्त सूचना अथवा सन्देश अधिकतर डिजिटल रूप में कम्प्यूटर प्रोग्राम में प्रयोग किये जाते हैं, जैसे—वर्णमाला शब्द एवं अंक (alphanumeric characters) को बाइनरी कोड संख्या के रूप में कम्प्यूटर प्रोग्राम में प्रयोग किये जाते हैं। इसके अतिरिक्त एनालॉग (analog) सिगनलों के प्रसारण (transmisson), तार संचार (telegraphy) इत्यादि में भी डिजिटल तकनीक का प्रयोग किया जाता है। एनेलॉग सिगनलों को डिजिटल सिगनलों के रूप में प्रयोग करने में ट्रांसमिशन की गुणवत्ता (quality) में उन्नति होती है। जैसे विरूपण (distortion) में कमी आती है तथा सिगनल/शोर (signal to noise) अनुपात में वृद्धि होती है। डिजिटल तकनीक में प्रयुक्त सिगनल ट्रांसमिशन की कुछ प्रमुख सम्भावित विधियों को चित्र में प्रदर्शित किया गया है। अल्फान्यूमैरिक करैक्टरों (alphanumeric characters) अर्थात् टेस्ट को डाटा कोड्स [(data codes baudotcode) एवं आस्की कोड (ASCII Code) अधिक प्रचलित डाटा कोड हैं] में परिवर्तित करने के पश्चात् मॉडुलेशन करके डाटा ट्रांसमिट किया जाता है तथा रिसीवर सिरे (receiver end) पर प्राप्त सिगनल को डिमोडुलेट करने से प्राप्त डाटा कोड को पुन: अल्फा न्यूमैरिक करैक्टरों अर्थात् text में परिवर्तित कर प्रयोग किया जाता है। इस प्रकार के संचार को डाटा संचार (data communication) कहते हैं जिसका विस्तार से वर्णन आगे है।

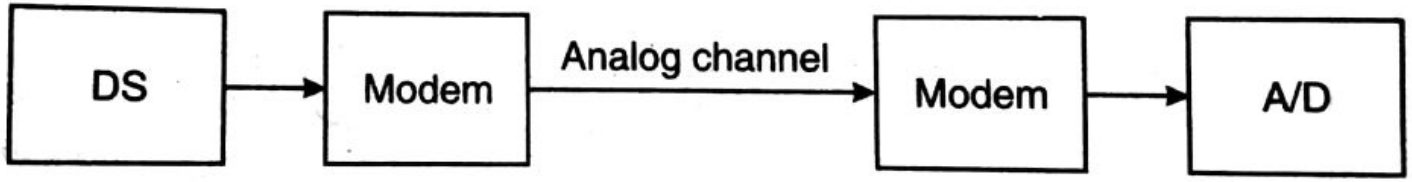
Scanned with CamScanner



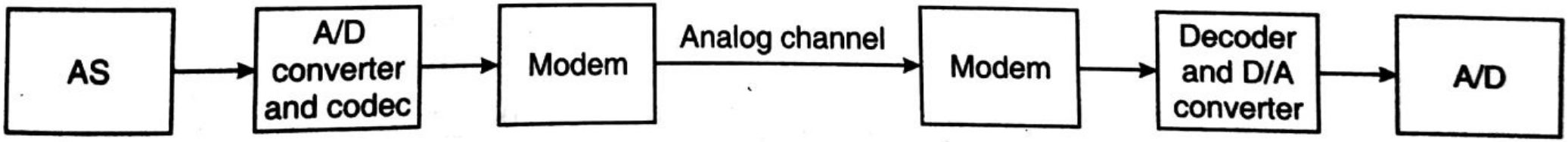
(a) Digital signal transmitted on digital channel



(b) Analog signal transmitted on digital channel



(c) Digital signal transmitted on analog channel



(d) Digitized analog signal transmitted on analog channel by modem

Scanned with CamScanner

Modem = Modulator + Demodulator

DS = Digital Source

DD = Digital Destination

AS = Analog Source

AD = Analog Destination

एनेलॉग सिगनलों (ऑडियो एवं वीडियो सिगनलों—जैसे—Voice, Picture) आदि को डिजिटल रूप में परिवर्तित करने को प्राय: बाइनरी कोडेड सिगनल (binary coded signal) बाइनरी डाटा कहते हैं। इन बाइनरी कोडों को एक स्थान से दूसरे स्थान तक भेजने को डिजिटल संचार (digital communication) कहते हैं।

यद्यपि ऐनेलॉग सिगनल को ऐनेलॉग चैनल के माध्यम से ट्रांसमिट कर रहे हैं फिर भी ट्रांसमीटर छोर (transmitter end) पर सिगनल की गुणवत्ता में वृद्धि के लिए ऐनेलॉग सिगनल को डिजिटल सिगनल में, ऐनेलॉग-से-डिजिटल परिवर्तक (A/D converter) द्वारा परिवर्तित करते हैं तथा मोडेम (modem) [मॉडुलेटर एवं डिमॉडुलेटर का संयुक्त परिपथ] द्वारा पुन: ऐनेलॉग सिगनल में परिवर्तित करने के पश्चात् उनका मॉडुलेशन करके ऐनेलॉग चैनल पर प्रयुक्त करते हैं। ऐनेलॉग सिगनल में यदि किसी कारण शोर अथवा/और विरूपण (noise and/or distortions) उत्पन्न हो जाये तो सिगनल से उन्हें हटाना (remove) एक अति कठिन कार्य है तथा पुन: शुद्ध सिगनल प्राप्त करना असम्भव है। इसके अतिरिक्त सिगनल में शोर एवं विरूपण का उत्पन्न होना एक संचयी प्रक्रिया (cumulative process) है क्योंकि ट्रांसमीटर, चैनल एवं ग्राही (receiver) इत्यादि में शोर एवं विरूपण सिगनल में जुड़ते जाते हैं। इसके विपरीत डिजिटल सिगनल में $S/N < 0{\cdot}5$ अर्थात् signal to noise अनुपात का मान 50% से कम होने पर पुन: सरलता से शुद्ध डिजिटल सिगनल प्राप्त किया जा सकता है।

उदाहरणत: माना ट्रांसमीटर छोर (transmitter end) पर मोडेम '-1' बाइनरी के लिए $1V$ तथा '0' बाइनरी के लिए $0V$ उत्पन्न करता है। अब इस कोडेड सिगनल को ऐनेलॉग अथवा डिजिटल चैनल पर प्रयुक्त करते हैं तो चैनल के; सिगनल में शोर एवं विरूपण उत्पन्न होते हैं।

रिसीवर छोर पर प्रयुक्त मोडेम, प्राप्त सिगनल पल्सों के आयाम का प्रेक्षण (examine) करता है तथा $0{\cdot}5\,V$ अथवा इससे अधिक आयाम को '1' Bit एवं $0{\cdot}5\,V$ से कम आयाम को '0' Bit में परिवर्तित करता है। इस प्रक्रिया से सिगनल में उत्पन्न शोर एवं विरूपण लगभग समाप्त (remove) हो जाते हैं। चित्र में इस प्रक्रिया को आरेख द्वारा प्रदर्शित किया गया है।

Scanned with CamScanner

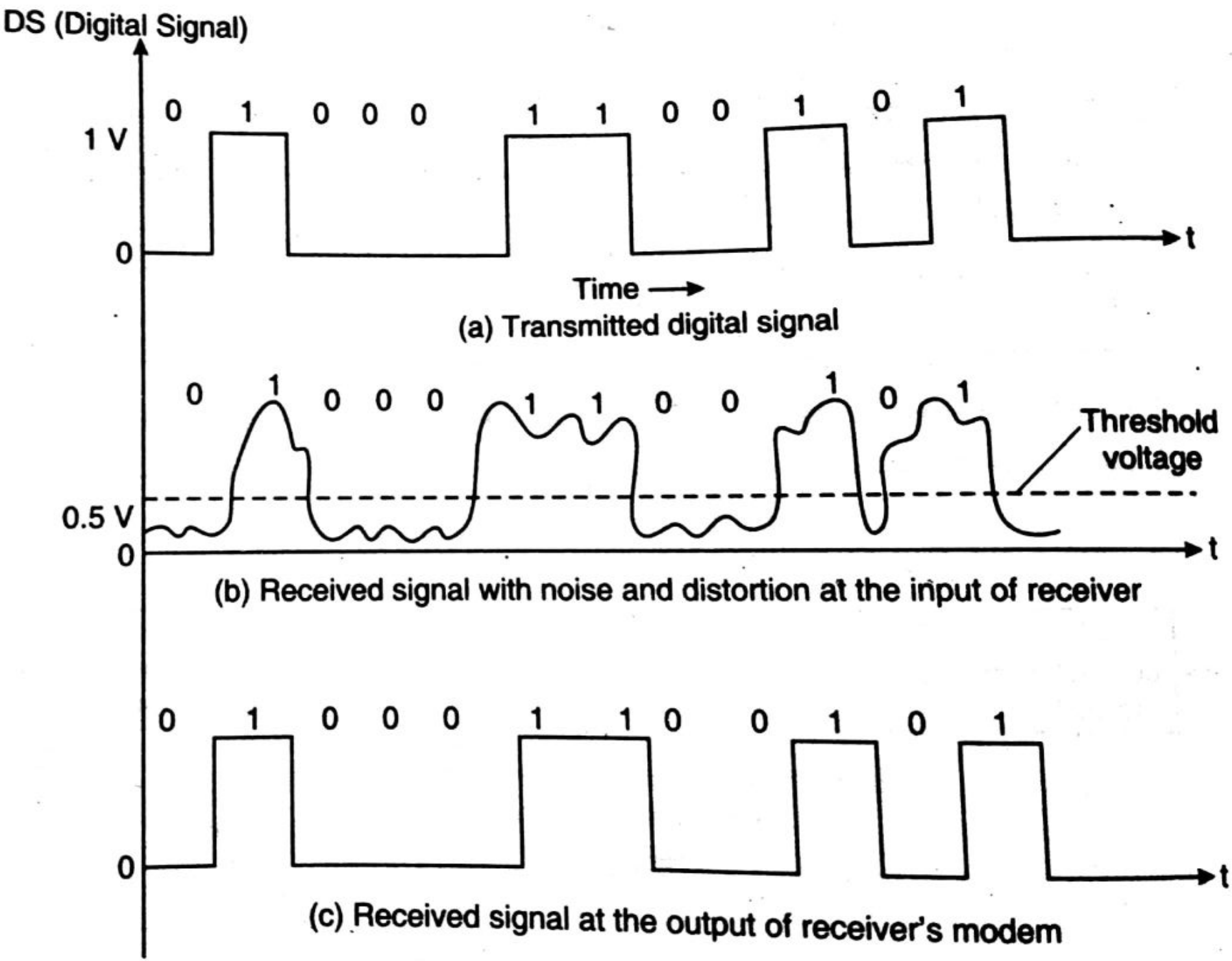


Illustration of removed the noise and distortion from the signal in digital system.

Scanned with CamScanner

12.1. डिजिटल ट्रांसमिशन के लाभ (Advantages of digital transmission)

डिजिटल ट्रांसमिशन के प्रमुख लाभ निम्नलिखित हैं—

(i) डिजिटल सिगनल में से शोर तथा विरूपण (noise and distortions) को सरलता से अलग (remove) किया जा सकता है।

(ii) डिजिटल सिगनल में त्रुटियाँ हैं कि नहीं इसका सरलता से पता (detect) किया जा सकता है तथा कुछ Bits की त्रुटि को ठीक (correct) करने की कई तकनीक (techniques) हैं।

(iii) डिजिटल सिगनल में त्रुटि का आयाम कम से कम हो, इस प्रकार के परिपथों (प्रवर्धक इत्यादि) का निर्माण सम्भव है।

(iv) डिजिटल कम्यूनिकेशन में मल्टीप्लेक्सिंग एवं स्विचिंग (switching) प्रक्रिया अति सरल है जैसे कि डिजिटल सिगनलों की समय-विभाजक मल्टीप्लेक्सिंग (time division multiplexing TDM) बहुत ही सरल है तथा विभिन्न प्रकार के सिगनलों (उदाहरणत: स्वर (voice) एवं डाटा इत्यादि) को मल्टीप्लेक्स करने के पश्चात् केवल एक चैनल द्वारा ट्रांसमिट किया जा सकता है।

12.2. डिजिटल ट्रांसमिशन के दोष (Disadvantages of Digital Transmission)

डिजिटल ट्रांसमिशन में बहुत कम दोष हैं। कुछ प्रमुख दोष निम्नलिखित हैं—

1. डिजिटल प्रणाली अति जटिलता (greater complexity) युक्त होती है।
2. इसमें अधिक चौड़े ट्रांसमिशन बैण्ड-विड्थ (bandwidth : BW) की आवश्यकता होती है।

Scanned with CamScanner

3. कोडिंग।

12.3. इनफोर्मशन की परिभाषा (इनफोर्मशन की माप)

किसी सूचना की संख्यात्मक माप उसके शब्द की धारणा पर निर्भर करती है। इनफॉर्मेशन (सूचना) को समझने के लिए हम एक उदाहरण लेते हैं।

माना एक कम्यूनिकेशन सिस्टम (प्रणाली) है जो मैसेज $m_1, m_2, \ldots . m_3$ को ट्रांसमिट कर रहा है तथा इस मैसेज के होने की प्रायिकता क्रमशः $P_1, P_2 \ldots . P_3$ है।

सिगनल m_k द्वारा ट्रांसमिट की गयी सूचना की

मात्रा $$I_k = \log_2\left(\frac{1}{P_k}\right)$$

Scanned with CamScanner

जहाँ P_k = मैसेज m_k के होने की प्रायिकता है।

यह एक विमाहीन संख्या है परन्तु पारम्परिक तरीकों में इसका मात्रक "बिटस्" लगाया जा सकता है। यह तब सम्भव है जब लघुगणक का आधार (Base of log) 2 हो।

यदि हम लघुगणक का आधार परिवर्तित करते हैं तो सूचना का मात्रक भी परिवर्तित हो जायेगा। यदि प्राकृतिक लघुगणक का प्रयोग करें (आधार = e) तो मात्रक नैट "(nat)" कहलाता है। यदि आधार 10 हो तो मात्रक "हारले" (Harley) या "डेसिट" कहलाता है।

12.4. इनफॉर्मेशन की प्रकृति (Properties of information)

किसी मैसेज में होने वाली इनफॉर्मेशन की मुख्य प्रकृति निम्नलिखित है—

1. किसी सुनिश्चित घटना में होने वाली इनफॉर्मेशन शून्य (0) होती है। इसका अर्थ है—

$$I_k = 0 \quad \text{अत:} \quad P_k = 1$$

2. किसी मैसेज की इनफोर्मेशन का मान बढ़ने से उसके घटित होने की प्रायकिता (I_k) का मान घटता है।

$$\boxed{I_k = \log_2\left(\frac{1}{P_k}\right)}$$

3. अत: किसी अप्रत्याशित घटना में सर्वाधिक सूचना (इनफॉर्मेशन) होती है।

किसी घटना का घटित होना या तो कुछ इनफॉर्मेशन देता है या कुछ इनफॉर्मेशन नहीं देता है परन्तु यह कभी इनफॉर्मेशन (सूचना) का नुकसान नहीं करता।

$$I_k \geq 0 \text{ for } 0 \leq P_k \leq 1$$

I_k (इनफॉर्मेशन), प्रायिकता (P_k) का सतत् फलन है।

दो या दो से अधिक पारस्परिक रूप से स्वतन्त्र मैसेज सिगनल या घटनाओं की कुल सूचना का योग उन मैसेज की अलग-अलग सूचनाओं के योग के बराबर होता है।

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 \ldots\ldots$$

I_1, I_2 मैसेज की अलग-अलग इनफॉर्मेशन है।

Scanned with CamScanner