

इरिसेट



IRISET

टी.सी.एस. 2

एस.पी.सी. एक्सचेंजों के सिद्धांत



भारतीय रेल सिग्नल इंजीनियरी और दूरसंचार संस्थान
सिकंदराबाद-500017

टी.सी.एस. 2

एस.पी.सी. एक्सचेंजों के सिद्धांत

दर्शन : इरिसेट को अंतर्राष्ट्रीय प्रसिद्धि का संस्थान बनाना, जो कि अपने मानक व निर्देशचिह्न स्वयं तय करे.

लक्ष्य : प्रशिक्षण के माध्यम से सिगनल एवं दूरसंचार कर्मियों की गुणवत्ता में सुधार तथा उनकी उत्पादक क्षमता में वृद्धि लाना.

इस इरिसेट नोट्स में उपलब्ध की गई सामग्री केवल मार्गदर्शन के लिए प्रस्तुत की गयी है. इस नियमावली या रेलवे बोर्ड के अनुदेशों में निहित प्रावधानों को निकालना या परिवर्तित करना मना है.



भारतीय रेल सिगनल इंजीनियरी और दूरसंचार संस्थान

सिकंदराबाद - 500 017

टी.सी.एस. 2
एस.पी.सी. एक्सचेंजों के
सिद्धांत

विषय - सूची

अनु. क्र.	अध्याय का नाम	पृष्ठ संख्या
1.	एस.पी.सी. (स्टोर्ड प्रोग्राम कंट्रोल) एक्सचेंज के कार्य	1
2.	इलेक्ट्रॉनिक एक्सचेंजों के लिए कंप्यूटर सॉफ्टवेयर	18
3.	स्टोर्ड प्रोग्राम कंट्रोल - कंट्रोल स्ट्रक्चर	26
4.	टेलीफोन नेटवर्कों के लिए सिग्नलिंग	36
5.	टेली-कम्यूनिकेशन ट्राफिक थियरी के मूल तत्व	49

1. पृष्ठों की संख्या - 32
2. जारी करने की तारीख - जून - 2015
3. हिंदी और अंग्रेजी संस्करण में कोई विसंगति या विरोधाभास होने पर इस विषय का अंग्रेजी संस्करण ही मान्य होगा.

© IRISSET

“यह केवल भारतीय रेलों के प्रयोगार्थ बौद्धिक संपत्ति है. इस प्रकाशन के किसी भी भाग को इरिसेट, सिकंदराबाद, भारत के पूर्व करार और लिखित अनुमति के बिना न केवल फोटो कॉपी, फोटो ग्रॉफ, मेग्नेटिक, ऑप्टिकल या अन्य रिकार्ड तक सीमित नहीं, बल्कि पुनः प्राप्त की जाने वाली प्रणाली में संग्रहित, प्रसारित या प्रतिकृति तैयार नहीं किया जाए.”

<http://www.iriset.indianrailways.gov.in>

अध्याय 1

एस.पी.सी. (स्टोर्ड प्रोग्राम कंट्रोल) एक्सचेंज के कार्य

1.1 परिचय:

किसी भी टेलीफोन एक्सचेंज में तीन कार्यात्मक क्षेत्र होते हैं:

1. स्विचिंग कार्य
2. सिगनलिंग कार्य
3. कंट्रोल कार्य (कंट्रोलिंग)

1.1.1 स्विचिंग कार्य:

स्विचिंग कार्य को स्विचिंग नेटवर्क के माध्यम से किया जाता है, यह निम्नलिखित के बीच एक साथ दोनों दिशाओं में आवाज़ पहुँचाने के लिए एक अस्थायी पथ प्रदान करता है.

- ✓ एक ही एक्सचेंज में जुड़े दो उपभोक्ता (लोकल स्विचिंग)
- ✓ विभिन्न एक्सचेंजों से जुड़े दो उपभोक्ता (ट्रंक स्विचिंग)
- ✓ विभिन्न एक्सचेंजों की ओर ट्रंक की एक जोड़ी (ट्रांजिट स्विचिंग)

1.1.2 सिगनलिंग फ़ंक्शन:

सिगनलिंग फ़ंक्शन के द्वारा कॉल स्थापित करने और कॉल का निरीक्षण करने के क्रम में एक नेटवर्क के विभिन्न उपकरणों के बीच कम्यूनिकेशन प्रदान किया जाता है. सब्सक्राइबर लाइन सिगनलिंग के द्वारा कॉल करने वाले उपभोक्ता की लाइन-पहचान, डॉयल टोन का वितरण, डॉयल किए गए अंक प्राप्त करना, कॉल किए गए उपभोक्ता को रिंगिंग वोल्टेज भेजना, कॉल करने वाले उपभोक्ता को रिंग बैक टोन का वितरण, यह बताने के लिए कि उपभोक्ता जोड़ा जा रहा है, आदि प्रदान किए जाते हैं. अगर कॉल किया गया उपभोक्ता व्यस्त है, तब कॉल करने वाले उपभोक्ता को व्यस्त टोन या बिड़ी टोन भेजा जाता है. दो एक्सचेंज के बीच, एक कॉल की स्थापना, उसका निरीक्षण और कॉल क्लीयर करना, इंटर एक्सचेंज सिगनलिंग द्वारा प्रदान किया जाता है.

1.1.3 कंट्रोलिंग फ़ंक्शन:

कंट्रोलिंग फ़ंक्शन द्वारा सिगनलिंग सूचनाएं एवं स्विचिंग-नेटवर्क के संचालन को नियंत्रित करने का कार्य किया जाता है. मल्टी-एक्सचेंज क्षेत्रों में स्थित रजिस्टर कंट्रोल प्रणालियों में अन्य सभी एक्सचेंजों से एक विशेष एक्सचेंज के लिए एक ही रूटिंग नंबर प्रदान किया जाता है.

1.2 एस.पी.सी. एक्सचेंज (स्टोर्ड प्रोग्राम कंट्रोल)

1.2.1 एस.पी.सी. एक्सचेंजों के मूल तत्व:

इस तकनीक का विकास सन् 1965 के आसपास किया गया तथा यह तकनीक टेलीफोन स्विचिंग सिस्टम को कंप्यूटर की कला के साथ जोड़ती है.

इंटीग्रेटेड सर्किट्स की खोज के साथ, प्रोग्राम लॉजिक द्वारा 'रीड ओनली मेमोरी' (रोम) में लिखे गये एक स्पष्ट प्रोग्राम का उपयोग करके इसे आरंभ किया गया. इस स्टोर्ड प्रोग्राम को आवश्यक सेवाओं में परिवर्तन के लिए, जरूरी होता है कि रॉम (ROM) को नये प्रोग्राम इंस्ट्रक्शन सेट के साथ नये सिरे से लिखा जाए.

माइक्रो-प्रोसेसरों के आगमन ने 'स्टोर्ड प्रोग्राम कंट्रोल सिस्टम्स' के लिए एक द्वार खोला. इन प्रणालियों में, एक्सचेंज में कनेक्शनों की स्थापना और पर्यवेक्षण, उपयुक्त तरीके से प्रोग्राम किए गये माइक्रो-प्रोसेसरों के अधीन नियंत्रित होता है.

एस.पी.सी. एक्सचेंज में एक प्रोसेसर, एक्सचेंज के कार्यों को नियंत्रित करने के लिए प्रयोग किया जाता है. सभी कंट्रोल कार्यों और उनसे संबंधित लॉजिक, एक प्रोग्राम-निर्देशों की एक श्रृंखला के द्वारा प्रस्तुत किया जा सकता है. इन निर्देशों को एक या एक से अधिक प्रोसेसर, की मेमोरी में जमा किया जाता है जो एक्सचेंज के संचालन को नियंत्रित करते हैं. कंट्रोल फ़ंक्शन, स्विचिंग नेटवर्क से अलग है और कार्यात्मक आधार पर ईकाइयों की संख्या में केंद्रीकृत है. इसीलिए, इलेक्ट्रॉनिक एक्सचेंजों को कॉमन कंट्रोल एक्सचेंज के नाम से भी जाना जाता है.

1.2.2 प्रोसेसर:

एक्सचेंज का प्रोसेसर, बाहरी उपकरणों की एक बड़ी संख्या के द्वारा जैसे कि सबस्क्राइबर लाइन, जंक्शन्स, ट्रंक्स, तथा विभिन्न कॉल की स्थापना और इनके पर्यवेक्षण से संबंधित कार्यों के लिए 24 घंटे लगातार शेयर किया जाता है. इसलिए, यह कहना सर्वथा उचित होगा कि टेलीफोन एक्सचेंज में प्रयुक्त प्रोसेसर, एक विशेष प्रकार का कंप्यूटर है.

प्रोसेसर हर सेकंड में कई हजार निर्देश संभालने की क्षमता रखता है, यूं कहें लगभग 5,00,000 आदेश एक साथ. एक कॉल की स्थापना और कॉल-रिलीज़ करने के लिए आवश्यक निर्देशों की संख्या 8,000 - 10,000 के लगभग हो सकती है. इसलिए स्विचिंग फ़ंक्शन को नियंत्रित करने के साथ-साथ एक ही प्रोसेसर, अन्य कार्य भी संभाल सकता है.

1.2.3 स्टोर:

प्रोसेसर में, प्रोग्राम-स्टोर और डॉटा-स्टोर होता है. प्रोग्राम-स्टोर का उपयोग अन्य परिचालन, प्रशासनिक, अनुरक्षण प्रयोजनों के लिए तथा कॉल की स्थापना के लिए प्रयोग किया जाता है. इसमें समाहित निर्देश एक लॉजिकल क्रम में होते हैं.

डॉटा-स्टोर में ट्रांसलेशन-स्टोर और कॉल-स्टोर भी शामिल है.

ट्रांसलेशन-स्टोर में, एक्सचेंज के कॉन्फिगरेशन की जानकारी जैसे, जंक्शनों की संख्या, स्विच-मैट्रिक्स, इन उपकरणों का आपस में इंटर-कनेक्शन, ग्राहक से संबंधित डॉटा और प्रदान की गई सेवाओं का विवरण, क्लास-ऑफ-सर्विस की जानकारी, रूटिंग आदि का विवरण उपलब्ध कराया जाता है.

कॉल-स्टोर में, चल रहे सभी कॉलों का विवरण होता है. इस तरह के कॉल-स्टोर में, कॉल प्रोसेसिंग के लिए आवश्यक जानकारी जैसे, उपभोक्ता द्वारा डायल किए जाने वाले अंक, उपभोक्ता की बिज़ी या आईडल स्थिति आदि अस्थाई डॉटा के लिए एक अस्थाई स्टोरेज प्रदान किया जाता है. कॉल स्टोर की जानकारी, कॉल शुरू होने और कॉल समाप्त होने के साथ-साथ लगातार बदलती रहती है. जब कॉल समाप्त हो जाता है तब प्रत्येक कॉल से संबंधित ये विवरण भी स्वतः ही मिट जाते हैं.

सभी प्रासंगिक जानकारी संग्रहीत की जाती हैं और स्विचिंग और अन्य कार्यों को प्रोग्राम निर्देशों के माध्यम से किया जाता है, स्विचिंग के इस प्रकार को स्टोर्ड प्रोग्राम कंट्रोल स्विचिंग कहा जाता है. मेमोरी और निर्देश दोनों को आसानी से संशोधित किया जा सकता है जो कि एक्सचेंज के सभी परिचालनों के लिए एक फ़्लेक्जिबिलिटी प्रदान करते हैं.

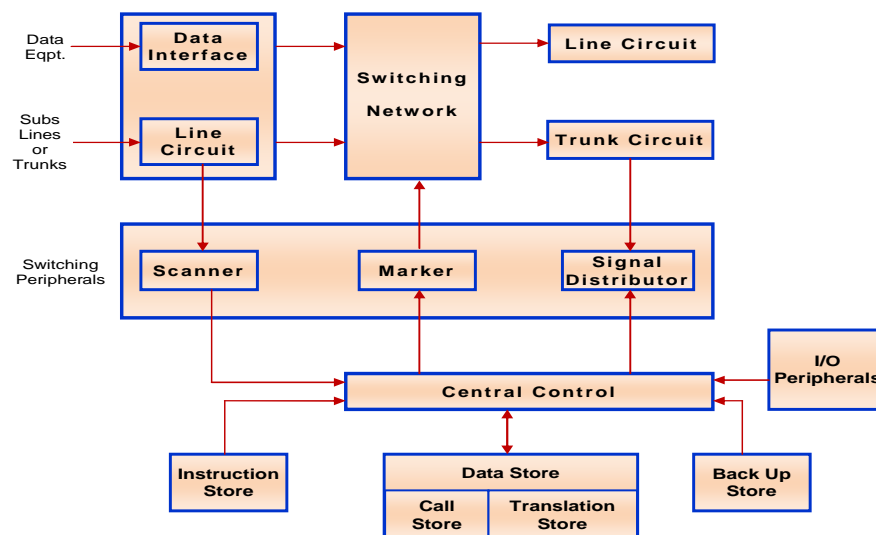
1.2.4 पेरिफेरल उपकरण:

सेंट्रल प्रोसेसर, प्रोग्राम-स्टोर और डॉटा-स्टोर के अलावा, कई और पेरिफेरल उपकरण भी एस.पी.सी. एक्सचेंज का हिस्सा बनाते हैं। पेरिफेरल उपकरण, प्रोसेसर को बाहरी दुनिया के साथ कम्यूनिकेट करने की अनुमति प्रदान करते हैं। उदाहरण के लिए स्कैनर, समय-समय पर उपभोक्ता के टेलीफोन और जंक्शनों की अवस्था के परिवर्तन की जाँच करता है। डिस्ट्रीब्यूटर और मार्कर का उपयोग, उपभोक्ता उपकरणों और स्विचिंग मैट्रिक्स से प्राप्त निर्देशों को प्रोसेसर तक पहुंचाते हैं।

प्रोसेसर की अलग-अलग कार्यगति, स्विचिंग तथा सिग्नलिंग उपकरणों को, पेरिफेरल उपकरणों के साथ मिलान कराना आवश्यक होता है। 'की'-बोर्ड, विजुअल डिस्प्ले यूनिट्स, प्रिंटर आदि भी, परिचालन, प्रशासनिक तथा अनुरक्षण कार्यों के लिए आवश्यक होते हैं, जो कि अनुरक्षण कर्मचारियों को कमांड द्वारा प्रोसेसर से सूचनाएं प्राप्त करने की सुविधा प्रदान करते हैं।

1.3 एस.पी.सी. एक्सचेंज के कार्यात्मक सब-डिवीज़न:

एस.पी.सी. एक्सचेंज के कार्यात्मक सब-डिवीज़न निम्नलिखित चित्र 1.1 में दर्शाए गए हैं। जिसमें पांच प्रमुख सब-सिस्टमों को पहचाना जा सकता है।



चित्र 1.1 एस.पी.सी.एक्सचेंज के कार्यात्मक सब-डिवीज़न

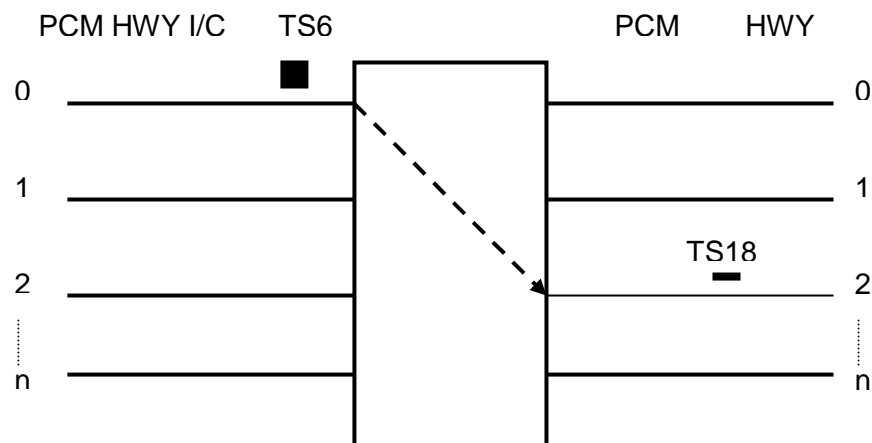
1.3.1 टर्मिनल उपकरण:

- प्रत्येक उपभोक्ता लाइन के लिए तथा इंटर-एक्सचेंज ट्रंक के लिए व्यक्तिगत आधार पर टर्मिनल उपकरण.
- स्विचिंग नेटवर्क जो कि स्पेस-डिवीज़न या टाइम-डिवीज़न, यूनि-डायरेक्शनल या बाय-डायरेक्शन हो सकता है.
- एक या एक से अधिक माइक्रो-प्रोसेसर तथा उनकी मेमोरी के साथ एक केंद्रीकृत या विकेंद्रीकृत संरचना.
- स्विचिंग पेरिफेरल उपकरणों जैसे, स्कैनर, मार्कर, डिस्ट्रीब्यूटर और इंटरफेस सर्किट.
- डॉटा प्रोसेसिंग पेरिफेरल जैसे कि टेली-टाइपराइटर, विजुअल डिस्प्ले यूनिट्स, प्रिंटर आदि, मैन-मशीन द्वारा एक्सचेंज का परिचालन तथा अनुरक्षण का कार्य करने की सुविधा.

- लाइन सर्किट, ट्रंक सर्किट और सर्विस सर्किट आदि को टर्मिनल उपकरणों में स्थापित किया जाता है जिससे इनकी स्थिति का पता, सिगनलिंग ट्रांसमिशन, स्पीच ट्रांसमिशन और कॉल्स का निरीक्षण किया जा सके. लाइन सर्किट का प्रयोग, उपभोक्ता के लिए बैटरी-फीड उपलब्ध कराने और उपभोक्ता-लाइनों के पर्यवेक्षण के पारंपरिक कार्यों को पूरा करने के लिए किया जाता है. ट्रंक सर्किट का उपयोग, इनकमिंग, आउटगोइंग तथा ट्रांज़िट कॉल्स पर बैटरी फीड उपलब्ध कराने और कॉल की निगरानी करने के लिए होता है. सर्विस सर्किट, डॉयल पल्स या डी.टी.एम.एफ.टोन सिगनल्स के ट्रांसमिशन और रिसेप्शन का कार्य निष्पादन करने के लिए उपयोग किया जाता है.

1.3.2 स्विचिंग नेटवर्क: डिज़िटल स्विचिंग

स्विचिंग नेटवर्क, दो या अधिक एक्सचेंज टर्मिनेशनों के बीच एक अस्थायी कनेक्शन स्थापित कराता है और विश्वसनीय सटीकता के साथ डिज़िटल रूप में इन टर्मिनलों के बीच, स्पीच और डॉटा सिगनलों के संचरण को सुनिश्चित करता है. पी.सी.एम सिद्धांत पर आधारित, टाइम डिवीजन मल्टीप्लेक्सड डिज़िटल सिगनल्स, डिज़िटल स्विचिंग सिस्टम द्वारा एक कॉमन मीडिया पर प्राप्त किए जाते हैं, जिसे इन-कमिंग पी.सी.एम. हाई-वे कहा जाता है और प्राप्त हुए सिगनलों को डिज़िटल स्विचिंग द्वारा आउटगोइंग पी.सी.एम. हाई-वे पर स्विचिंग नेटवर्क के माध्यम से ट्रांसमिट किया जाता है, जैसा कि चित्र 1.2 में दर्शाया गया है. स्विचिंग नेटवर्क को स्पेस-डिवीजन और टाइम-डिवीजन सिस्टम में वर्गीकृत किया जा सकता है.

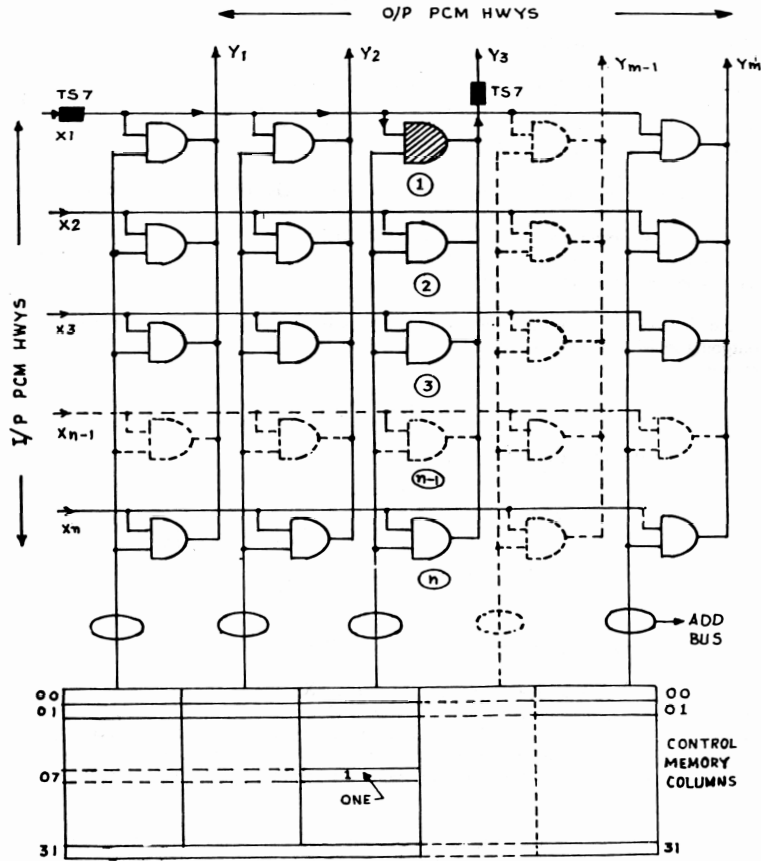


चित्र 1.2 - डिज़िटल स्विच

स्पेस स्विचिंग: आने वाले और बाहर जाने वाले पी.सी.एम. हाई-वे एक ही टाइम-स्लॉट से जुड़े होते हैं. जैसे, I/C HWYS पर TS6 में प्राप्त सिगनलों को O/G HWYS पर TS6 में प्रेषित कर रहे हैं. चूंकि डिज़िटल-सैंपल का ट्रांसफर एक ही टाइम-स्लॉट में हो रहा है इसलिए इस सैंपल की स्विचिंग में कोई देरी नहीं होती. इसी तरह विभिन्न हाई-वे एक दूसरे से जोड़े जाते हैं जैसे, I/C HWY1 पर प्राप्त सिगनल, O/G HWY 2 या 3 या किसी भी HWY पर प्रेषित किए जा सकते हैं.

डिज़िटल स्पेस स्विच: (चित्र 1.3 देखें): यह स्विच कई इनपुट हाई-वेज़ X_1, X_2, \dots, X_n और कई आउटपुट हाई-वेज़ Y_1, Y_2, \dots, Y_m , n लाइनों और m कॉलम की एक मैट्रिक्स से जुड़े होते हैं. इस मैट्रिक्स में हरेक क्रॉस-पॉइंट एक AND गेट से बना होता है. एक उपयुक्त क्रॉस-पॉइंट के ऑपरेशन द्वारा, हर टाइम स्लॉट के दौरान इन-कमिंग पी.सी.एम. हाई-वे की, टी.डी.एम. चैनल को आउट-गोइंग पी.सी.एम. हाई-वे की टी.डी.एम. चैनल से जोड़ता है. अन्य टाइम-स्लॉट्स के दौरान, यही क्रॉस-पॉइंट अन्य चैनलों को कनेक्ट करने के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है.

प्रत्येक 'क्रॉस-पॉइंट कॉलम', कंट्रोल मेमोरी के एक कॉलम से जुड़ा होता है, जिसमें लोकेशनों की संख्या और पी.सी.एम. सिगनल फ्रेम के टाइम-स्लॉट की संख्या के बराबर होती है। प्रत्येक क्रॉस-पॉइंट का एक बाइनरी-एड्रेस होता है जिसे टाइम-स्लॉट के क्रम में कंट्रोल मेमोरी में संग्रहीत किया जाता है, ताकि कॉलम में केवल एक 'क्रॉस-पॉइंट', हर 'टाइम-स्लॉट' के दौरान बंद हो।



चित्र 1.3 डिजिटल स्पेस स्विच

एक नया शब्द एक साइक्लिक क्रम में प्रत्येक टाइम-स्लॉट के दौरान कंट्रोल मेमोरी से पढ़ा जाता है। प्रत्येक शब्द यानि, TS0 में शब्द 0 और TS1 में शब्द 1 इत्यादि पढ़ा जाता है। शब्द के अंश, वर्टिकल मेमोरी लोकेशन में टाइम स्लॉट की अवधि के दौरान रखे जाते हैं। इस प्रकार एक एड्रेस के लिए एक क्रॉस-पॉइंट एक विशेष टाइम-स्लॉट के दौरान ही संचालित होता है।

चित्र 1.3 में दर्शाए अनुसार, HWY 1 की TS7 को HWY Y3 के TS7 से जोड़ा जाना है। TS7 के लिए स्थान 07 है। I/C HWY का स्थान Y1 है, O/G HWY का स्थान Y3 है। I/C HWY का एड्रेस O/G HWY Y3 के स्थान 07 में लिखा है। TS7 के दौरान सेंट्रल कंट्रोल HWY Y3 की 07 के विषय सामग्री को पढ़ता है और I/C HWY 01 के क्रॉस-पॉइंट को सक्रम बनाता है। TS7 की समय अवधि के लिए क्रॉस-पॉइंट संचालित अवस्था में रहता है और सैंपल बिना किसी देरी के ट्रांसफर किया जाता है। सेंट्रल कंट्रोल, TS7 के पूरा होने पर इस क्रॉस-पॉइंट को निष्क्रिय कर देता है और TS8 के दौरान एक और क्रॉस-पॉइंट को सक्रम बनाता है। यह प्रक्रिया आगे आने वाली सभी फ्रेम के TS7 में दोहराई जाती है और हर कॉल पूरा होने तक यही प्रक्रिया चलते रहती है।

कॉल को डिसकनेक्ट करने के लिए, TS7 से संबंधी मेमोरी लोकेशन की विषय सामग्री को, सेंट्रल कंट्रोल द्वारा मिटा दिया जाता है।

टाइम स्विचिंग: इस टाइम-स्विचिंग में इन-कमिंग और आउट-गोइंग पी.सी.एम. हाई-वेज़ के विभिन्न टाइम-स्लॉट आपस में जोड़े जाते हैं। उदाहरण के लिए, I/C HWYS के TS6 में प्राप्त सिगनलों को O/G HWYS के TS6 सहित TS18 या किसी भी अन्य TS में प्रेषित किया जा सकता है, दोनों ओर एक-समान हाई-वेज़ जोड़े जाते हैं। उदाहरण के लिए, I/C HWY0 पर प्राप्त सिगनलों को O/G HWY0 पर ही प्रेषित किया जाता है। इस प्रक्रिया में टाइम-डिले हो सकता है। एक टाइम-स्विच मूल रूप से एक टाइम-स्लॉट एक्सचेंजर है।

डिजिटल टाइम-स्विच: टाइम-स्विच में दो मेमोरी होती हैं।

- स्पीच मेमोरी
- कंट्रोल मेमोरी

स्पीच मेमोरी (SM): इसे बफर मेमोरी के रूप में भी जाना जाता है। एक I/C HWY टाइम-स्लॉट पर प्राप्त सैंपल, गंतव्य टाइम-स्लॉट पर पहुंचने तक, एक स्पीच-मेमोरी लोकेशन में संग्रहित किए जाते हैं। स्पीच-मेमोरी में लोकेशनों की संख्या, इनपुट पी.सी.एम. में टाइम-स्लॉट के बराबर होती है, यानि 32 चैनल पी.सी.एम. प्रणाली के लिए 32 स्थान होते हैं।

कंट्रोल मेमोरी (CM): इसे एड्रेस या कनेक्शन मेमोरी के नाम से जाना जाता है। कंट्रोल मेमोरी और स्पीच-मेमोरी में एकसमान लोकेशन होते हैं। प्रत्येक कंट्रोल मेमोरी लोकेशन में एक स्पीच-मेमोरी लोकेशन एड्रेस है जहाँ से O/G HWY के गंतव्य टाइम-स्लॉट में सैंपल प्रेषित किया जाता है। यह एड्रेस, एक्सचेंज के सेंट्रल-कंट्रोल के द्वारा कंट्रोल मेमोरी में लिखा जाता है।

एक टाइम-स्लॉट काउंटर, 0-31 टाइम-स्लॉट में गिनती करता है और गिनती के अंत में रीसेट होकर पुनः गिनती शुरू कर देता है। टाइम-स्विच दो मोड में चलती है।

- आउट-पुट असोसिएटेड कंट्रोल
- इन-पुट असोसिएटेड कंट्रोल

आउटपुट असोसिएटेड कंट्रोल: (चित्र 1.4)

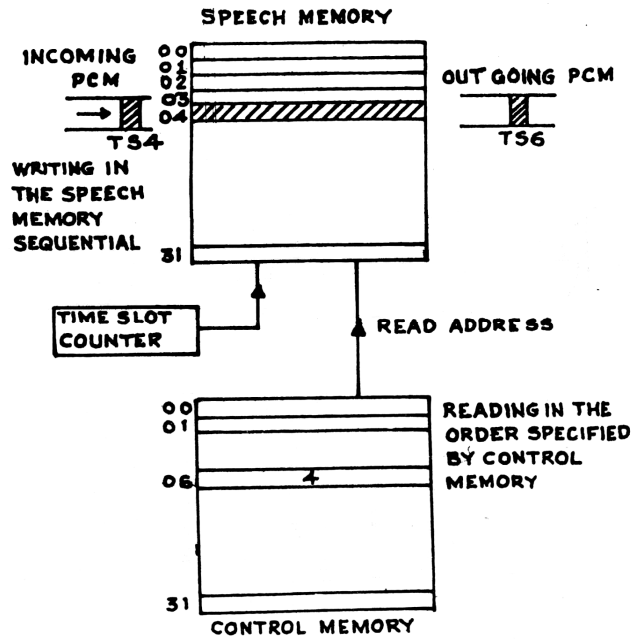
इन-कमिंग सैंपल्स को स्पीच-मेमोरी लोकेशनों में क्रमानुसार लिखा जाता है।

जैसे. TS4 में प्राप्त सैंपल, स्पीच-मेमोरी के लोकेशन 04 पर लिखा जाता है।

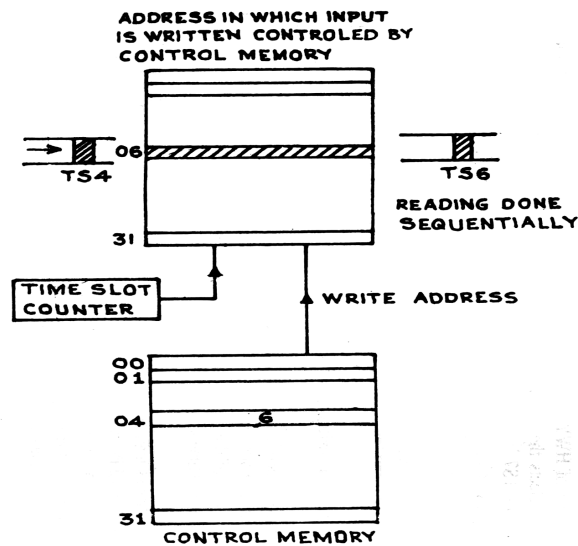
कंट्रोल मेमोरी के लोकेशन पूर्ण रूप से आउटपुट पी.सी.एम. टाइम-स्लॉट के साथ जुड़े होते हैं। प्रत्येक लोकेशन में उन टाइम-स्लॉट के परस्पर एड्रेस होते हैं जिन्हें इन-कमिंग पी.सी.एम. टाइम-स्लॉट से जोड़ना होता है।

उदाहरण के लिए, एड्रेस 04 को कंट्रोल-मेमोरी के लोकेशन 06 पर लिखा गया है जो कि आउट-गोइंग पी.सी.एम. टाइम-स्लॉट 06 के साथ जुड़ा हुआ है।

इस मोड में इन-कमिंग पी.सी.एम. के 32 टाइम-स्लॉट रैंडम रूप से पढ़ा जाता है तथा कंट्रोल मेमोरी में एक क्रम में लिखा जाता है।



चित्र 1.4 - आउट-पुट असोसिएटेड कंट्रोल टाइम स्विच



चित्र 1.5 - इनपुट असोसिएटेड कंट्रोल टाइम स्विच

इनपुट असोसिएटेड कंट्रोल: (चित्र 1.5)

कंट्रोल मेमोरी लोकेशन, इनपुट पी.सी.एम. टाइम-स्लॉट के साथ परस्पर जुड़ा होता है और इसमें उन आउट-गोइंग पी.सी.एम. टाइम-स्लॉट के एड्रेस लिखे होते हैं, जिनसे इन्हें जुड़ना होता है।

उदाहरण के लिए, इन-कमिंग पी.सी.एम. HWY से TS4 में प्राप्त सैंपल, परस्पर आउट-गोइंग पी.सी.एम. HWY के टाइम-स्लॉट 4 के लिए स्टोर-मेमोरी लोकेशन 06 में लिखा जाता है। स्टोर-मेमोरी लोकेशन के एड्रेस, कंट्रोल-मेमोरी लोकेशन 04 में लिखा गया है जो कि इन-कमिंग पी.सी.एम. HWY टाइम-स्लॉट के परस्पर होते हैं। इस मोड में इन-कमिंग पी.सी.एम. के 32 टाइम-स्लॉट एक क्रम में लिखे जाते हैं तथा कंट्रोल मेमोरी में रैंडम रूप में पढ़े जाते हैं।

टू-डायमेंशनल स्विचिंग:

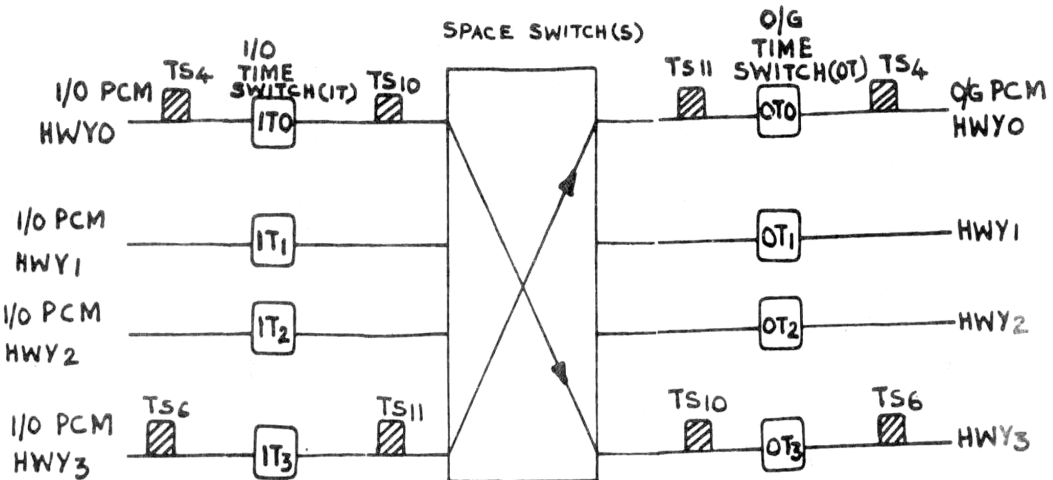
जब एक्सचेंज के आकार में वृद्धि होती है तब स्पेस-स्विच को अधिक लाइन और कॉलम तथा अधिक क्रॉस-पॉइंट्स की जरूरत पड़ती है। कंट्रोल-मेमोरी कॉलम में भी वृद्धि करनी पड़ती है। टाइम-स्विच में अधिक स्टोर-मेमोरी और कंट्रोल-मेमोरी लोकेशनों की जरूरत पड़ती है। इन चीजों को प्राप्त करने तथा इन चीजों का चुनाव करने के लिए ऊंची लागत एक तरह की बाधा उत्पन्न करती है। इसलिए, स्विचिंग नेटवर्क, साधारणतया टाइम और स्पेस-स्विच का एक संयोजन होता है।

सर्वाधिक प्रयुक्त किए जाने वाले आर्किटेक्चर 'थ्री-स्टेज नेटवर्क' यानि, स्पेस-टाइम-स्पेस या टाइम-स्पेस-टाइम (STS or TST) हैं। टू-स्टेज नेटवर्क टाइम-स्पेस या स्पेस-टाइम प्रकार के स्विच, कम क्षमता के एक्सचेंजों के लिए मूल रूप से उपयुक्त है। हालांकि, टाइम-स्पेस-स्पेस-टाइम या टाइम-स्पेस-स्पेस-स्पेस-टाइम या स्पेस-स्पेस-टाइम-स्पेस-स्पेस नेटवर्क भी प्रयुक्त किए जा सकते हैं।

चूंकि ब्लॉकिंग केवल बाहरी स्पेस-स्टेज पर निर्भर करती है, इसलिए स्पेस-टाइम-स्पेस नेटवर्क प्रकार, उच्च क्षमता वाले नेटवर्क के लिए अनुपयुक्त हो जाता है। संभवतया 'नॉन-ब्लॉकिंग आउटर 'टाइम' स्टेजेस' और मध्यवर्ती छोटी 'स्पेस' स्टेज के कारण टाइम-स्पेस-टाइम में कम ब्लॉकिंग होती है। उपरोक्त दोनों संरचनाओं में 20,000 'इरलांग' को संभालने की क्षमता होती है (पीक अवर्स में एक साथ कॉल)। अधिक स्टेजेस का होना असामान्य है, यानि कि एस.टी.टी.एस या टी.एस.एस.टी आदि। इसके अलावा तीन स्टेजों से ज्यादा वाले नेटवर्क में 'पथ-चयन एल्गोरिदम' अधिक जटिल हो जाती है।

एक लोकल एक्सचेंज के लिए टी.एस.टी. (TST) नेटवर्क: चित्र 1.6 देखें।

इस नेटवर्क में 4 I/C & O/G HWYs के होते हैं, एक टाइम-स्विच हर I/C और O/G HWY पर। इन-कमिंग टाइम-स्विच 0 से इन-कमिंग टाइम-स्विच 3 तक इन-कमिंग साइड में होते हैं और आउट-गोइंग टाइम-स्विच 0 से आउट-गोइंग 3 तक, आउट-गोइंग साइड में होते हैं। एक स्पेस-स्विच 4 x 4 मैट्रिक्स के साथ हाई-वेज को इंटर कनेक्ट करने के लिए होती है। सेंट्रल-कंट्रोल कॉलिंग पार्टी को HWY0 पर TS4 और कॉल की गई पार्टी को HWY3 पर TS6 अंकित करता है। कॉलिंग पार्टी के स्पीच-सैम्पल को I/C HWY0 पर TS4 से TS6 O/G



चित्र 1.6 लोकल एक्सचेंज के लिए टी.एस.टी. नेटवर्क

HWY 3 पर ले जाया जाता है। इसी प्रकार कॉल की गई पार्टी के स्पीच-सैंपल को I/C HWY3 पर TS6 से TS4 O/G HWY 0 ले जाया जाता है। स्पेस-स्विच में TS 10 को कॉलिंग से कॉल्ड पार्टी तक, TS 11 को कॉल्ड पार्टी से कॉलिंग पार्टी, को अधिक फ़्लेक्ज़िबिलिटी के लिए मध्यवर्ती टाइम-स्लॉट के रूप में उपयोग किया जाता है।

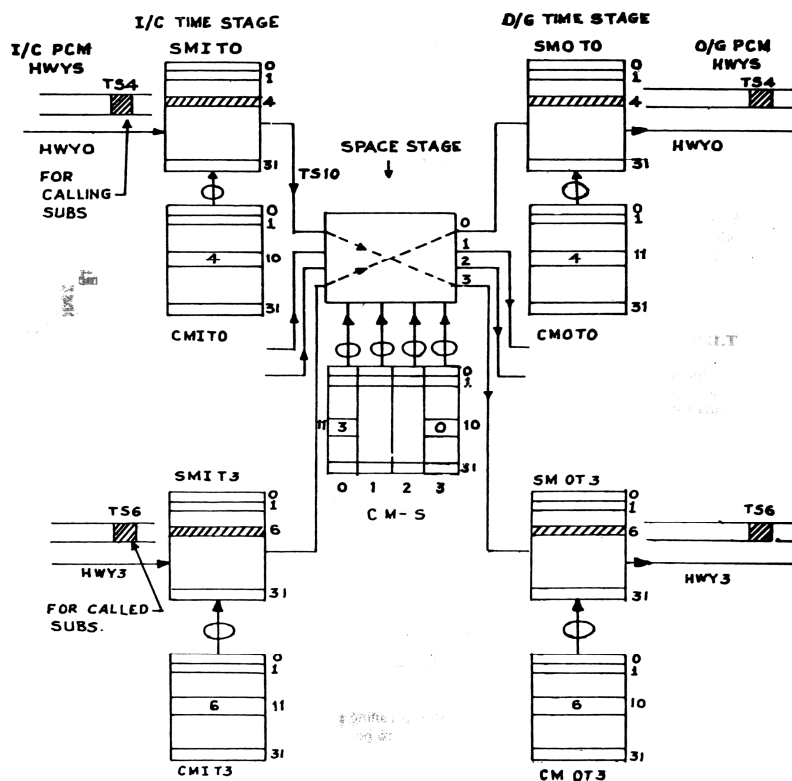
स्विचिंग के तीन चरण: चित्र 1.7 का संदर्भ लें।

कॉलिंग से कॉल्ड पार्टी :

- ♦ प्रथम चरण: TS4 में प्राप्त I/C HWY0 PCM सैंपल, टाइम-स्विच इन-कमिंग टाइम-स्विच 'IT0' इस सैंपल को TS 10 में स्विच कर देता है।
- ♦ दूसरा चरण: स्पेस-स्विच, TS 10 के दौरान, सैंपल को HWY0 से HWY3 में स्पेस-स्विचिंग कर देता है।
- ♦ तीसरा चरण: टाइम-स्विच, आउट-गोइंग टाइम-स्विच 'OT3' में सैंपल को TS10 से TS 06 में स्विच कर देता है।

कॉल्ड पार्टी से कॉलिंग पार्टी:

उपरोक्त प्रक्रिया को विपरीत दिशा में किया जाता है। स्पेस-स्विच में TS11 का प्रयोग किया जाता है।



चित्र 1.7 टी.एस.टी स्विच स्ट्रक्चर

1.3.3 स्विचिंग प्रोसेसर:

जैसा कि पहले उल्लेख है, स्विचिंग प्रोसेसर एक विशेष उद्देश्य के लिए रियल-टाइम कंप्यूटर है जिसे एक समर्पित टेलीफोन कॉल्स की प्रोसेसिंग की ऐप्लिकेशन के लिए डिजाइन किया गया है और इस प्रक्रिया के अनुकूल बनाया गया है। उदाहरण के लिए, उपभोक्ता द्वारा टेलीफोन हैंड-सेट उठाना, संभाषण के उपरांत हैंडसेट को रखना, डायल किए गए अंक प्राप्त करना आदि प्रक्रियाओं को उनके वास्तविक समय पर ही प्रोसेस करना आवश्यक हो जाता है और जिन्हें विलंबित नहीं किया जा सकता। सेंट्रल-कंट्रोल, स्विचिंग नेटवर्क के संचालन को नियंत्रित करने के लिए एक उच्च गति प्रोसेसिंग यूनिट है जो एक समय में लगभग 5,00,000 या उससे अधिक के निर्देश निष्पादित करने में सक्षम है। इसमें 3 स्टोर होते हैं, प्रोग्राम स्टोर, ट्रांसलेशन स्टोर और कॉल-स्टोर। ट्रांसलेशन स्टोर और कॉल स्टोर को एक साथ मिलाकर, साधारणतया डॉटा-स्टोर के रूप में जाना जाता है।

1.3.4 स्विचिंग पेरिफेरल उपकरण:

स्विचिंग पेरिफेरल उपकरण सामान्यतया स्विचिंग नेटवर्क, टर्मिनेशन और सेंट्रल-कंट्रोल के बीच मध्यवर्ती स्टेज हैं। कॉल-प्रोसेसिंग से जुड़े सभी कार्य जैसे कॉल की स्थापना और कॉल-रिलीज़, सेंट्रल कंट्रोल द्वारा विभिन्न प्रोग्राम के माध्यम से किए जाते हैं। प्रोसेसर को, प्रशासनिक, अनुरक्षण तथा निदान आदि कई अन्य कार्य भी करने पड़ते हैं। इन सभी कार्यों को करने के लिए प्रोसेसर का अधिक शक्तिशाली होना जरूरी होता है, इससे सॉफ्टवेयर की जटिलता बढ़ जाती है। इसलिए, स्विचिंग नेटवर्क और टर्मिनल, सीधे सेंट्रल-कंट्रोल से नियंत्रित नहीं होते हैं। इन कार्यों को स्विचिंग पेरिफेरल उपकरणों द्वारा किया जाता है।

स्विचिंग फंक्शन के लिए आदेश, सेंट्रल कंट्रोल के द्वारा स्विचिंग पेरिफेरल्स को भेजे जाते हैं, यह स्विचिंग पेरिफेरल्स, सेंट्रल-कंट्रोल की भागीदारी के बिना, आदेशों की व्याख्या करके स्वतंत्र रूप से इच्छित कार्य को पूरा करते हैं और बिना सेंट्रल-कंट्रोल की मदद के ही पूरा कार्य किया जाता है। इस प्रकार सेंट्रल प्रोसेसर का कीमती समय बच जाता है। सेंट्रल कंट्रोल के निर्देशों के तहत स्विचिंग पेरिफेरल उपकरणों द्वारा निष्पादित विभिन्न कार्य निम्नलिखित हैं;

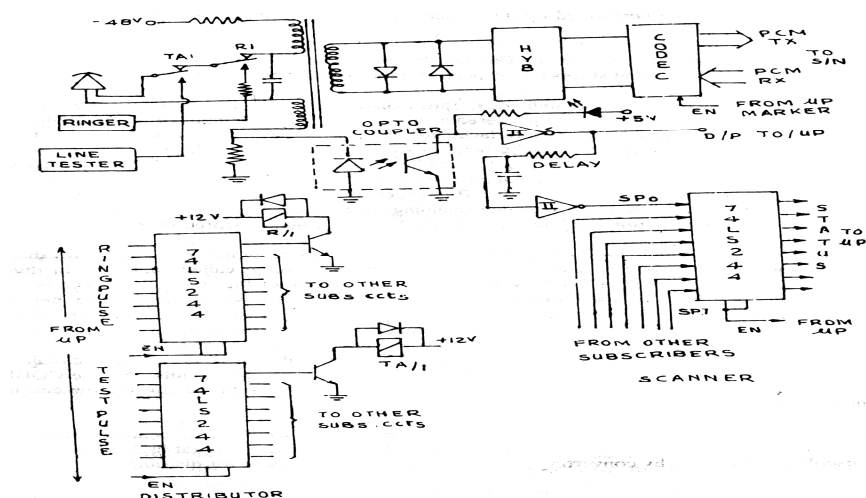
- **स्कैनिंग-** उपभोक्ता की स्थिति की पहचान करने के लिए, उपभोक्ता लाइनों का स्कैन,
- **मार्किंग-** कॉल की स्थापना करने के लिए या एक कॉल रिलीज़ करने के लिए स्विचिंग नेटवर्क को क्रियान्वित करने के लिए।
- **डिस्ट्रीब्यूटिंग-** उपभोक्ता लाइनों और ट्रंक पर कंट्रोल-सिगनलों के वितरण के लिए।

इन तीन कार्यों के लिए तीन मुख्य स्विचिंग पेरिफेरल उपकरण हैं: क्रमशः स्कैनर, मार्कर और डिस्ट्रीब्यूटर

स्कैनर: एक्सचेंज से जुड़ी सभी उपभोक्ता लाइनों और ट्रंक लाइनों पर होने वाली सभी प्रमुख घटनाओं का पता लगाकर उन्हें सेंट्रल-कंट्रोल को बताता है। इन उपकरणों से प्राप्त सिगनल्स निरंतर या अनिरंतर हो सकते हैं। उनकी विविधता की दृष्टि से विभिन्न उपकरणों के लिए स्कैनिंग-दर भी बदलती है। उदाहरण के लिए, एक सब्सक्राइबर लाइन जिसमें डिक्डिक पल्स सिगनल है, उसका 'मेक-टू-ब्रेक' अनुपात 1:2 है, वहां पल्स का पता लगाने के लिए 100ms तक की सटीकता आवश्यक है, जबकि उसी लाइन पर अन्य कंटेन्युअस सिगनलिंग, जैसे कि कॉल क्लीयर, ऑफ-हुक आदि के लिए कई 100ms हैं। स्कैनर इस डॉटा को परस्पर संबंधित मेमोरी में स्टोर करता है। सेंट्रल-कंट्रोल, अपने दैनिक कार्यों के दौरान समय-समय पर इस डॉटा को पढ़ता है और निर्णय लेने के कार्य करता है और आदेश के अनुपालन के लिए अन्य स्विचिंग पेरिफेरल्स से कम्यूनिकेट करता है।

मार्कर: चूंकि स्विचिंग नेटवर्क के संचालन की गति प्रोसेसर की तुलना में बहुत धीमी होती है, इसीलिए एक 'इंटरमीडिएट स्टेज मार्कर' द्वारा स्विचिंग का नियंत्रण किया जाता है। स्पेस-डिवीजन स्विचिंग में, यह क्रॉस-पॉइंट्स को ऑपरेट करता है। यह भौतिक रूप से सेंट्रल प्रोसेसर कंट्रोल के तहत, स्विचिंग नेटवर्क के माध्यम से कनेक्शन-पाथ बनाता है और कनेक्शन-पाथ रिलीज करता है तथा यह पाथ सेंट्रल-प्रोसेसर मेमोरी में दर्ज होने के बाद ही संचालित होता है। उसी तरह, मेमोरी में इरेज होने के बाद ही 'पथ' रिलीज होता है। अगर टाइम डिवीजन स्विचिंग प्रयोग किया जाता है तो मार्कर, इस सूचना को टाइम और स्पेस स्टोरेज की कंट्रोल मेमोरी में लिख देता है। मार्कर का प्रतिक्रिया समय काफी अच्छा है जो कि लगभग 10ms की दर से होता है।

डिज़िटल स्विचिंग में, स्पीच की स्विचिंग टीडीएम-पीसीएम में की जाती है। एनलॉग से डिज़िटल स्पीच में रूपांतरण, कोडेक्स द्वारा किया जाता है जो हर लाइन के लिए अलग-अलग होता है। प्रत्येक लाइन को सैंपलिंग थियोरम के अनुसार 125 माइक्रो-सेकंड में एक बार स्विच किया जाता है। इस प्रक्रिया को करने के लिए हर एक कोडेक को 125 माइक्रो-सेकंड में एक बार कार्यशील किया जात है। कोडेक के कार्यशील हो जाने के बाद, डिज़िटल स्पीच एक परस्पर इनफॉर्मेशन मेमोरी लोकेशन पर भेजी जाती है और स्टोर भी की जाती है।



चित्र 1.8 सब्सक्राइबर लाइन इंटरफेस

इसके विपरीत, रिसीव दिशा में स्टोर्ड डिजिटल स्पीच परस्पर इनफॉर्मेशन मेमोरी लोकेशन से लाइन सर्किट को कोडेक द्वारा प्रदान की जाती है। डिजिटल स्विचिंग में, प्रत्येक लाइन सर्किट के लिए टाइम-स्लॉट आवंटित किये जाते हैं। प्रोसेसर एक विशेष टाइम-स्लॉट के दौरान किसी वांछित कोडेक को स्विच करने का निर्णय लेता है और कोडेक को मार्कर द्वारा कार्यशील किया जाता है।

डिस्ट्रीब्यूटर: यह 'हाई-स्पीड लो-पावर कंट्रोल प्रोसेसर' और लो-स्पीड हाई-पावर सिगनल टर्मिनल सर्किट के बीच एक बफर है। यह उपभोक्ता लाइनों/ट्रंक्स और सेंट्रल कंट्रोल के बीच इंटरफेस का कार्य करता है जो कि उपभोक्ता लाइनों/जंक्शनों पर विभिन्न सिगनलों को वितरित करता है तथा सिगनलों के वितरण के लिए प्रोसेसर से प्राप्त आदेशों को परिवर्तित करके सबस्क्राइबर लाइन सर्किट में (हाई-पावर लेवल पर) स्थित रिले को कार्यशील करता है।

प्रत्येक लाइन सर्किट के पास अपनी खुद की रिंग और टेस्ट रिले है। सेंट्रल-कंट्रोल से सिगनल, सबस्क्राइबर लाइन इंटरफेस सर्किट के लिए आता है, जहां पर यह टर्मिनल के विशेष ट्रांजिस्टर और रिले को कार्यशील बनाता है। 8 सिगनल्स S.L.I.C पर आते हैं और एक बस-ड्राइवर आई.सी. 74LS244 के माध्यम से परस्पर रिले को दिया जाता है।

डिस्ट्रीब्यूटर, उपभोक्ता और अन्य एक्सचेंजों के लिए विभिन्न सिगनलों को संचारित करता है। सिगनल, जो कि लाइनों और ट्रंक्स पर प्रसारित किए जाते हैं, वे समय-भिन्नता के संबंध में काफी भिन्न होते हैं। उदहरण के लिए, इंटर एक्सचेंज सिगनल पल्स संबंधित टाइम के एकदम सटीक होना चाहिए, जबकि उपभोक्ता लाइन के लिए टोन ट्रांसमिशन या रिंगिंग करंट भेजने में होने वाली देरी स्वीकार्य है। डिस्ट्रीब्यूटर की गति ऐप्लिकेशन पर निर्भर करती है।

1.3.5 इंटरफेस सर्किट्स: प्रोसेसर से दी गई प्रत्येक कमांड का एक कोड होता है जिसमें उस विशेष पेरिफेरल का एड्रेस होता है जिसे ऑपरेट किया जाना होता है। इस एड्रेस को पहले इंटरफेस सर्किट में डीकोड किया जाता है जो इस कमांड को विशेष रूप से संबोधित पेरिफेरल के लिए भेज देता है। (चित्र 1.9)

लाइन इंटरफेस सर्किट: मौजूदा आउटडोर टेलीफोन नेटवर्क के साथ एस.पी.सी. एक्सचेंज को सक्षम करने के लिए, सबस्क्राइबर लाइन इंटरफेस कार्ड का प्रयोग किया जाता है। SLIC (सबस्क्राइबर लाइन इंटरफेस कार्ड) के कार्यों को BORSCHT फंक्शन भी कहा जाता है।

B	बैटरी फीड
O	ओवर-लोड प्रोटेक्शन
R	रिंगिंग वोल्टेज
S	सुपरविज़न - सबस्क्राइबर लूप स्टेटस का पर्यवेक्षण.
C	कोडिंग
H	हाईब्रिड
T	टेस्टिंग

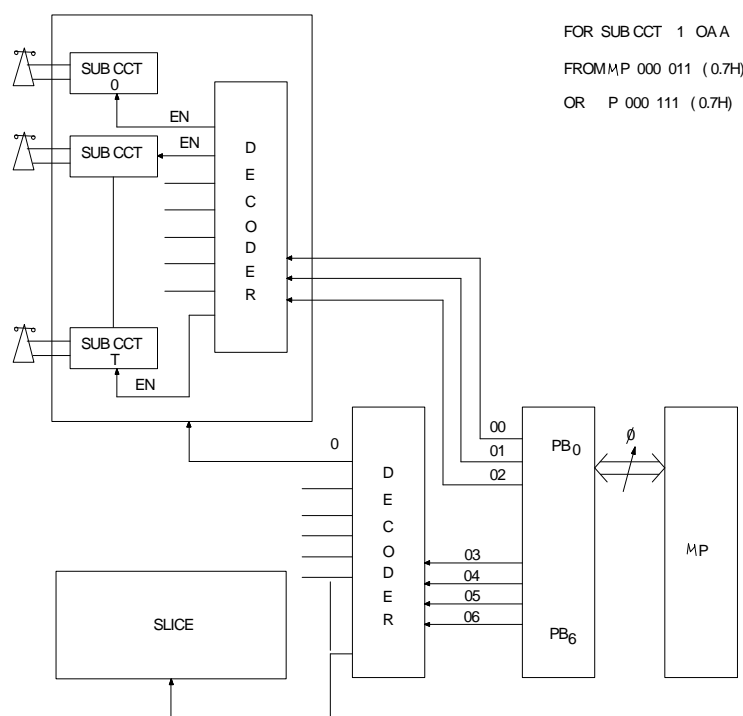
इन कार्यों को एस.पी.सी.एक्सचेंज की इलेक्ट्रॉनिक सर्किट्री द्वारा सीधे नहीं किया जा सकता इसलिए उपयुक्त इंटरफेस का इस्तेमाल आवश्यक है।

ट्रांसमिशन इंटरफेस: एनलॉग ट्रंक और डिजिटल ट्रंक (एक ट्रंक या मल्टीप्लेक्स ट्रंक) के बीच जैसे कि एनलॉग से डिजिटल और डिजिटल से एनलॉग कन्वर्टर्स के रूप में ट्रांसमिशन इंटरफेस को कोडेक्स के रूप में जाना जाता है। इन्हें एक इंटरफेस/प्रति लाइन या ट्रंक के आधार पर तथा एक इंटरफेस/प्रति 30 वॉइस चैनलों के आधार पर प्रदान की जा सकती है।

सिगनलिंग इंटरफेस: दो या ज्यादा एक्सचेंज सिगनल इंटरफेस के माध्यम से जोड़े जाते हैं। एक टेलीफोन नेटवर्क में विभिन्न एक्सचेंज प्रणालियां होती हैं, प्रत्येक प्रणाली की अपनी सिगनलिंग स्कीम होती है। पल्स डायलिंग सिस्टम में डायल किये गये डिजिट-सिगनलों को, 100 मिलीसेकंड पल्स के रूप में भेजा जाता है जिसमें से 66.7 ms ब्रेक-पल्स और 33.3 ms मेक-पल्स होती है। डी.टी.एम.एफ. सिगनलिंग में, प्रत्येक डिजिट सिगनल दो फ्रीक्वेंसियों को मिलाकर टोन के रूप में भेजा जाता है। पल्स सिगनलिंग और फ्रीक्वेंसी सिगनलिंग दोनों में, सिगनलों को सीधे उस चैनल पर भेजा जाता है जिसपर कॉल लगनी है और जो स्पीच ट्रांसमिशन सर्किट के साथ जोड़ी गई हो। इस प्रकार की सिगनलिंग को चैनल असोसिएटेड सिगनलिंग कहते हैं।

हालांकि हाल ही में, कॉमन चैनल सिगनलिंग जिसमें, सिगनलिंग और स्पीच दोनों को ट्रांसमिशन नेटवर्क में अलग-अलग कर दिया गया है, विकसित की गयी है। इस सिगनलिंग सिस्टम में एक अलग सिगनलिंग-नेटवर्क द्वारा दो एक्सचेंजों के बीच कई चैनलों की सिगनलिंग जानकारी एक चैनल में भेजी जाती है।

साधारणतया सभी एस.पी.सी. एक्सचेंज, विशिष्ट आई.टी.यू. (टी) की नं. सी.सी.एस. 7 के अनुरूप कॉमन चैनल सिगनलिंग का उपयोग करते हैं। कॉमन चैनल सिगनलिंग को सेंट्रल प्रोसेसर से कॉमन चैनल लिंक के द्वारा जोड़ा जाता है।



चित्र 1.9 - माइक्रो-प्रोसेसर से डॉटा द्वारा पेरिफेरल को सक्षम करना

1.3.6 बस-प्रणाली:

स्विचिंग पेरिफेरल उपकरण, एक कॉमन 'बस' के माध्यम से सेंट्रल प्रोसेसर से जुड़े होते हैं। यह 'बस', वायरों का एक समूह है, जिसपर स्विचिंग प्रोसेसर की विभिन्न यूनिटों के बीच या स्विचिंग प्रोसेसर और स्विचिंग पेरिफेरल उपकरणों के बीच डॉटा और कमांड पल्स भेजी जाती हैं। कॉमन बस सिस्टम, विभिन्न उपकरणों के बीच महंगे इंटरकनेक्शनों का खर्चा बचाती है।

1.3.7 डॉटा प्रोसेसिंग पेरिफेरल:

'मैन-मशीन डायलॉग टर्मिनल' जैसे की-बोर्ड, विजुअल डिस्प्ले यूनिट (VDU), प्रिंटर आदि से, ऑपरेटर द्वारा कमांड देकर प्रशासनिक और अनुरक्षण प्रयोजनों को पूरा किया जाता है।

डॉटा संरचना:

एस.पी.सी. एक्सचेंज में, अधिक मात्रा में डॉटा की जरूरत पड़ती है जिसे डॉटा-स्टोर में संग्रहित किया जाता है। इस डॉटा को निम्नलिखित रूप में वर्गीकृत किया गया है :

- ◆ **पर्मनेंट डॉटा:** एस.पी.सी. एक्सचेंज के जीवनकाल के दौरान शायद ही कभी बदला जाने वाला डॉटा।
- ◆ **सेमी-पर्मनेंट डॉटा:** ट्राफिक डिस्ट्रिब्यूशन या उपभोक्ता की क्लास-ऑफ-सर्विस में परिवर्तन के आधार पर बदला जाने वाला डॉटा।
- ◆ **वेरिएबल डॉटा:** कॉल सेट-अप की वह जानकारी, जो कॉल स्थापना या कॉल रिलीज़ होने पर मिटा दी जाती है, वेरिएबल डॉटा कहलाती है।

वेरिएबल डॉटा में दोष, केवल नये कॉल्स को प्रभावित करता है, पर डॉटा के अन्य दो श्रेणियों में दोष, सभी कॉल्स को प्रभावित करता है जो इस जानकारी का उपयोग करते हैं। इसलिए यह अनिवार्य हो जाता है कि पर्मनेंट और सेमी-पर्मनेंट डॉटा को किसी संरक्षित क्षेत्र में स्टोर किया जाए। इस डॉटा को निम्नलिखित रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है।

- ◆ **सिस्टम डॉटा:** सिस्टम डॉटा, एक्सचेंज की डिजाइन पर निर्भर करता है और सभी एक्सचेंजों में होता है। यह फिक्स्ड टेबल होते हैं जिन्हें बदला नहीं जाता और इसीलिए जरूरत पड़ने पर, वे केवल पढ़े जा सकते हैं।
- ◆ **एक्सचेंज डॉटा:** एक्सचेंज से संबंधित सभी डॉटा जैसे, स्विचिंग नेटवर्क की जानकारी, टर्मिनल्स की जानकारी, ट्रंक उपकरण, पेरिफेरल उपकरण के विवरण आदि। एक्सचेंज डॉटा की मात्रा, एक्सचेंज के आकार के लगभग आनुपातिक होता है।
- ◆ **सब्सक्राइबर डॉटा:** प्रत्येक उपभोक्ता के लिए स्थायी रूप से स्टोरेज के लिए जगह आबंटित की जाती है, जैसे टेलीफोन नंबर, लाइन श्रेणी, क्लास-ऑफ-सर्विस आदि। उपभोक्ताओं की संख्या बढ़ने के साथ सब्सक्राइबर-डॉटा की मात्रा भी बढ़ती जाती है।

1.3.8 एक लोकल कॉल की स्थापना:

एस.पी.सी. एक्सचेंज के बुनियादी सिद्धांत को जानने के बाद, अब हम एक लोकल कॉल की स्थापना पर विचार करें।

लाइन स्कैनिंग प्रोग्राम, लगातार उपभोक्ता लाइनों को स्कैन करता है और उपभोक्ता के हैंडसेट उठाते ही, इस (ऑफ-हुक) को उपयुक्त लाइन रिले की रिले-कॉन्टेक्ट के ऑपरेशन द्वारा महसूस किया जाता है। यह

सुनिश्चित करने के लिए कि ऑफ-हुक स्थिति पहले नहीं देखी गई थी, सेंट्रल कंट्रोल इस घटना को पहले वाली स्कैनिंग के परिणामों से मिलान करता है और यह निर्धारित कर देता है कि कनेक्शन बनाने के लिए अनुरोध अभी हुआ है तथा उस लाइन को 'व्यस्त' की सूचना में अप-डेट कर देता है।

कॉल करने वाले उपभोक्ता के स्कैनर एड्रेस से उसकी विस्तृत जानकारी लेकर, ट्रांसलेशन-स्टोर में लिखी जानकारी, सेंट्रल-कंट्रोल द्वारा मिलाकर देखी जाती है। सेंट्रल-कंट्रोल तब एक आइडल-डिजिट रिसीवर का चयन करता है और 'मार्क & ड्राईव' प्रोग्राम के माध्यम से, कॉलिंग पार्टी और डिजिट रिसीवर के बीच एक फ्री-पाथ स्थापित करता है। आरंभ करने वाली जंक्शन सर्किट और डिजिट रिसीवर की पहचान, रजिस्टर-बफर में स्टोर कर ली जाती है।

सेंट्रल-कंट्रोल, सिगनल डिस्ट्रीब्यूटर को निर्देश देता है कि डिजिट रिसीवर में प्रयुक्त रिले को ऑपरेट करे और कॉलिंग पार्टी को डॉयल-टोन भेजे। तब डिजिट रिसीवर कॉलिंग पार्टी के लिए डॉयल टोन भेजे। डिजिट रिसीवर, सिर्फ डॉयल-पल्स का पता लगाने में ही सक्षम है परंतु पल्स की गणना नहीं कर सकता। जैसे ही पहली डिजिट पल्स प्राप्त होती है, डॉयल-टोन काट दी जाती है।

पल्स डॉयल की वजह से लाइन की स्थिति में परिवर्तन का पता लगाने के लिए एक और स्कैनर के द्वारा हर 10 मिली-सेकंड में कॉलिंग लाइन की स्कैनिंग होती है। सेंट्रल-कंट्रोल, वर्तमान स्कैनर की रीडिंग की पिछली रीडिंग से तुलना करता है, जब भी परिवर्तन देखा जाता है और लाइन 'ऑफ-हुक' होती है, तब सेंट्रल-कंट्रोल उस विशेष लाइन के डॉटा स्टोर में स्थित पल्स काउंट में 'एक' काउंट जोड़ देता है। जब कम से कम 100 मि.से. की अवधि के लिए किसी परिवर्तन का नहीं पता लगाया जाता है तब इसे एक 'इंटर डिजिटल पॉस' (दो डॉयल अंकों के बीच का अंतर) के रूप में माना जाता है। जब आखरी डिजिट प्राप्त कर लिया जाता है, तब डॉयल डिजिट को ट्रांसलेशन स्टोर एड्रेस में बदल दिया जाता है, जहाँ यह कॉलड लाइन की ट्रांसलेशन जानकारी जैसे कि कॉलड लाइन का स्कैनर एड्रेस और अन्य जानकारीयाँ अर्थात्, क्लास ऑफ सर्विस, सब्सक्राइबर कैटेगरी आदि का पता करता है। अब सिस्टम, बिज़ी या आइडल बिट को देखकर जाँच करता है कि कॉलड लाइन, बिज़ी या फ्री है।

अगर कॉलड-लाइन फ्री है, तो डिजिट रिसीवर को कॉलिंग लाइन से रिलीज़ कर दिया जाता है, सेंट्रल कंट्रोल अब डॉटा स्टोर में, 'मार्क & ड्राईव प्रोग्राम' द्वारा, कॉलिंग और कॉलड पार्टी के बीच संवाद स्थापित करने के लिए प्रयुक्त किया जाने वाला खाली पाथ खोजता है। जब एक खाली पाथ चुन लिया जाता है, तब इस चयनित टर्मिनेटिंग जंक्शन की पहचान, पाथ की स्थापना और रिंगिंग फ्रेज़ शुरू कर दिया गया है आदि की जानकारी संग्रहित की जाती है। सेंट्रल कंट्रोल, कॉलड लाइन पर रिंगिंग वोल्टेज़ भेजने के लिए, सिगनल डिस्ट्रीब्यूटर को निर्देश देता है। जब कॉलड पार्टी से प्रतिक्रिया मिलती है अर्थात्, कॉलड पार्टी हैंड-सेट उठा लेता है, तो रिंगिंग बंद कर दी जाती है और कॉलड और कॉलिंग पार्टी के बीच स्पीच-पाथ स्थापित किया जाता है।

सिस्टम अब हर 100 मिली-सेकंड में दोनों पक्षों को स्कैन करता है जब तक एक संभावित डिसकनेक्शन हो ताकि उसके बाद लाइनों को सामान्य किया जा सके। आगे, नई ओरिजिनेटिंग कॉल का पता लगाने के लिए सामान्य स्कैनिंग जारी रखी जाती है।

1.4 एस.पी.सी. एक्सचेंज के फायदे और नुकसान:

- ✓ स्विचिंग के लिए न्यूनतम जगह की आवश्यकता.
- ✓ अनुरक्षण में कम मेहनत लगती है.
- ✓ कम समय में स्थापना की जा सकती है.
- ✓ नई सेवाओं और सुविधाओं को संशोधित करने में सरलता और लचीलापन.
- ✓ उपयोग किए जाने वाले कॉम्पोनेंट में कोई पारंपरिक खराबियाँ नहीं होतीं.
- ✓ एयर - कंडीशनिंग: क्योंकि, कंट्रोल सिस्टम एक माइक्रो-प्रोसेसर आधारित है इसलिए एयर-कंडीशनिंग की ज़रूरत अति-आवश्यक है.

1.4.1 सुविधाएं:

उपभोक्ताओं के लिए सुविधाएं: एस.पी.सी. एक्सचेंज का सबसे महत्वपूर्ण लाभ यह है कि स्टोर्ड प्रोग्राम उपयोग सीधे प्राप्त किया जा सकता है. प्रोग्राम और डॉटा को आसानी से संशोधित किया जा सकता है और इसलिए, एक्सचेंज-ऑपरेशन में सुधार और परिवर्तन को आसानी से कार्यरत एक्सचेंज में किया जा सकता है, वह भी बिना किसी विस्तृत हार्डवेयर परिवर्तन के और न ही वायरिंग में किसी बड़े बदलाव के. इसके अलावा कुछ और सेवाएं हैं:

- | | |
|--|-------------------------------------|
| ✓ एस.पी.सी. एक्सचेंजों के कार्य | ✓ कॉल-वेटिंग की सुविधा है. |
| ✓ एब्रिविएटेड डायलिंग की जा सकती है. | ✓ कॉल-फॉरवर्डिंग की सुविधा है. |
| ✓ प्रिऑरिटी कॉल्स को चुना जा सकता है. | ✓ कॉल-ट्रांसफर की सुविधा है. |
| ✓ मल्टी-पार्टी कॉन्फ्रेंस की जा सकती है. | ✓ कॉल-बैक या कैम्प-ऑन की सुविधा है. |

एडमिनिस्ट्रेटर के लिए सुविधाएं: कई तरह के एडमिनिस्ट्रेटिव फ़ंक्शन जैसे कि सब्सक्राइबर को नया डायरेक्टरी नंबर प्रदान करना और उसकी क्लास-ऑफ-सर्विस निर्धारित करना आदि, बिना किसी वायरिंग में बदलाव के, सॉफ्टवेयर की मदद से करना. रूटिंग टेबल्स में नवीनीकरण, ट्राफिक की समीक्षा आदि भी बिना किसी मुश्किल के किए जा सकते हैं.

अनुरक्षण की सुविधाएं: यह एस.पी.सी. एक्सचेंज का एक महत्वपूर्ण लाभ है. यह लाभ, अंशतः विकसित विश्वसनीयता की वजह से और कुछ एस.पी.सी.एक्सचेंज के गुणों के परिणाम-स्वरूप मिलते हैं.

इस प्रोसेसर प्रोग्राम में खास सुविधाएं जैसे खराब यूनिट्स का पता लगाना और उनके स्थान को बताना भी सम्मिलित हैं. डायग्नॉस्टिक प्रोग्राम को हमेशा इन एस.पी.सी. एक्सचेंजों में सम्मिलित किया जाता है. सुरक्षा या खराबी होने से पहले ही पता लगा पाने वाले प्रोसेसर के प्रोग्राम, इसके लिए भी अनुमत करते हैं कि एक्सचेंज में खराब यूनिटों का पता करके उन्हें डिसकनेक्ट किया जाए ताकि वे यूनिट, एक्सचेंज की कार्यप्रणाली में बाधा उत्पन्न ना करें. सब्सक्राइबर लाइन तथा इंटर-एक्सचेंज ट्रंक लाइन की समिश्र ऑटोमैटिक जाँच भी आसानी से की जा सकती है.

- ✓ ऑटोमैटिक बिलिंग की सुविधा.
- ✓ केंद्रीकृत पर्यवेक्षण और अनुरक्षण की सुविधा.
- ✓ ऑटोमैटिक लोड-कंट्रोल
- ✓ ट्राफिक रिकॉर्डिंग और उसका विश्लेषण संभव है.
- ✓ ऑटोमैटिक टेस्टिंग और डायग्नॉसिस प्रोग्राम की सुविधा.

वस्तुनिष्ठ: सही या गलत पहचानें

1. स्विचिंग, सिगनलिंग और कंट्रोलिंग, एस.पी.सी.एक्सचेंज के तीन मुख्य कार्य हैं. (सही/गलत)
2. स्विचिंग के द्वारा सब्सक्राइबर्स के बीच दोनों दिशाओं में स्पीच प्रदान की जाती है. (सही/गलत)
3. लूप सिगनलिंग के द्वारा, सब्सक्राइबर, एक्सचेंज के साथ जुड़ता है. (सही/गलत)
4. कंट्रोल फंक्शन के द्वारा कॉल प्रोसेस पर निगरानी रखी जाती है. (सही/गलत)
5. प्रोग्राम स्टोर में लिखे निर्देशों के द्वारा विभिन्न उपभोक्ताओं के बीच कॉल स्थापना की जाती है. (सही/गलत)
6. कॉल स्टोर में, कॉल प्रोसेस और कॉल प्रोग्रेस की जानकारी होती है. (सही/गलत)
7. कॉल स्टोर, अस्थायी स्टोर होते हैं. (सही/गलत)
8. टर्मिनल उपकरणों में लाइन कार्ड और ट्रंक कार्ड होते हैं. (सही/गलत)
9. डिजिटल टाइम स्विच में, स्पीच मेमोरी और कंट्रोल मेमोरी होती हैं. (सही/गलत)
10. टी.एस.टी. का पूर्ण रूप, टाइम-स्पेस-टाइम है. (सही/गलत)
11. स्कैनर द्वारा सब्सक्राइबर की स्थिति का पता लगाया जाता है. (सही/गलत)
12. सब्सक्राइबर और ट्रंक्स के लिए सिगनलों का वितरण, डिस्ट्रीब्यूटर द्वारा किया जाता है. (सही/गलत)
13. एक्सचेंज में, BORSCHT फंक्शन, कंट्रोल कार्ड द्वारा किया जाता है. (सही/गलत)
14. एस.पी.सी. एक्सचेंज में कॉमन चैनल सिगनलिंग प्रयुक्त की जाती है. (सही/गलत)
15. एक्सचेंज -डॉटा में, एस.पी.सी. एक्सचेंज के हार्ड-वेयर का कॉन्फिगरेशन होता है. (सही/गलत)
16. 'क्लास-ऑफ-सर्विस', सब्सक्राइबर डॉटा का ही एक भाग है. (सही/गलत)

विषयनिष्ठ:

1. स्विचिंग, सिगनलिंग और कंट्रोलिंग पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखें.
2. एस.पी.सी. एक्सचेंज के फंक्शनल सब-डिवीजन का संक्षेप में व्याख्यान करें.
3. 'स्विच' से आप क्या समझते हैं? कितने प्रकार के स्विचेस उपलब्ध हैं?
4. स्कैनर, मार्कर और डिस्ट्रीब्यूटर के कार्य संक्षेप में लिखें.
5. लाइन इंटरफेस कार्ड को समझाएं.
6. एस.पी.सी. एक्सचेंज में उपलब्ध सुविधाएं क्या हैं?

अध्याय 2

इलेक्ट्रॉनिक एक्सचेंजों के लिए कंप्यूटर सॉफ्टवेयर

2.1 परिचय:

किसी भी टेलीफोन एक्सचेंज का मूल उद्देश्य, टेलीफोन कॉल की स्थापना और टेलीफोन कॉल को रिलीज़ करना होता है। इलेक्ट्रॉनिक एस.पी.सी. एक्सचेंजों में यह कार्य सॉफ्टवेयर के द्वारा किया जाता है, जिसे निम्न प्रकार से बाँटा गया है।

- ऑपरेटिंग सिस्टम सॉफ्टवेयर (ओ.एस.)
- एप्लीकेशन प्रोग्राम सॉफ्टवेयर

2.1.1 ऑपरेटिंग सिस्टम सॉफ्टवेयर (ओ.एस.): सॉफ्टवेयर मात्रा का केवल 20% लेता है और हार्डवेयर-संसाधनों को प्रभावी ढंग से उपयोग करने के लिए सक्षम बनाता है। यह टर्मिनल और डिस्क ड्राइव को सक्षम बनाता है। ऑपरेटिंग सिस्टम को 'ऑन-लाइन' और 'ऑफ-लाइन' के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है।

- ♦ 'ऑन-लाइन' ओ.एस.: 'ऑन-लाइन' के लिए कम जगह उपलब्ध होने के कारण, ऑपरेटिंग सिस्टम का केवल एक छोटा सा हिस्सा 'ऑन-लाइन' होता है और क्योंकि पूरा ऑपरेटिंग सिस्टम हमेशा ही प्रयोग नहीं किया जाता है। अनुसूचक(सिड्यूलर), डिवाइस हैंडलर आदि, 'ऑन-लाइन' ऑपरेटिंग सिस्टम के उदाहरण हैं।
- ♦ 'ऑफ-लाइन' ओ.एस.: यह आकार में बड़ा(लार्ज-साइज) होता है और आवश्यक होने पर ही 'ऑन-लाइन' लाया जाता है। असेम्बलर, कंपाइलर, डि-बगर, फ़ाइल ट्रांसफर, लाइब्रेरी आदि इसके उदाहरण हैं।
- ♦ ऑपरेटिंग सिस्टम सॉफ्टवेयर को बैच प्रोसेसिंग, टाइम-शेयरिंग और रीयल टाइम के रूप में भी वर्गीकृत किया गया है। 'रीयल-टाइम' को टेलीफोन एक्सचेंज में प्रयोग किया जाता है।

2.1.2 एप्लीकेशन प्रोग्राम सॉफ्टवेयर: लगभग 50% सॉफ्टवेयर, मैसेज प्रोग्राम के लिए, कॉल प्रोसेसिंग प्रोग्राम के लिए 20%, और प्रशासनिक प्रोग्राम के लिए बाकी 30% सॉफ्टवेयर का उपयोग किया जाता है। कॉल प्रोसेसिंग प्रोग्राम, प्रोसेसर टाइम का ज्यादा हिस्सा लेता है जबकि, कुल निर्देशों के केवल 20% निर्देश ही प्रयुक्त होते हैं। एक विशेष एक्सचेंज में, लगभग 3 से 5 लाख निर्देश शामिल रहते हैं। जैसे-जैसे, एक्सचेंजेंस ज्यादा जटिल होते जा रहे हैं, वैसे-वैसे उनका महत्व, प्रशासन कार्य और अनुरक्षण कार्यों का आकार भी दिनोदिन बढ़ता जा रहा है।

2.1.3 रीयल टाइम प्रोसेसिंग: इलेक्ट्रॉनिक एक्सचेंजों के पास कई 'रीयल टाइम प्रोसेसिंग स्टेजेंस' होते हैं। प्रत्येक स्टेज, टाइम-कॉन्स्ट्रेंट के संदर्भ में एक-दूसरे से भिन्न होता है। इसमें सिगनलिंग और सिगनलिंग प्रोसेसिंग, सबसे महत्वपूर्ण रीयल टाइम कॉन्स्ट्रेंट हैं। कॉल प्रोसेसिंग के पूरे भाग के लिए यह संभव है कि इसे सिर्फ 10 ms में पूरा किया जा सकता है। रीयल टाइम आपरेशन को प्राप्त करने के लिए, एक मल्टी-लेवल इंटरप्ट मैकनिज़्म प्रदान की जाती है। जब भी कोई विशिष्ट इंटरप्ट उत्पन्न होती है, प्रोग्राम सीक्वेंस कंट्रोल को उससे संबंधित इंटरप्ट लेवल प्रोग्राम में ट्रांसफर कर दी जाती है। अनुरक्षण प्रोग्राम को, फ़ॉल्ट रिकॉग्निशन प्रोग्राम, डायग्नॉस्टिक प्रोग्राम तथा टेस्ट प्रोग्राम में बाँटा गया है। फ़ॉल्ट रिकॉग्निशन प्रोग्राम आवश्यकतानुसार, इंटरप्ट द्वारा निष्पादित किए जाते हैं, जो कि हायर

लेवल इंटरफ़्ट पर ऑपरेट किए जाते हैं और सिस्टम को बाध्य किया जाता है कि इन इंटरफ़्ट को प्राथमिकता के आधार पर क्रियान्वित करें। यह प्रक्रिया सुनिश्चित कर देती है कि समय रहते खराब यूनिटों का पता लग सके और सिस्टम पुनः कार्यरत हो सके। डायग्नॉस्टिक प्रोग्राम, किसी यूनिट में खराबी को ढूंढता है और फ़ॉल्ट रिकॉग्निशन या टेस्ट प्रोग्राम के द्वारा निवेदन पाने पर ही कार्यरत होता है।

2.1.4 कॉल प्रोसेसिंग प्रोग्राम: यह प्रोग्राम आगे जाकर, इनपुट कंट्रोल, आउटपुट कंट्रोल और कॉल कंट्रोल प्रोग्राम में विभाजित हो जाता है। कॉल ओरिजिनेशन, डिजिट प्राप्त करना, स्थापित कॉल में फ़्लैश फ़ंक्शन का पता लगाना आदि कार्य, इनपुट प्रोग्राम के द्वारा किए जाते हैं और ये उच्च प्राथमिकता वाले होते हैं। स्विचिंग नेटवर्क में क्रॉस-पॉइंट्स के ऑपरेशन(एनलॉग एक्सचेंज के लिए), मेमोरी मैनुपुलेशन, टोन्स भेजना, टर्मिनल्स में डिजिट्स की आउट-पल्स आदि कार्य, आउट-पुट कंट्रोल प्रोग्राम के द्वारा किए जाते हैं और ये कार्य भी उच्च प्राथमिकता वाले ही होते हैं। कॉल कंट्रोल प्रोग्राम, इनपुट की समीक्षा और प्रोसेस करते हैं और इन परिणामों को आउटपुट कंट्रोल प्रोग्राम को सौंप देते हैं ताकि इन्हें उनके उपयुक्त सेक्शन में भेजा जा सके। ये कम प्राथमिकता वाले कार्य हैं, और कॉल प्रोसेसिंग सॉफ्टवेयर में अधिकाधिक होते हैं।

2.2 एस.पी.सी. एक्सचेंजों के लिए सॉफ्टवेयर:

इलेक्ट्रॉनिक स्विचिंग सिस्टम के सॉफ्टवेयर अलग-अलग दृष्टिकोणों से वर्गीकृत किए जा सकते हैं यह इस बात पर निर्भर करता है कि उन्हें कहां और कब प्रयोग किया जाना है। ये प्रोग्राम, 'ऑन-लाइन प्रोग्राम' और ऑफ-लाइन प्रोग्राम के रूप में वर्गीकृत किए जाते हैं। एक्सचेंज की कार्यरत अवस्था में, टेलीफोन सेवाओं में तथा अनुरक्षण कार्यों में, 'ऑन-लाइन प्रोग्राम' का उपयोग किया जाता है। 'ऑफ-लाइन प्रोग्राम, सामान्य टेलीफोन कार्य करने के लिए आवश्यक नहीं हैं। ये प्रोग्राम, प्रशासनिक कार्यों और डायग्नॉस्टिक ऑपरेशन के लिए आवश्यक हैं। ऑफ-लाइन प्रोग्राम्स को, 'ऑन-लाइन प्रोग्राम' के निष्क्रिय स्थिति के दौरान कार्यरत एक्सचेंज में भेजा जा सकता है।

'ऑन-लाइन प्रोग्राम' को आगे रेसिडेंट और नॉन-रेसिडेंट, दो समूहों में विभाजित किया जा सकता है। रेसिडेंट प्रोग्राम मेन-मेमोरी में होते हैं जबकि नॉन-रेसिडेंट प्रोग्राम, ऑक्जिलरी मेमोरी प्रोग्राम में होते हैं और जरूरत पड़ने पर 'मेन-मेमोरी' में ट्रांसफर कर दिए जाते हैं। रेसिडेंट प्रोग्राम निम्न प्रकार के हैं जैसे कि, ऑपरेटिंग सिस्टम, कॉल प्रोसेसिंग सिस्टम, मल्टी-फ़ंक्शन डिटेक्शन और हैंडलिंग सिस्टम तथा कुछ प्रशासनिक प्रोग्राम। विशिष्ट नॉन-रेसिडेंट प्रोग्राम, अधिकतर एडमिनिस्ट्रेटिव प्रोग्राम और डायग्नॉस्टिक प्रोग्राम होते हैं।

कॉल्लड और कॉलिंग पार्टी के बीच कॉल स्थापना, कॉल रिलीज़ और स्पीच पाथ पर कंट्रोल आदि सभी लाइन-कॉन्स्ट्रेंट के घटक हैं। इसका मतलब है कि एक्सचेंज को रियल लाइन-स्थितियों के आधार पर कार्य करना चाहिए। रीयल-टाइम प्रोसेसिंग को संभव बनाने के लिए, इंटरफ़्ट, इवेंट और अनुक्रम (एक अनुक्रम में) के सिद्धांत (अवधारणा) की सहायता ली जाती है।

कॉल प्रोसेसिंग प्रोग्राम के विभिन्न इंटरफ़्ट-लेवल ग्रुप इस प्रकार बनाये गये हैं कि उच्च इंटरफ़्ट लेवल के प्रोग्रामों को यह अनुमति दी जाती है कि वे लो-लेवल इंटरफ़्ट प्रोग्रामों के क्रियान्वयन को रोक सकें। तीन प्रकार के आधारभूत इंटरफ़्ट-लेवल हैं - फ़ॉल्ट डिटेक्शन लेवल, क्लॉक-लेवल, और बेस-लेवल। जब किसी खराबी का पता चलता है तो प्रोसेसर अपना अनुरक्षण-प्रोग्राम शुरू कर देता है। एडमिनिस्ट्रेटिव प्रोग्राम,

बेस-लेवल इंटरप्ट प्रोग्राम के अधीन होते हैं जबकि कॉल प्रोसेसिंग प्रोग्राम, क्लॉक-लेवल या बेस-लेवल इंटरप्ट प्रोग्राम के अधीन आते हैं। जब इंटरप्ट उत्पन्न होती है तब मौजूदा प्रोग्राम का निष्पादन रोक कर दिया जाता है और रजिस्टर-कंटेंट को सुरक्षित कर लिया जाता है। उसके बाद इंटरप्ट प्रोग्राम को शुरू किया जाता है और ओरिजिनल इंटरप्ट प्रोग्राम तभी शुरू होता है जब सारे रजिस्टर-कंटेंट पुनः प्राप्त कर लिए जाते हैं।

जब एक्सचेंज की स्थिति में बाहरी उपकरणों की गतिविधि से कोई भी परिवर्तन होता है जैसे कि सब्सक्राइबर ऑफ-हुक होना, डिजिट (नंबर) डॉयल होना आदि सारी घटनाएं कॉल-इवेंट कहलाती हैं। सी.पी.यू., इन बाहरी घटनाओं को एक इन-पुट के रूप में प्राप्त कर, आंतरिक प्रोसेसिंग द्वारा उनका विश्लेषण कर, विभिन्न हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर को निर्देश देता है कि इन घटनाओं के लिए क्या करना है। एक्सचेंज के बाहर से इनपुट और आउटपुट, परस्पर हार्डवेयर ऑपरेशन स्पीड और टाइम-कॉन्स्ट्रेंट होती हैं वहीं आंतरिक प्रोसेसिंग के लिए, टाइम-सिड्यूलिंग कम होती है और इन्स्ट्रक्शन-स्टेप्स ज्यादा होते हैं।

‘अनुक्रम’ की अवधारणा, डिटेक्शन की आवश्यकताओं और घटनाओं से व्यावहारिकता के लिए स्थान बनाती है। किसी घटना के पता चलते ही, उसका तुरंत विश्लेषण किया जाता है और कार्य के अनुसार उपयुक्त क्रम में रखा दिया जाता है। क्रमएक बफर है जिसमें, घटनाओं के होने के क्रम में उन्हें अधिकृत स्थान पर क्रम-बद्ध रखा जाता है। जब किसी घटना को व्यावहारिकता में बदलना होता है तब एक ‘टास्क-प्रोग्राम’ के जरिए, उस घटना को क्रमसे ‘फर्स्ट इन-फर्स्ट आउट’ आधार पर बाहर निकाल लिया जाता है और उस घटना पर उपयुक्त लॉजिकल फंक्शन करके, इसके अर्जित परिणामों को दूसरे क्रम में रख देता है।

चित्र 2.1 के अनुसार, एक कॉल प्रोसेसिंग प्रोग्राम के मूलभूत भाग इस प्रकार हैं - सिड्यूलर प्रोग्राम, स्कैनिंग प्रोग्राम, मिस-मैच ट्रीटमेंट प्रोग्राम, कॉल ट्रीटमेंट प्रोग्राम, मार्क & ड्राइवर प्रोग्राम, पर्मनेंट डॉटा टेबल्स, सेमी-पर्मनेंट डॉटा टेबल, रजिस्टर बफर, स्टेटस बफर, क्रम और ऑर्डर लिस्ट आदि।

2.2.1 सिड्यूलर:

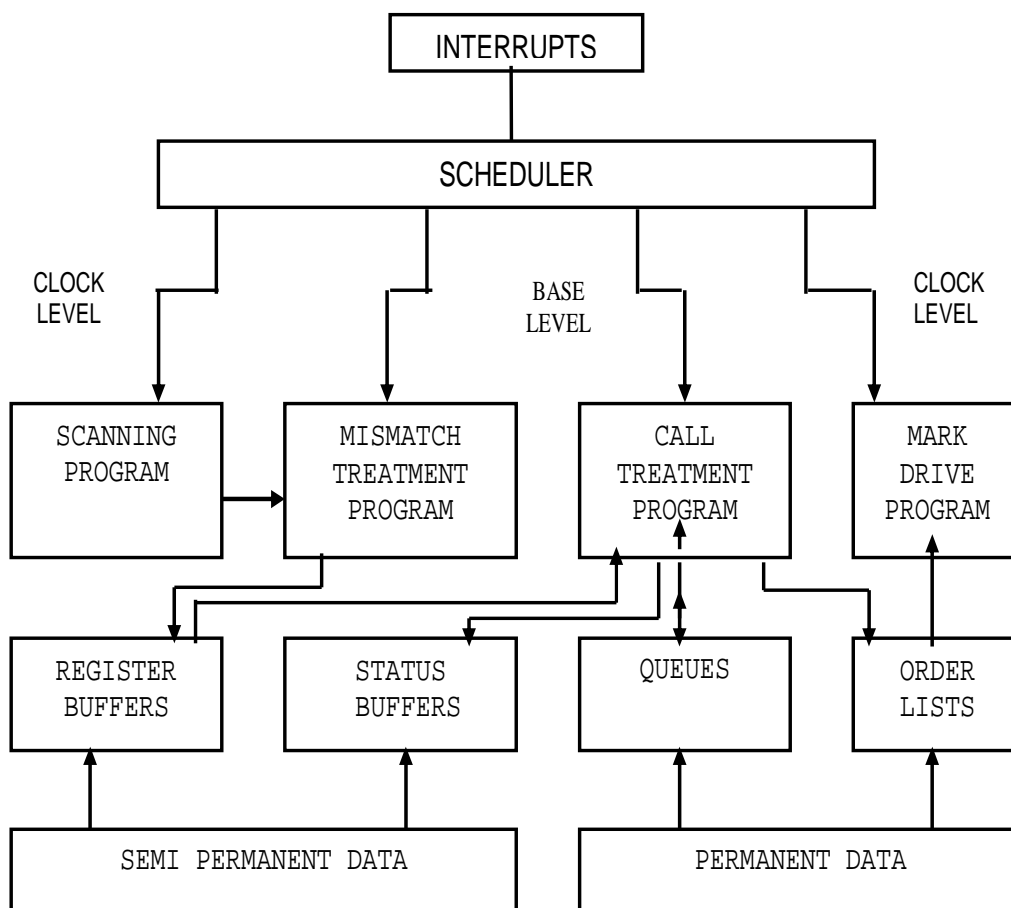
यह एक प्रोसेसर के रूप में, सभी प्रोग्रामों को एक उपयुक्त क्रम में संभालता है, यह सिड्यूलर विभिन्न प्रोग्रामों को, उनकी वारंवारता की आवश्यकता के अनुसार, एक उपयुक्त समय पर शुरू करता है। यह ऑपरेटिंग सिस्टम का एक केंद्रीय हिस्सा है और अन्य कार्यक्रमों के निष्पादन को नियंत्रित करता है। एक प्रोग्राम के निष्पादित होने के बाद, नियंत्रण को फिर से सिड्यूलर को दे दिया जाता है।

2.2.2 स्कैनिंग प्रोग्राम:

लाइन और ट्रंक सर्किट में कई टेस्ट पॉइंट की स्थिति की एक नियमित अंतराल में एकसाथ जाँच की जाती है। सी.पी.यू. के द्वारा इस जाँच के परिणाम की तुलना टेस्ट पॉइंट की पहले वाली स्थिति से की जाती है जो कि मेमोरी में स्टोर की गई होती है। जो यह इंगित करती है कि पिछले स्कैनिंग के बाद से किन टेस्ट पॉइंट की स्थिति बदल गयी है।

2.2.3 मिस-मैच ट्रीटमेंट प्रोग्राम:

कॉल की स्थिति के अनुसार नई घटनाओं के अर्थ की व्याख्या और उनके परिणाम एक कतार या एक उपयुक्त कॉल ट्रीटमेंट प्रोग्राम के लिए एक बफर या क्रम में रख दिया जाता है।



चित्र 2.1 - कॉल प्रोसेसिंग प्रोग्राम के मूलभूत भाग

2.2.4 कॉल ट्रीटमेंट प्रोग्राम:

इस पैकेज में, फंक्शनल प्रोग्राम मॉड्यूल की एक श्रृंखला, एक कॉल की स्थापना और नियंत्रण के दौरान उपयोग में लाई जाती है। इनमें सबसे महत्वपूर्ण हैं - पाथ-सर्च प्रोग्राम, प्रीफिक्स एनॉलिसिस प्रोग्राम और चार्जिंग प्रोग्राम। पाथ-सर्च प्रोग्राम, एक निर्धारित इनलेट और निर्धारित आउटलेट के बीच एक फ्री-पाथ खोजने के लिए प्रयुक्त किया जाता है। पाथ-सर्च प्रोग्राम की संरचना, नेटवर्क संरचना पर निर्भर करती है। एस.पी.सी. प्रणालियों में मुख्यतया दो पाथ-सर्च सिद्धांत हैं। पहला पाथ-सर्च सिद्धांत, नेटवर्क टेस्टर्स के द्वारा हार्डवेयर की जाँच पर आधारित है तथा दूसरा सिद्धांत, 'मैप-इन-मेमोरी तकनीक' के द्वारा, सॉफ्टवेयर जाँच पर आधारित है। प्रीफिक्स एनॉलिसिस प्रोग्राम, प्रीफिक्स एनॉलिसिस टेबल का उपयोग करके कॉल चार्ज की जानकारी और रूट की जानकारी को दर्शाता है, जो कि डायल-डिजिट प्रीफिक्स पर आधारित होती है। चार्जिंग प्रोग्राम, सबस्क्राइबर कॉल्स की उचित चार्जिंग सुनिश्चित करता है।

2.2.5 मार्क और ड्राइव प्रोग्राम:

कॉल ट्रीटमेंट के बाद, हार्डवेयर द्वारा किए जाने वाले कार्य निर्धारित करते हैं। इन प्रोग्रामों में पेरिफेरल के माध्यम से स्पीच पाथ उपकरण को आदेश भेजे जाते हैं।

2.2.6 डॉटा टेबल:

पर्मनेंट डॉटा टेबल्स, सिस्टम लॉजिक का एक हिस्सा बनाते हैं जबकि सेमी-पर्मनेंट डॉटा टेबल्स में एक्सचेंज के हार्डवेयर की जानकारी, प्रीफिक्स एनॉलिसिस टेबल्स, सबस्क्राइबर टेबल्स आदि की जानकारी

होती है। हर सब्सक्राइबर अपने स्वयं का व्यक्तिगत इनफॉर्मेशन रखता है। इस जानकारी में, डायरेक्टरी नंबर तथा उपकरण टर्मिनल नंबर जिस पर सब्सक्राइबर लाइन जुड़ी होती है, सब्सक्राइबर लाइन कैटेगरी और स्पेशल फ्रीचर्स जिसके लिए उपभोक्ता अनुमत है, आदि सम्मिलित होती हैं।

2.2.7 बफ़र्स:

रजिस्टर बफ़र, जिसे कॉल स्टोर भी कहा जाता है, प्रत्येक नये कॉल के साथ जुड़ा होता है, जिसमें ऑफ-हुक इवेंट से लेकर रिंगिंग फ्रेज़ और कॉल डिसकनेक्शन तक की पूरी प्रक्रिया शामिल होती है। यह रजिस्टर, एक स्थापित कॉल की संबंधित जानकारी को स्टोर करता है। स्टेटस-बफ़र, प्रत्येक ट्रंक सर्किट के साथ जुड़ा होता है और कॉल की स्थिति के बारे में जानकारी संग्रहीत करता है।

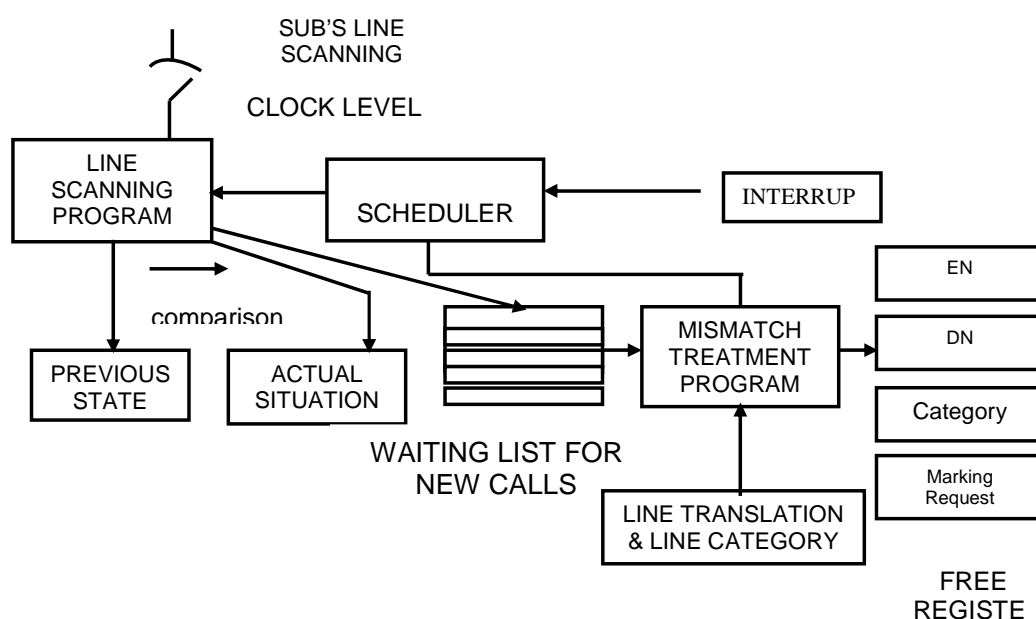
2.3 एक लोकल कॉल की स्थापना:

निम्नलिखित क्रम यह दर्शाता है कि एक एस.पी.सी. एक्सचेंज में एक लोकल कॉल की स्थापना किस प्रकार होती है। एक विशेष प्रणाली के डिजाइन में बदलाव हो सकते हैं किंतु कॉल्स का क्रम लगभग एक समान होता है।

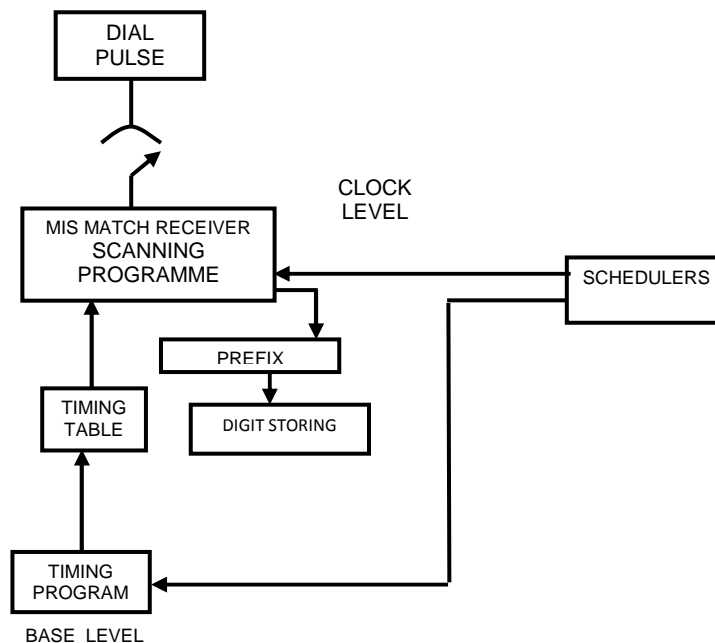
2.3.1 कॉलिंग लाइन स्कैनिंग, प्री-सिलेक्शन और कनेक्शन

लाइन स्कैनिंग प्रोग्राम, क्लॉक-लेवल में, हर 10 ms में लाइन का निरीक्षण करता है और पता करता है कि किसी सब्सक्राइबर की स्थिति 'ऑफ-हुक' हुई है तो उपकरण टर्मिनल (हार्डवेयर) आईडेंटिटी (नंबर) एक क्रम में लिख लेता है। फिर बेस-लेवल में, मिस-मैच ट्रीटमेंट प्रोग्राम, एक फ्री रजिस्टर बफ़र प्राप्त करता है। कॉलिंग सब्सक्राइबर की पहचान और उसकी लाइन कैटेगरी (क्लास-ऑफ-सर्विस) पता करने के बाद, रजिस्टर बफ़र में जानकारी संग्रहीत करता है।

पाथ-सर्च प्रोग्राम, कॉलिंग लाइन और एक डॉयल पल्स रिसीवर के बीच एक फ्री-पाथ ढूँढ़ता है। पाथ सर्चिंग के परिणाम, एक मार्कर और ड्राइवर प्रोग्राम को सौंप दिए जाते हैं। मार्कर और ड्राइवर प्रोग्राम, क्लॉक-लेवल के अधीन आते हैं और कॉलिंग सब्सक्राइबर को डॉयल-टोन भेजने का कार्य करते हैं। कृपया चित्र 2.2 देखें।



चित्र 2.2 - लाइन स्कैनिंग और रजिस्टर सीज़र



चित्र - 2.3 डिजिट रिसेप्शन

2.3.2 डिजिट रिसेप्शन और प्रीफिक्स एनॉलिसिस: चित्र - 2.3

जब एक डॉयल-डिजिट एक्सचेंज में प्राप्त होता है, तब डॉयल पल्सेस क्लॉक-लेवल में, मिस-मैच स्कैनिंग प्रोग्राम के द्वारा पता कर ली जाती हैं। प्राप्त पल्सेस को गिनकर, रजिस्टर बफ़र में संग्रहीत कर लिया जाता है। जब डॉयल-डिजिट्स के प्रीफिक्स प्राप्त होते हैं तब प्रीफिक्स एनॉलिसिस प्रोग्राम शुरू कर दिया जाता है और कॉल-विवरण को रजिस्टर बफ़र में स्टोर कर लिया जाता है। सभी डॉयल-डिजिट्स प्राप्त हो जाने के बाद, जो प्रोग्राम इस कॉल स्थापना की प्रक्रिया को संभाल रहा होता है वह इस कॉल सब्सक्राइबर का इक्विपमेंट नंबर और लाइन कैटेगरी की जाँच करता है। तब इक्विपमेंट नंबर और रजिस्टर एड्रेस को क्रम में स्टोर किया जाता है।

2.3.3 कॉल लाइन कनेक्शन:

बेस-लेवल प्रोग्राम, क्रम में प्राप्त, कॉल लाइन कनेक्शनों के निवेदनों, लाइन कैटेगरी कंट्रोल और कॉल लाइन स्टेटस(फ्री या बिज़ी) की समीक्षा करता है। फ्री कॉल-लाइन के लिए, एक मार्किंग अनुरोध, रजिस्टर-बफ़र पर लिखा जाता है। तब क्लॉक-लेवल पर पाथ स्थापित किया जाता है और रिंगिंग-फ़ेज़ शुरू कर दिया जाता है। जब कॉल की गई पार्टी उत्तर देती है तब कॉल का नियंत्रण, स्टेटस-बफ़र के द्वारा किया जाता है और कॉल पार्टी की स्थिति बदल कर 'बिज़ी' हो जाती है।

2.4 अनुरक्षण और प्रशासनिक प्रोग्राम:

सिस्टम के सभी भागों के पर्यवेक्षण के लिये, हार्डवेयर का पता लगाने के लिए तथा साथ ही सॉफ्टवेयर से संबंधित खराबियों को दूर करने के लिए व्यापक प्रोग्राम उपलब्ध हैं। जैसे ही किसी खराबी का पता चलता है, तब उस यूनिट को सिस्टम से अलग करने और सिस्टम को दोबारा शुरू करने की प्रक्रिया शुरू हो जाती है। एडमिनिस्ट्रेटिव प्रोग्राम का उपयोग करके, मॉटेनेंस कंसोल द्वारा कमांड(मैन-मशीन डायलॉग) देकर, एक्सचेंज डॉटा और सब्सक्राइबर डॉटा बदला जाता है। स्टैटिस्टिकल प्रोग्राम का उपयोग करके, ट्राफ़िक डॉटा एकत्रित किया जाता है और उसकी गणना की जाती है। लाइन ट्राफ़िक के पर्यवेक्षण

द्वारा या नियमित रूप से परीक्षण (टेस्ट प्रोग्राम) द्वारा ट्राफिक सुपरविज़न संभव है।

किसी-किसी सेंट्रल-कंट्रोल में 'बिल्ट-इन-फॉल्ट' डिटेक्शन प्रोग्राम होते हैं। डुप्लिकेटेड प्रोसेसरों पर, इंटरनल-बसों पर डॉटा भेजकर उसकी तुलना की जाती है। वोल्टेज और टाइम का पर्यवेक्षण किया जाता है। प्रोसेसरों की अपनी एक नियमित कार्यप्रणाली उन्हें एक दूसरे की जाँच करने के लिए सक्षम बनाती है, ऐसा करने के लिये वे स्वतंत्र उपकरणों के द्वारा आपस में टेस्ट-कॉल का आदान-प्रदान करते हैं।

जब किसी भी असामान्य ऑपरेशन का पता चलता है तब फॉल्ट-रिकग्निशन प्रोग्राम, खराब यूनिटों का पता लगाने की कोशिश करता है और उन्हें सिस्टम से अलग कर देता है। जिन-जिन उपकरणों के रिडंडेंसी(डुप्लिकेट) उपलब्ध हैं उन्हें ऑटोमैटिकली खराब यूनिटों से बदल देता है यानि 'ऑटो-चेंज़-ओवर' होता है। अगर सेंट्रल कंट्रोल में या उसकी किसी मेमोरी में खराबी आती है तब प्रोसेसरों को री-कॉन्फ़िगर और विभिन्न मेमोरी स्टोर की आवश्यकता पड़ती है, जब यह आवश्यकताएं पूरी कर ली जाती हैं यानि एक उपयुक्त कार्य करने लायक सिस्टम मिल जाता है तो सिस्टम दोबारा शुरू हो जाता है। खराब यूनिट्स के पता चल जाने के बाद, डायग्नॉस्टिक प्रोग्राम द्वारा उसकी जाँच की जाती है और उसके जांच परिणामों में संदिग्ध भागों को इंगित करता है।

यदि सेंट्रल कंट्रोल में खराबी आ जाने के बाद, सिस्टम अपने प्रोसेसिंग कार्यों को करने में विफल होता है तब ट्राफिक को अनुशासित करने के लिए, सिस्टम पूर्व निर्धारित शुरूआती पॉइंट से शुरू होता है। अगर सिस्टम कम समय में कई बार री-स्टार्ट लेता है तब बैक-अप मेमोरी के द्वारा, सॉफ्टवेयर ऑटोमैटिकली रीलोड हो जाता है। सिस्टम री-स्टार्ट के दौरान स्थापित कॉल प्रभावित नहीं होते हैं।

एक्सचेंज के ऑपरेशन और मेंटनेंस के लिए नियमित रूप से परिचालन कार्यों की आवश्यकता होती है। इसीलिए एक मैन-मशीन संचार व्यवस्था बहुत जरूरी है, जो कि की-बोर्ड, विजुअल डिस्प्ले यूनिट टर्मिनलों और प्रिंटर के माध्यम से संभव है। 'मैन-मशीन' भाषा, नियमों का एक सामान्य-सेट होता है जो संदेश-स्वरूप (मैसेज-फॉर्मैट) को संचालित करने की पुष्टि करता है।

सॉफ्टवेयर डिजाइनिंग और परीक्षण, एक बहुत आवश्यक प्रक्रिया है। प्रणाली उपयोगकर्ताओं के लिए, सॉफ्टवेयर का इस प्रकार होना आवश्यक है जो अनुरक्षण योग्य हो, विस्तार करने योग्य हो, प्रत्यक्ष दिखने योग्य हो और सुरक्षित हो। एप्लिकेशन इंजीनियरों के लिए सॉफ्टवेयर इस प्रकार होना चाहिए जो, बदलते परिवेश के साथ अपनाया जा सके, केस-डॉक्यूमेंटेशन और कम लागत के साथ अधिक क्षमता प्रदान करने में सक्षम हो। सरलीकरण और आसान नियंत्रण के लिए, साधारणतया स्ट्रक्चर्ड-सॉफ्टवेयर का प्रयोग किया जाता है। इस सॉफ्टवेयर में, जनरल सब-रूटीन के साथ, वर्गीकृत और माइक्रो संरचना होनी चाहिए।

एक बड़े पैमाने पर विकास, उत्पादन और सॉफ्टवेयर के अनुरक्षण के लिए, कंप्यूटर की मदद जरूरी है और यह जरूरत उस सॉफ्टवेयर को सपोर्ट करती है, जिसमें, असंबलर, कंपाइलर, सिस्टम फ़ाईल जनरेटर, ऑफिस और इंजीनियरिंग डॉटा जनरेटर आदि शामिल हों।

2.5 निष्कर्ष:

एस.पी.सी.एक्सचेंज, रियल-टाइम पर आधारित सॉफ्टवेयर का उपयोग करते हैं। ऑपरेटिंग सॉफ्टवेयर कुल भाग का 1/5 हिस्सा लेता है जिसमें 'ऑन-लाइन' भाग और भी कम होता है। एप्लिकेशन सॉफ्टवेयर में मुख्यतया अनुरक्षण सॉफ्टवेयर, कॉल प्रोसेसिंग सॉफ्टवेयर और एडमिनिस्ट्रेटिव सॉफ्टवेयर होते हैं। प्रोग्रामों को आगे, रेसिडेंट और नॉन-रेसिडेंट प्रोग्राम में विभाजित किया गया है। सिड्यूलर, उचित समय पर विभिन्न कार्यक्रमों को आरंभ करता है। सरलीकरण के लिए, माइक्रो और 'संरचित सॉफ्टवेयर' का प्रयोग

किया जाता है.

वस्तुनिष्ठ:

1. एक्सचेंज में, ऑपरेटिंग सिस्टम सॉफ्टवेयर, 'ऑन-लाइन और ऑफ-लाइन' दोनों तरह का होता है. (सही/गलत)
2. एक्सचेंज में सिग्नलिंग एक रियल-टाइम प्रोसेस है. (सही/गलत)
3. एक्सचेंज में, मिस-मैच प्रोग्राम का संबंध, स्वीकर योग्य डॉयल-डिजिट्स से होता है. (सही/गलत)
4. इन-लेट और आउट-लेट के लिए एक फ्री-पाथ का पता लगाने के लिए पाथ-सर्च प्रोग्राम का उपयोग किया जाता है. (सही/गलत)
5. मार्क और ड्राइव प्रोग्राम को क्रियान्वित करने की प्रक्रिया संबंधित हार्डवेयर द्वारा की जाती है. (सही/गलत)
6. डॉटा-टेबल में, एक्सचेंज के सिस्टम लॉजिक और हार्डवेयर की जानकारी होती है. (सही/गलत)
7. एस.पी.सी.एक्सचेंज में 'इन-बिल्ट-फॉल्ट' डिटेक्शन प्रोग्राम रहता है. (सही/गलत)
8. 'सेल्फ-हीलिंग', दो इंप्लिकेटेड यूनिटों द्वारा, डॉटा की तुलना करके की जाती है. (सही/गलत)
9. 'सेल्फ-हीलिंग' प्रोसेस में, खराब यूनिट सिस्टम से अलग कर दिए जाते हैं, पर वे सर्विस में रहते हैं. (सही/गलत)

विषयनिष्ठ:

1. निम्नलिखित पर लघु-टिप्पणी लिखें.
 - a. एस.पी.सी.एक्सचेंज के लिए सॉफ्टवेयर की आवश्यकता.
 - b. रीयल-टाइम प्रोसेसिंग.
 - c. कॉल-ट्रीटमेंट प्रोग्राम.
 - d. मेंटेनेंस और एडमिनिस्ट्रेटिव प्रोग्राम.

अध्याय 3

स्टोर्ड प्रोग्राम कंट्रोल - कंट्रोल स्ट्रक्चर

3.1 परिचय:

'स्टोर्ड प्रोग्राम कंट्रोल एक्सचेंज' में, दो प्रकार के कंट्रोल स्ट्रक्चर होते हैं, सिंगल प्रोसेसर कंट्रोल और मल्टी-प्रोसेसर (डिस्ट्रीब्यूटेड) कंट्रोल. स्टोर्ड प्रोग्राम कंट्रोल सिस्टमों के (SPC) प्रारंभिक दिनों में, कंट्रोल-फंक्शन पूर्णतया सेंट्रलाइज्ड थे. अब, कम लागत के माइक्रो-प्रोसेसरों की उपलब्धता के साथ, डिस्ट्रीब्यूटेड कंट्रोल का चलन आ गया है, जिसमें मल्टीपल प्रोसेसरों का उपयोग किया जाता है. इस अध्याय में, उपभोक्ताओं को निर्बाध टेलीफोन सेवा सुनिश्चित करने के लिए, विभिन्न रिडंडेंसी (डूप्लिकेटेड कंट्रोल) तरीकों को अपनाकर एस.पी.सी. एक्सचेंजों का स्ट्रक्चर बनाए जाने के पहलुओं पर विचार-विमर्श किया गया है.

कंट्रोल सिस्टम आर्किटेक्चर निम्नलिखित टेबल 3.1 में दर्शाया गया है.

सिंगल प्रोसेसर प्रणाली	मल्टी-प्रोसेसर सिस्टम			
	एक लेवल सिस्टम		श्रेणीबद्ध सिस्टम (हेइरार्किकल सिस्टम्स)	
	सेगमेंटिंग	फंक्शन डिवीजन	पेरिफेरल कंट्रोल एस.पी.सी. सेंट्रल कंट्रोल एस.पी.सी.	पेरिफेरल कंट्रोल एस.पी.सी. सेंट्रल कंट्रोल एस.पी.सी.

टेबल 3.1 कंट्रोल सिस्टम आर्किटेक्चर

'प्रोसेसर' एक डिजिटल कंप्यूटर है जो मेमोरी-स्टोर में संग्रहीत, प्रोग्राम-स्टोर के निर्देशों को निरंतर निष्पादित करता है. एस.पी.सी. एक्सचेंज में तीन प्रकार के स्टोर होते हैं.

- **प्रोग्राम स्टोर:** एक्सचेंज के सामान्य काम-काज का विवरण होता है.
- **ट्रांसलेशन स्टोर:** इसमें पोर्ट प्रोग्रामिंग और क्लास-ऑफ-सर्विस डॉटा आदि का विवरण होता है.
- **कॉल स्टोर:** इसमें कॉल सेट-अप के दौरान उपयोग किया गया पूरा अस्थायी डॉटा शामिल रहता है.

ट्रांसलेशन स्टोर और कॉल-स्टोर को एकत्रित रूप में 'डॉटा-स्टोर' के रूप में जाना जाता है.

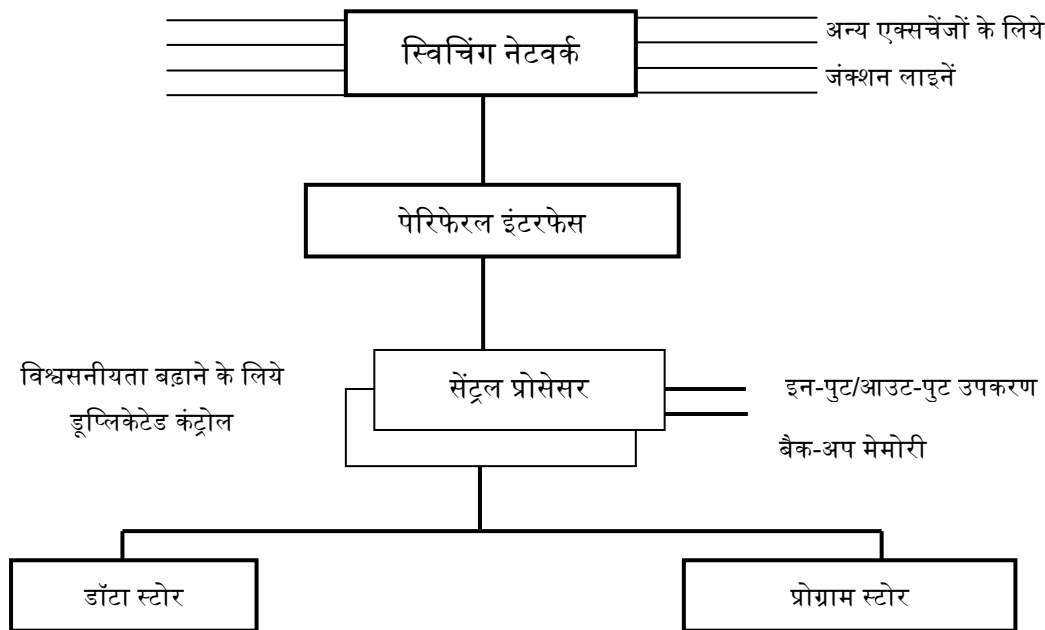
3.2 सिंगल प्रोसेसर सिस्टम:

सिंगल प्रोसेसर सिस्टम चित्र 3.1 में ब्लॉक आरेख के माध्यम से दर्शाया गया है.

चूंकि, इस आर्किटेक्चर में, सेंट्रल-कंट्रोल ही एकमात्र बस-सिस्टम होता है जिसके द्वारा स्विचिंग नेटवर्क के विभिन्न पॉइंट्स तथा अन्य पेरिफेरल उपकरणों को जोड़ा जाता है और कंट्रोल फंक्शन एवं सेंसिंग की आवश्यकताओं को पूरा किया जाता है. इस आर्किटेक्चर की अपनी खुद की अवांछनीय विशेषताएं हैं.

जबकि 'सेंट्रल कॉमन कंट्रोल', काफी तेजी से कार्य कर सकता है, लेकिन उसे कॉल सेट-अप के सारे फंक्शन क्रम-बद्ध तरीके से करने होते हैं. कॉमन-कंट्रोल सिस्टम की कॉल-हैंडलिंग क्षमता भी बहुत अधिक है खासकर उस समय जब सर्वाधिक कॉल-प्रयास किए जाते हैं लेकिन कॉल-होल्डिंग का समय अपेक्षाकृत कम होता है, इस कारण कॉमन-कंट्रोल उपकरण इन कॉल्स को प्रोसेस करने में असमर्थ होता है,

परिणाम-स्वरूप टेलीफोन सेवाएं प्रभावित होती हैं. विभिन्न स्पेशल फीचर्स जो कि साधारणतया एस.पी.सी. एक्सचेंजों में पाए जाते हैं, वे भी इस सेंट्रल-कंट्रोल पर अतिरिक्त भार डालते हैं, क्योंकि इन स्पेशल फीचर्स को प्राप्त करने के लिए कॉमन कंट्रोल को ज्यादा 'रियल-टाइम प्रोसेसिंग' की आवश्यकता पड़ती है.



चित्र - 3.1 सिंगल प्रोसेसर सिस्टम

इसके अलावा, बस-स्ट्रक्चर इस सिस्टम को असुरक्षित या अतिसंवेदनशील बना देता है, यदि इस बस-स्ट्रक्चर को डूब्लिकेशन प्रदान की जाए तो सॉफ्टवेयर की जटिलता और भी बढ़ जाती है. चूंकि, बस-स्ट्रक्चर की अपनी सीमित क्षमता होती है इसलिए इस बस-सिस्टम में कभी-कभी संकीर्णता या अंग्रेजी में 'बॉटल-नेक' की स्थिति पैदा हो जाती है.

3.3 मल्टी-प्रोसेसर सिस्टम:

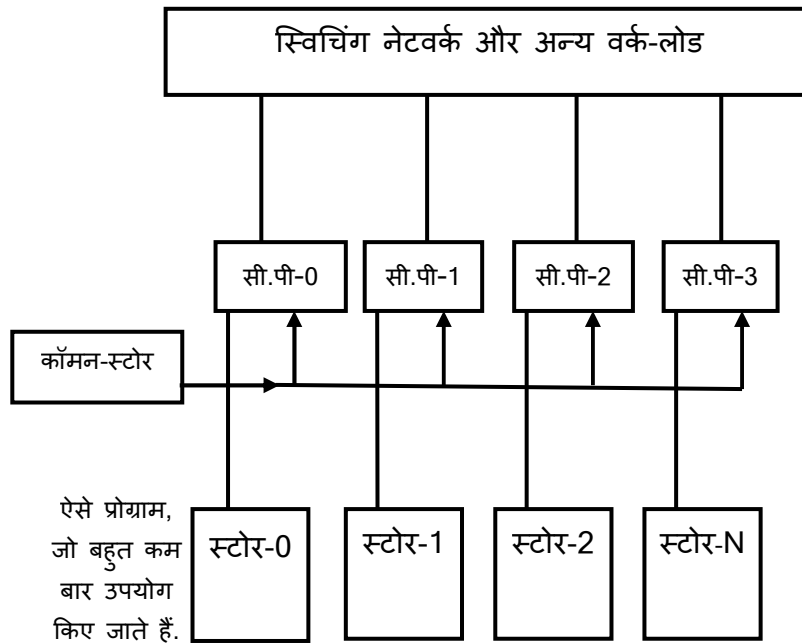
मल्टी-प्रोसेसर सिस्टम एक तरह का कंट्रोल सिस्टम है, जिसमें एक से अधिक प्रोसेसरों का उपयोग किया जाता है. इनके द्वारा, टेलीफोन एक्सचेंज में, कॉल-स्थापना की प्रक्रिया, कॉल-कंट्रोल की प्रक्रिया तथा कॉल-रिलीज़ की प्रक्रिया से संलग्न लॉजिकल फंक्शन किए जाते हैं. मल्टी-प्रोसेसर सिस्टम, वन-लेवल सिस्टम या श्रेणीबद्ध सिस्टम हो सकते हैं.

वन-लेवल सिस्टम में, सभी प्रोसेसर एक दूसरे के समानांतर कार्य करते हैं और संपूर्ण कार्य सभी प्रोसेसरों के बीच विभाजित किया जाता है.

श्रेणीबद्ध सिस्टम में, सेंट्रल प्रोसेसर द्वारा सभी लॉजिकल फंक्शन किए जाते हैं, जबकि कम बुद्धिमत्ता और बार-बार दोहराए जाने वाले कार्य, जो कि ज्यादा क्षमता का उपयोग करते हैं, ऐसे कार्य छोटे प्रोसेसरों को सौंपे जाते हैं.

वन-लेवल मल्टी-प्रोसेसर सिस्टम की सामान्य स्ट्रक्चर चित्र 3.2 में दर्शाई गई है. एक्सचेंज का पूरा लोड, N प्रोसेसरों यानि CP-0 से CP-N के बीच विभाजित किया गया है. नये प्रोसेसरों को एक्सचेंज में जोड़कर किसी भी समय, एक्सचेंज का आकार और क्षमता दोनों बढ़ाई जा सकती हैं. प्रत्येक प्रोसेसर का

अपना व्यक्तिगत मेमोरी-स्टोर होती है, इसके अतिरिक्त एक 'कॉमन-स्टोर' भी होता है, जिसे सभी 'N' प्रोसेसर साझा करते हैं। प्रोसेसरों के व्यक्तिगत स्टोर में सामान्यतया, प्रोग्राम-स्टोर तथा कभी-कभी ट्रांसलेशन-स्टोर और कॉल-स्टोर भी समाहित होते हैं। 'कॉमन-स्टोर' का उपयोग ऐसे प्रोग्रामों को स्टोर करने के लिए किया जाता है जिनका बहुत ही कम उपयोग होता है। 'कॉमन-स्टोर' उपयोग ट्रांसलेशन और कॉल स्टोर के लिए भी किया जा सकता है। एक 'मेल-बॉक्स' के रूप में, विभिन्न प्रोसेसरों के बीच संचार के लिए भी इस स्टोर का उपयोग किया जाता है।



चित्र - 3.2 वन-लेवल मल्टी-प्रोसेसर सिस्टम

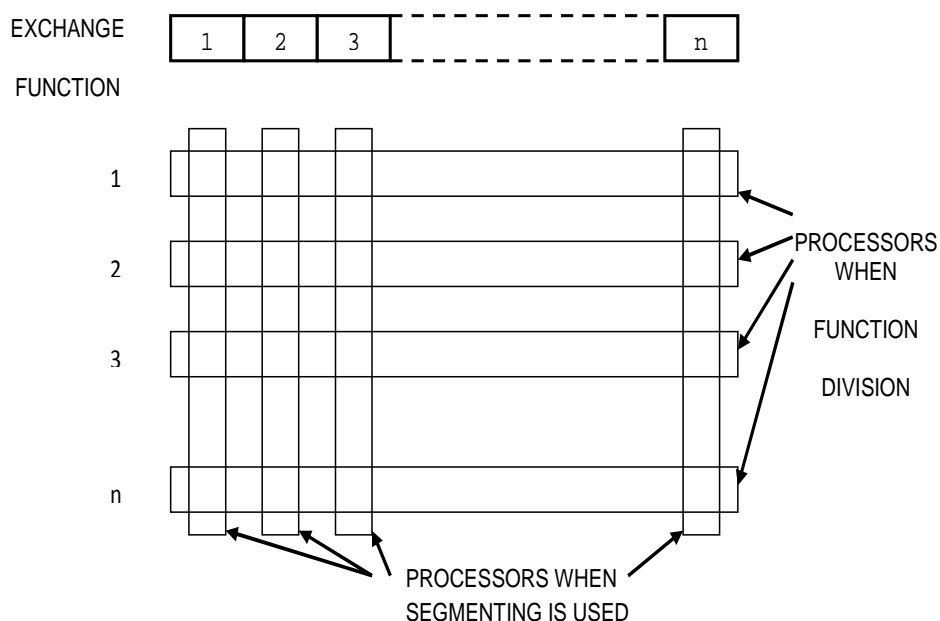
3.4 फंक्शन डिवीजन और सेगमेंटिंग:

'N' प्रोसेसर, दो मुख्य सिद्धांतों के अनुसार काम को विभाजित कर सकते हैं जो निम्नानुसार हैं।

फंक्शन विभाजन और सेगमेंटिंग.

फंक्शन डिवीज़न के मामले में, हमारे पास कई प्रोसेसर हैं। इनमें से प्रत्येक प्रोसेसर अलग-अलग फंक्शन संभालते हैं, जो कि पूरे एक्सचेंज के लिए होते हैं। इस फंक्शन डिवीज़न में, प्रत्येक प्रोसेसर के व्यक्तिगत स्टोर का कुछ हिस्सा ही प्रोग्राम-डॉटा से भरा जाता है। ट्रांसलेशन डॉटा और कॉल-डॉटा, प्रोसेसर के व्यक्तिगत स्टोर में या फिर 'कॉमन स्टोर' में हो सकता है। इस फंक्शन डिवीज़न सिद्धांत का एक लाभ यह होता है कि प्रत्येक प्रोसेसर अच्छी तरह से अपने उन कार्यों को ग्रहण कर लेता है जो उसे आवंटित किए जाते हैं। शुरुआत से ही प्रोसेसर को उसकी उच्चतम क्षमता के अनुसार आयामित किया जाना आवश्यक होता है यही इस सिद्धांत का असुविधाजनक पक्ष है।

विस्तार इकाइयाँ



चित्र - 3.3 फंक्शन डिवीजन और सेगमेंटिंग

सेगमेंटिंग का मतलब है कि प्रत्येक प्रोसेसर सभी कार्यों को एक एक्सचेंज के किसी विशिष्ट सेगमेंट के लिए करेगा, जैसे कि एक 'एक्सटेंशन मॉड्यूल' की तरह आसानी से क्षमता में विस्तार करने की सुविधा, चित्र 3.3 में दर्शाई गई है.

वास्तविक प्रणालियों में, दोनों सिद्धांतों का एक उपयुक्त संयोजन प्रयुक्त किया जाता है.

3.5 श्रेणीबद्ध सिस्टम:

एस.पी.सी. प्रणाली में, लॉजिकल फंक्शन और इन फंक्शनों के उपयोग की बारंबारता के बीच आपसी संबंध होता है. कॉम्प्लेक्स फंक्शन ज्यादातर उपयोग नहीं किए जाते बल्कि सामान्य फंक्शन, जैसे कि टेस्ट-पॉइंट्स की स्कैनिंग का उपयोग ज्यादातर किया जाता है. ऐसे फंक्शन जो अपने कार्यों के लिए सिस्टम की अधिकांश क्षमता का उपयोग करते हैं, वे पेरिफेरल कंट्रोल के अधीन आते हैं और कम उपयोग वाले जटिल कार्य, सेंट्रल कंट्रोल द्वारा किए जाते हैं.

लॉजिकल कार्यों को, विभिन्न तरीकों से पेरिफेरल और सेंट्रल कंट्रोल को आवंटित किया जा सकता है. डिजिट-रिकॉग्निशन, टेस्ट-पॉइंट्स की स्कैनिंग आदि कार्य, साधारणतया पेरिफेरल कंट्रोल द्वारा किए जाते हैं. सेंट्रल कंट्रोल द्वारा वे सभी यूनिवर्सल कार्य किए जाते हैं जो कि पूरे एक्सचेंज से संबंधित होते हैं. एडमिनिस्ट्रेटिव फंक्शन, फॉल्ट-डायग्नॉसिस, मैन-मशीन कम्यूनिकेशन, पाथ सिलेक्शन, डिजिट एनालिसिस और चार्ज-फंक्शन आदि सेंट्रलाइज्ड फंक्शन के उदाहरण हैं. श्रेणीबद्ध सिस्टम में, कंट्रोल सिस्टम को निम्नलिखित लेवलों में विभाजित किया जाता है.

स्कैनिंग, डिस्ट्रिब्यूशन और मार्किंग फंक्शन संभालने का कार्य, पहले कंट्रोल लेवल द्वारा संभाले जाते हैं और यह लेवल, स्विचिंग नेटवर्क, जंक्शन्स और सबस्क्राइबर लाइनों आदि के ज्यादा नज़दीकी संपर्क में रहते हैं. इन पेरिफेरल्स की विशिष्टताएं निम्न प्रकार हैं.

प्रोसेसिंग ऑपरेशन फंक्शन: ये फंक्शन खास लेकिन बहुत ही सामान्य और बार-बार होने वाले फंक्शन हैं, ये प्रोसेसिंग फंक्शन को कार्यरत करते हैं.

मॉड्यूलर हार्डवेयर: इनकी मॉड्यूलर डिज़ाइन की वज़ह से, एक्सचेंज की क्षमता बढ़ाने में सुविधा होती है और मॉड्यूल्स में होने वाली खराबी को छोटे-छोटे भागों में सीमित कर देता है.

प्रत्येक पेरिफेरल यूनिट के दो भाग होते हैं:

प्रोसेसिंग पार्ट: सामान्यतया एक प्रोसेसर, दो अन्य कंट्रोल-लेवल्स से कम्यूनिकेट करता है.

टर्मिनल पार्ट: इसमें वे इंटरफ़ेस होते हैं जिनमें स्कैन-पॉइंट्स, क्रॉस-पॉइंट्स और डिस्ट्रीब्यूशन पॉइंट्स होते हैं और पूरी तरह से दूसरे कंट्रोल लेवल, यानि कॉल-प्रोसेसिंग लेवल द्वारा कंट्रोल किए जाते हैं.

दूसरा कंट्रोल लेवल, कंट्रोल सिस्टम का प्रमुख भाग है जो, कॉल-प्रोसेसिंग के लिए पूर्णरूप से उत्तरदायी होती है और पहले कंट्रोल लेवल से प्राप्त सूचनाओं को प्रोसेस करता है. यह कंट्रोल-लेवल, पेरिफेरल कंट्रोल उपकरणों द्वारा जारी उपयुक्त निर्देशों के आधार पर, कॉल-स्थापना और कॉल-रिलीज़ के फंक्शन को कंट्रोल करता है. इसके लिए 'स्टोर्ड प्रोग्राम कंट्रोल' का उपयोग किया जाता है.

इस तीसरे कंट्रोल लेवल द्वारा, एक्सचेंज कर्मियों तथा 'एक्सचेंज' के बीच कम्यूनिकेशन प्रदान किया जाता है और ऑपरेशन तथा अनुरक्षण के कार्यों को संभालता है. अधिकांश जानकारी दूसरे कंट्रोल लेवल से प्राप्त की जाती है. इस लेवल पर भी 'स्टोर्ड प्रोग्राम कंट्रोल' का उपयोग किया जाता है. अन्य दोनों कंट्रोल लेवल की अपेक्षा इस तीसरे लेवल में, रीयल-टाइम और समय-बाध्यता जरूरी नहीं होती. हालांकि सॉफ्टवेयर प्रोग्राम ज्यादा बड़ा होता है.

लेवल तीन प्रोसेसर का, बहुत सारे एक्सचेंजों को एक-साथ सेवा प्रदान करने के लिए उपयोग किया जा सकता है और उसे एक्सचेंज से अलग किसी दूरी पर स्थित किया जा सकता है.

किन्हीं मामलों में एक सेंट्रल-कंट्रोल कई एक्सचेंजों को कंट्रोल कर सकता है, जबकि पेरिफेरल कंट्रोल अपने व्यक्तिगत एक्सचेंजों में कंट्रोल का कार्य करते हैं. इन मामलों में, यह प्राथमिकता दी जा सकती है कि 'एक्सचेंज-संबंधी' कार्य, पेरिफेरल कंट्रोल को और 'नेटवर्क-संबंधी' कार्य, सेंट्रल-कंट्रोल को आबंटित किए जाएं.

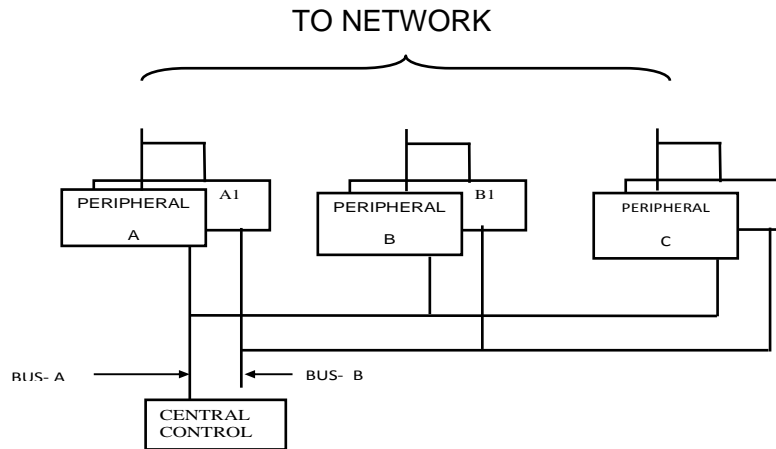
3.6 कॉमन-कंट्रोल रिडंडेंसी पद्धतियां:

एक टेलीफोन एक्सचेंज, किसी भी परिस्थिति में सबस्क्राइबर को सेवा की गारंटी देने में समर्थ होना चाहिए. एक्सचेंजों में खराबियों को किसी भी दशा में स्वीकार नहीं किया जा सकता. अगर एक्सचेंज में ऐसी स्थिति बनानी है तो, कॉमन-कंट्रोल सिस्टम को डूप्लिकेट-सिस्टम बनाना जरूरी हो जाता है ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि किसी वज़ह से अगर इन कंट्रोल उपकरणों को सर्विस से हटा दिया जाए तब भी एक्सचेंज अपना कार्य सामान्य रूप से करता रहे.

किसी भी कॉमन-कंट्रोल सिस्टम के लिए, जिन्हें साधारणतया कई यूनिट्स (N) के गुप में प्रदान किया जाता है और प्रत्येक के फंक्शन एकसमान होते हैं, दो मुख्य पद्धतियाँ इस प्रकार हैं.

1. फुल-डूप्लिकेशन सिस्टम.
2. पैसिव स्टैंड-बाय सिस्टम.

प्रत्येक इक्विपमेंट-यूनिट पूरी तरह से इम्प्लिकेटेड होता है ताकि, अगर एक यूनिट फ़ेल हो तो दूसरा यूनिट आगे के फंक्शन, बिना डिस्कनेक्शन के शुरू कर सके. इसे, चित्र 3.4 में दर्शाया गया है.



चित्र 3.4 - फुल-इम्प्लिकेटेड सिस्टम

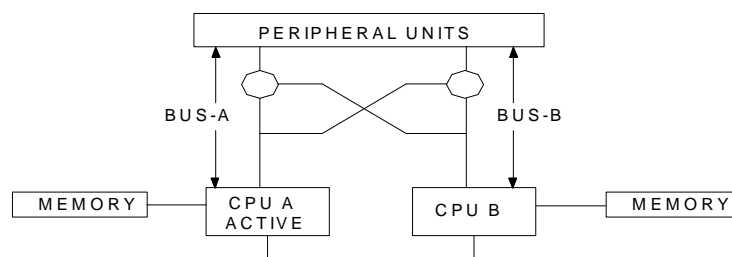
विकल्प के रूप में, एक स्टैंड-बाय यूनिट प्रयुक्त किया जाता है. जिससे कुल $N+1$ यूनिट्स हो जाते हैं और किसी समय एक यूनिट फ़ेल हो जाने की दशा में दूसरा यूनिट काम करना शुरू कर देता है. यह पद्धति इस बात की संभावना पर निर्भर करती है कि किसी भी समय एक ही यूनिट फ़ेल होगा और एक ही यूनिट काम करेगा, जब तक कि दूसरा यूनिट दुरुस्त नहीं कर लिया जाता या फिर बदल नहीं दिया जाता.

सेंट्रल-प्रोसेसर यूनिट के संदर्भ में साधारणतया, निम्नलिखित तकनीक के द्वारा रिडंडेंसी प्रदान की जाती है:

- सिंक्रोनस रिप्लिका इम्प्लिकेशन पद्धति.
- लोड-शेयरिंग पद्धति.
- $N+1$ रिडंडेंसी पद्धति
- पैसिव-स्टैंड-बाय पद्धति.

3.6.1 सिंक्रोनस रिप्लिका इम्प्लिकेशन: (चित्र 3.5)

इस प्रणाली में, दो समान प्रोसेसर एक ही ऑपरेशन को एक साथ करते हैं. यह अनुमति देने के लिए, दोनों प्रोसेसरों को समान प्रोग्राम का उपयोग, बाहरी घटनाओं के विषय में, पेरिफेरल्स से एक जैसा डॉटा प्राप्त होना और उन पर कार्यवाही करना आवश्यक होता है. इस कारणवश दोनों प्रोसेसर, एक 'टाइम-क्लॉक' के द्वारा सिंक्रोनाइज़ किए जाते हैं. इन प्रोसेसर के बीच स्थायी तुलना, यह अनुमत करती है कि इन प्रोसेसरों के रजिस्ट्रों में किसी जानकारी में भेद या एरर का तुरंत पता लग सके. यह खराब हुए प्रोसेसर को पहचानती है और सर्किट से अलग कर, एक विजुअल-अलार्म देती है. जब दोनों प्रोसेसर ठीक होते हैं तब एक समय में केवल एक प्रोसेसर, टेलीफोन पेरिफेरल उपकरणों को निर्देश भेजने के लिए अनुमत होता है.

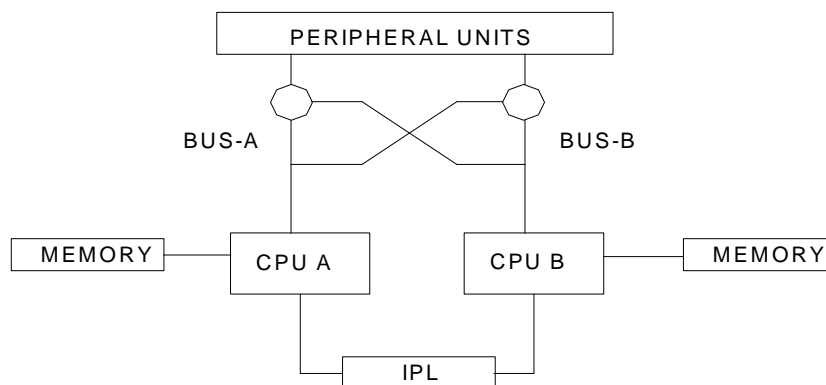


चित्र 3.5 सिंक्रोनस रिप्लिका इम्प्लिकेशन पद्धति

सामान्य परिस्थितियों के अंतर्गत, दूसरा प्रोसेसर, पेरिफेरल कंट्रोल के संबंध में केवल एक 'सक्रिय स्टैंड-बाय' है। यह सिस्टम कॉन्फिगरेशन, एरर या खराबी का तत्काल पता लगाने की गारंटी देता है, लेकिन जब कोई एरर पैदा होता है तब यह सुनिश्चित करना होता है कि एक रिकवरी प्रोसेस के द्वारा खराब उपकरण को तेजी से डिटेक्ट किया जाए, खराबी की गंभीरता का आकलन किया जाए और अगर जरूरत पड़े तो खराब यूनिट के मेमोरी कंटेंट को री-स्टोर किया जाए।

3.6.2 लोड शेयरिंग पद्धति:

लोड-शेयरिंग सिद्धांत को चित्र - 3.6 में दर्शाया गया है। लोड-शेयरिंग का यह अर्थ है कि दोनों प्रोसेसर एक दूसरे से स्वतंत्र, इस तरह काम करते हैं कि सामान्य परिस्थिति में उनमें से प्रत्येक प्रोसेसर आधा-आधा



चित्र 3.6 - सिंक्रोनस इम्प्लिकेशन लोड-शेयरिंग पद्धति

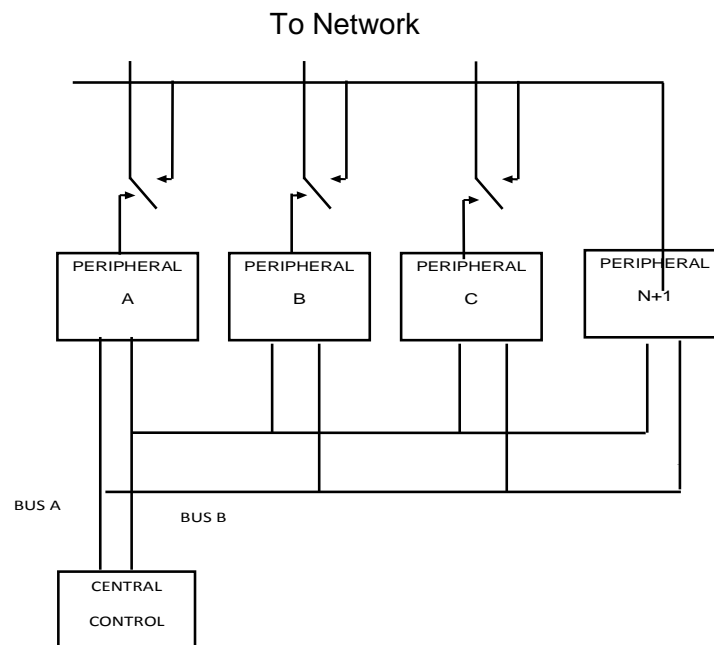
ट्राफिक-लोड संभाल रहे हैं। यह अनुमत करने के लिए, दो प्रोसेसर A और B, अपने स्वयं की क्लॉक-सिस्टम' द्वारा कंट्रोल किए जाते हैं और सिंक्रोनाइज़्ड किए जाते हैं परंतु दोनों में 90 डिग्री का फेज़-शिफ्ट होता है।

प्रोसेसर में किसी भी खराबी के प्रति तैयार रहने के लिए दोनों प्रोसेसर को स्थापित हुये कॉल की स्थिति की पूरी जानकारी होना आवश्यक है, जो कि दूसरे प्रोसेसर के कंट्रोल में होती है। इस तरह से, एक प्रोसेसर अगर किसी भी कारण से खराब भी हो जाता है तो सभी स्थापित कॉल्स को बचाया जा सके और सही ढंग से प्रोसेस की जा सके और खराब हुए प्रोसेसर में सिर्फ अधूरे प्रोसेस कॉल्स ही नष्ट हों।

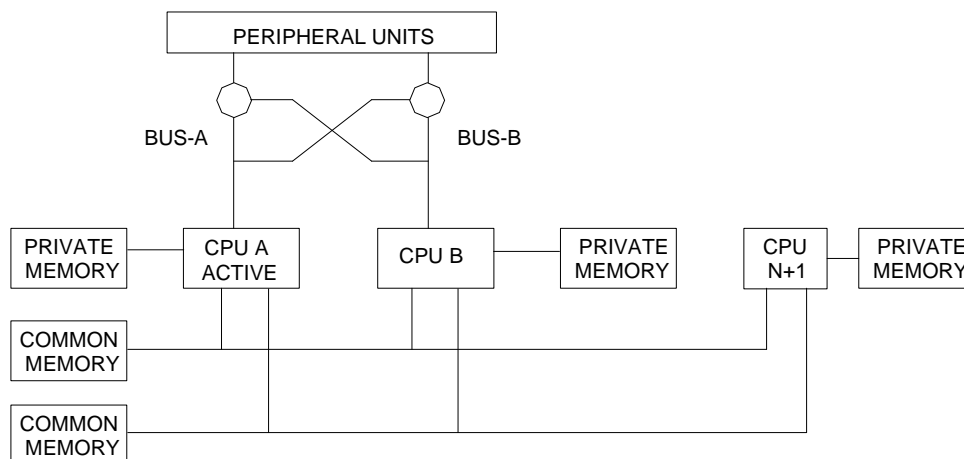
हालांकि, यह परिस्थिति, सेंट्रल-कंट्रोल यूनिटों की उच्च विश्वसनीयता की दृष्टि से ही स्वीकार्य है। प्रोसेसर A और B के बीच आपसी साझा जानकारी की सुविधा के लिए, एक इंटर-प्रोसेसर मैसेज लिंक सिस्टम मौजूद रहता है। इंटर प्रोसेसर मैसेज लिंक के उपयोग से दोनों प्रोसेसरों के एक ही समय में एक ही पेरिफेरल उपकरण तक पहुँचने की संभावना से बचा जा सकता है। जैसे कि दोनों प्रोसेसर सामान्य रूप से 'डूप्लेक्स मोड' में काम करते हैं और प्रत्येक प्रोसेसर आधा-आधा 'लोड' संभालता है, ऐसे में 'फुल-डूप्लेक्स' सिस्टम की ट्राफिक संभालने की क्षमता, 1.6 गुना ज्यादा होती है जो कि एक 'सिंक्रोनस रिप्लिका इम्प्लिकेशन पद्धति' पर आधारित सिस्टम कॉन्फिगरेशन द्वारा भी किया जाता है।

3.6.3 N+1 रिडंडेंसी सिस्टम:

कुछ मल्टी-प्रोसेसिंग सिस्टम, N+1 सिस्टम कॉन्फिगरेशन का उपयोग करते हैं, जैसा कि चित्र 3.7 और 3.8 में दर्शाया गया है, जिसमें एक प्रोसेसर रिडंडेंट यूनिट के रूप में जोड़ा गया है। यह यूनिट सामान्य परिस्थितियों में ट्राफिक संभालने का काम करता है, ताकि पारंपरिक N प्रोसेसरों की निर्मित-क्षमता की अपेक्षा इस N+1 कॉन्फिगरेशन के पास बढ़ी हुई कार्यक्षमता हो।



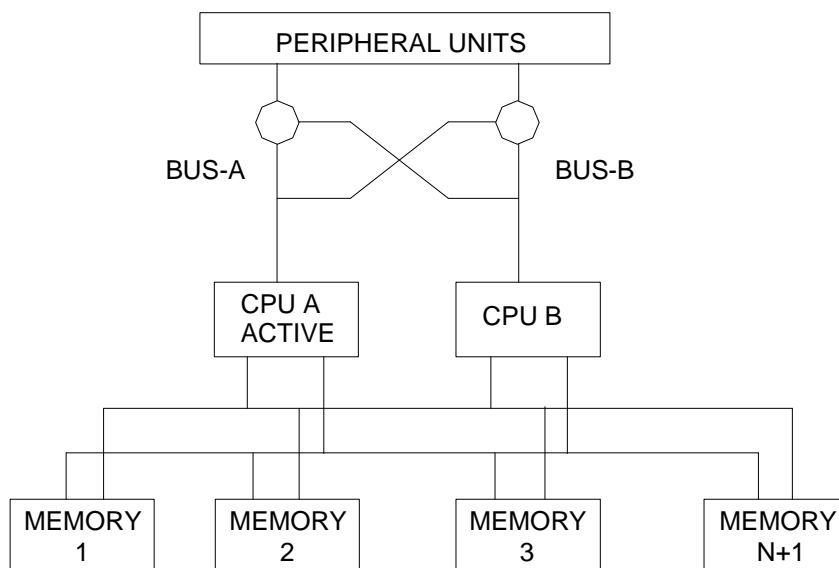
चित्र 3.7 N+1 सिस्टम



चित्र 3.8 N+1 प्रोसेसर कॉन्फिगरेशन

3.6.4: पैसिव स्टैंड-बाय सिस्टम:

पैसिव स्टैंड-बाय पद्धति, 'सिंक्रोनस रिप्लिका इम्प्लिकेशन पद्धति' पर आधारित है अंतर सिर्फ इतना है कि इस पद्धति में दोनों प्रोसेसरों के बीच परस्पर कंट्रोल और सिंक्रोनाइज़ेशन नहीं हैं जैसा कि नीचे चित्र 3.9 में दर्शाया गया है। यदि सक्रिय कंप्यूटर फेल होता है तो दूसरा कंप्यूटर एक रिकवरी प्रोसीजर के माध्यम से लाइन पर रखा जाता है या कार्यरत किया जाता है। सभी डेटा, मेमोरी में संग्रहीत किया जाता है और क्योंकि दोनों प्रोसेसर इस मेमोरी का उपयोग करते हैं इसलिए कोई भी स्थापित कॉल नष्ट नहीं होता है।



चित्र 3.9 पैसिव स्टैंड-बाय सिस्टम

3.7 गुण और अवगुण (मेरिट्स और डी-मेरिट्स)

'सिंगल प्रोसेसर' और 'मल्टी-प्रोसेसर कंट्रोल' स्ट्रक्चर से संबंधित गुण और अवगुण एक चर्चा का विषय हैं। यहां तक कि 'सेंट्रल कंट्रोल सिस्टम' के मामले में, वास्तव में अलग-अलग कार्यों के लिए अलग-अलग प्रोसेसर प्रयुक्त किए जाते हैं। यहाँ, यह कहना उचित होगा कि सिंगल प्रोसेसर सिस्टम में, सेंट्रल प्रोसेसर ही सारे निर्णय लेता है जबकि दूसरी तरफ डिस्ट्रीब्यूटेड-कंट्रोल में कम से कम दो प्रोसेसर परस्पर अन्य निर्णय लेने में सक्षम हैं।

सेंट्रल-कंट्रोल आर्किटेक्चर का समर्थन करने वाले, इस बात को ज्यादा महत्व देते हैं कि, चूंकि सभी ऑपरेशन, सुपरविज़न, अनुरक्षण और ट्राफिक-कंट्रोल फंक्शन आदि के लिए बड़े डेटा-बेस और समुचित मेमोरी की मात्रा की आवश्यकता होती है, इन सभी आवश्यकताओं को सेंट्रल-डेटा प्रोसेसिंग सिस्टम, कुशलतापूर्वक पूरा कर सकते हैं। इस सिस्टम का असुविधाजनक तथ्य यही है कि, किन्हीं परिस्थितियों में जब ज्यादा ट्राफिक-ऑपरेशन की संभावना हो तब यह सिस्टम अपनी क्षमता से पूर्ति ना कर पाए या फिर क्षमता अपर्याप्त हो, तब पूरे सिस्टम के 'टोटल-ब्रेक-डाउन' स्थिति में जाने की संभावनाएं बढ़ जाती हैं।

दूसरी तरफ 'डिस्ट्रीब्यूटेड कंट्रोल आर्किटेक्चर' में इस 'टोटल-ब्रेकडाउन' स्थिति की संभावनाएं बहुत ही कम हैं। इस तकनीक का एक गुण-दोष यह है कि विभिन्न प्रोसेसरों के बीच कार्यों का वितरण और आंतरिक सिग्नलिंग कार्यों लिए उपयुक्त सॉफ्टवेयर, काफी मात्रा में बढ़ जाता है।

वस्तुनिष्ठ

1. एस.पी.सी. एक्सचेंजों की दो प्रकार की कंट्रोल स्ट्रक्चर हैं, सिंगल-प्रोसेसर और मल्टी-प्रोसेसर. (सही/गलत)
2. डिस्ट्रीब्यूटेड कंट्रोल सिस्टम में एक से अधिक माइक्रो-प्रोसेसर शामिल हैं. (सही/गलत)
3. प्रोग्राम-स्टोर, किसी एक्सचेंज के सामान्य कार्यों का विवरण होता है. (सही/गलत)
4. ट्रांसलेशन-स्टोर में, एनॉलिसिस टेबल, पोर्ट प्रोग्रामिंग और डॉटा-बेस होते हैं. (सही/गलत)
5. कॉल-स्टोर, कॉल स्थापना से संबंधित एक अस्थायी डॉटा है. (सही/गलत)
6. सी.पी.यू. कार्ड का इम्प्लिकेशन, एक्सचेंज की विश्वसनीयता को बढ़ाने के लिए किया जाता है. (सही/गलत)
7. मल्टी-प्रोसेसर सिस्टम में ट्रांसलेशन-स्टोर और कॉल-स्टोर, प्रत्येक प्रोसेसर के साथ उपलब्ध हैं. (सही/गलत)
8. मल्टीपल प्रोसेसर भी कॉल-स्टोर शेयर करते हैं. (सही/गलत)
9. डिस्ट्रीब्यूटेड प्रोसेसर सिद्धांत, अलग माइक्रो-प्रोसेसरों से कार्यों को पूरा करने के लिए प्रयोग किया जाता है. (सही/गलत)
10. स्कैनिंग, मार्किंग और डिस्ट्रीब्यूटिंग, कंट्रोल सिस्टम के पहले कंट्रोल-लेवल में प्रस्तुत किए गये हैं. (सही/गलत)
11. कॉल प्रोसेसिंग को, कंट्रोल सिस्टम के दूसरे कंट्रोल-लेवल में पूरा किया जाता है. (सही/गलत)
12. मेटनैन्स और प्रशासनिक कार्यों को, कंट्रोल सिस्टम के तीसरे कंट्रोल-लेवल में प्रस्तुत किया जाता है. (सही/गलत)
13. कॉमन-कंट्रोल कार्ड का इम्प्लिकेशन, एक्सचेंज को सारे समय सर्विस देने योग्य बनाने के लिए किया जाता है. (सही/गलत)
14. कार्यरत अवस्था में अच्छे सी.पी.यू. का चयन करने हेतु इंटर-प्रोसेसर लिंक प्रदान की जाती है. (सही/गलत)

विषयनिष्ठ:

1. एस.पी.सी. क्या है? विभिन्न प्रकार के प्रोसेसर सिस्टम के बारे में बताएं?
2. प्रोग्राम-स्टोर, ट्रांसलेशन-स्टोर और कॉल-स्टोर पर टिप्पणी लिखें।
3. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखें.
मल्टी-स्टोर प्रणाली
सिंगल-प्रोसेसर स्टोर प्रणाली
लोड-शेयरिंग पद्धति
4. इंटर-प्रोसेसर लिंक का कार्य क्या है?
5. एस.पी.सी. के गुण और अव-गुण क्या हैं?

अध्याय 4

टेलीफोन नेटवर्क के लिए सिगनलिंग

4.1. परिचय:

किसी भी स्विचिंग सिस्टम के तीन फंक्शनल डिवीज़नों में से एक को 'सिगनलिंग' के रूप में पहचाना जाता है, अन्य दो फंक्शनल डिवीज़न स्विचिंग और कंट्रोलिंग होते हैं। स्विचिंग सिस्टम पर या नेटवर्क में किसी एक उपभोक्ता को दूसरे उपभोक्ता से जोड़ने के लिए जिन जानकारीयों की आवश्यकता पड़ती है उनके आदान-प्रदान में 'सिगनलिंग' की महत्वपूर्ण भूमिका होती है।

सिगनलिंग निम्नलिखित प्रदान करती है:

- कॉल-स्थापना के लिए आधारभूत जानकारीयों प्रदान कराना।
- उपभोक्ता को यह सूचित कराना कि स्विचिंग सिस्टम, उसके कॉल स्वीकार करने के लिए तैयार है। (डॉयल-टोन द्वारा सूचित कराना)
- इन-कमिंग कॉल के लिए उपभोक्ता को सतर्क-सिगनल भेजना। (रिंगिंग-वोल्टेज भेजना)
- कॉल करने वाले उपभोक्ता को सूचित करना। (रिंग-बैक टोन भेजना)
- अगर कॉल किया गया उपभोक्ता किसी अन्य कॉल में व्यस्त हो तो कॉल करने वाले उपभोक्ता को इसकी सूचना देना। (यह सूचना 'बिज़ी-टोन' के रूप में भेजी जाती है।)
- स्थापित हो चुके कॉलों का पर्यवेक्षण (सुपरविज़न) करना।
- 'कंट्रोल-सिगनल्स' को सुरक्षा प्रदान करना ताकि व्यस्त उपभोक्ताओं के कॉल का बचाव किया जा सके।
- जब कॉल समाप्त हो तब सभी संबंधित उपकरणों को मुक्त करने के लिए एक 'रिलीज़' सिगनल भेजना।
- 'गार्डिंग-कंट्रोल' को मुक्त करने के लिए भी एक 'रिलीज़' सिगनल भेजना।
- कॉल-चार्जिंग के लिए 'मीटरिंग-पल्स' भेजना।

इस प्रकार, अगर संक्षिप्त में कहें तो, 'सिगनलिंग' निम्नलिखित के लिए आवश्यक सूचनाएं प्रदान कराती है:

- स्वयं एक्सचेंज में दो उपभोक्ताओं के बीच या दो भिन्न एक्सचेंजों में दो अलग-अलग उपभोक्ताओं के बीच 'स्पीच-पाथ' स्थापित करना।
- स्थापित कॉलों की निगरानी (सुपरविज़न) करना, 'स्पीच-पाथ' बनाए रखना और इसे अन्य उपभोक्ताओं से बचाना ताकि कोई उपभोक्ता इस व्यस्त 'स्पीच-पाथ' पर ना आ सके।
- बात-चीत समाप्त हो जाने के बाद इस 'स्पीच-पाथ' को मुक्त करना और अन्य उपभोक्ताओं के लिए उपलब्ध करने हेतु, एक्सचेंज-उपकरण को भी मुक्त कर देना।

4.2. सिगनलिंग का वर्गीकरण:

उपकरणों के प्रकार, परिचालन के तरीकों (मोड-ऑफ-ऑपरेशन) और सब्सक्राइबर फंक्शन आदि के आधार पर 'सिगनलिंग' का वर्गीकरण कई प्रकार से किया जा सकता है।

4.2.1. उपभोक्ता आधारित वर्गीकरण:

- 'सब्सक्राइबर-सिगनलिंग' (लोकल एक्सचेंज के उपभोक्ता के संदर्भ में)
- 'इंटर-एक्सचेंज सिगनलिंग' (दो दूरस्थ एक्सचेंजों के बीच दो उपभोक्ताओं को जोड़ने के संदर्भ में)

4.2.2. सिगनलिंग सिद्धांतों पर आधारित वर्गीकरण:

- **चैनल-असोसिएटेड सिगनलिंग(CAS):** इसमें, प्रत्येक चैनल की सिगनलिंग सूचना उसकी संलग्न स्पीच-चैनल पर भेजी और ट्रांसमिट की जाती है या फिर उस सिगनलिंग चैनल पर जो स्पीच-चैनल के साथ स्थायी रूप से जुड़ी रहती है।
एनलॉग प्रकार के एफ़.डी.एम. सिस्टम्स (फ्रीक्वेंसी डिवीज़न मल्टीप्लेक्स सिस्टम) में, स्पीच-चैनल अपने स्वयं में सिगनल सूचनाएं भी लेकर जाती है। हालांकि, किसी विशिष्ट स्पीच-चैनल का टाइम-स्लॉट और सिगनलिंग का एनलॉग टाइम-स्लॉट, अलग-अलग होते हैं फिर भी सिगनलिंग टाइम-स्लॉट, स्थाई रूप से उसके परस्पर स्पीच टाइम-स्लॉट से जुड़ा होता है।
- **कॉमन-चैनल सिगनलिंग(CCS):** इसमें, स्पीच-पाथ और सिगनलिंग-पाथ दोनों ही सर्वथा भिन्न होते हैं। किन्हीं स्पीच-चैनलों के समूह की सिगनलिंग सूचनाएं एक कॉमन-सिगनलिंग चैनल पर भेजी जाती हैं जिसमें सिगनलिंग-संदेश, 'बिट्स' के समूह में होते हैं, जिसकी निनिर्दिष्ट संरचना (स्ट्रक्चर) और विषय-वस्तु (कंटेंट) होती है। प्रत्येक सिगनलिंग संदेश पर एक लेबल होता है जिससे उसकी संलग्न स्पीच-सर्किट को पहचाना जा सके। चूंकि, सिगनलिंग-लिंक्स और स्पीच-चैनलें परस्पर से स्वतंत्र होती हैं, इसीलिए सिगनलिंग की पूर्ण क्षमता उपलब्ध रहती है।

4.2.3. ताल-मेल(टाईमिंग) के संदर्भ में सिगनलिंग-तकनीक के आधार पर वर्गीकरण:

- **सेमी-कंटिन्युअस सिगनलिंग तकनीक:** एक निश्चित समय में सिगनल ट्रांसमिट करना जो कि किसी विशिष्ट स्थिति की अवधि के बराबर होता है, जैसे कि, 'टोन-ऑन' या 'टोन-ऑफ' की स्थिति। यानि 'टोन-ऑन' की अवधि के बाद या 'टोन-ऑफ' की अवधि के बाद।
- **'पल्स' प्रकार की सिगनलिंग:** यह सिगनलिंग प्रकार, इंपल्सिंग सर्किट के द्वारा निर्मित पल्सेस को प्रयुक्त करती है। या तो एक सिंगल फ्रीक्वेंसी या फिर कई फ्रीक्वेंसियों के मिश्रण (कॉम्बिनेशन) का उपयोग किया जाता है। सिगनलिंग सिस्टम में उपस्थित विभिन्न सिगनल्स को निम्नलिखित दो आधारभूत मानदंडों पर परिभाषित किया जाता है। सिगनल की अवधि और सिगनलिंग का क्रम (सिगनल इयूरेशन और सिगनल सीक्वेंस)
- **कंपेल्ड प्रकार की सिगनलिंग:** इस प्रकार की सिगनलिंग में, ट्रांसमिट किए गये प्रत्येक सिगनल की प्राप्ति-सूचना (एक्नॉलेज़मेंट) दूसरे छोर के रिसीवर द्वारा, ट्रांसमिट छोर पर भेजी जाती है। सिगनल्स तब तक भेजे जाते हैं जब तक कि उसका एक्नॉलेज़मेंट नहीं मिल जाता और उसी प्रकार एक्नॉलेज़मेंट भी तब तक भेजा जाता है जब तक कि सिगनल 'सीज़' नहीं हो जाता।

4.2.4 सिगनलिंग के परिचालन प्रकार (मोड-ऑफ-ऑपरेशन) पर आधारित वर्गीकरण:

- **'लिंक-टु-लिंक' प्रकार की सिगनलिंग:** ओरिज़िनेटिंग एक्सचेंज से अगले एक्सचेंज में एड्रेस-इनफरमेशन ट्रांसमिट की जाती है जहाँ इसका विश्लेषण किया जाता है और फिर उसके आगे वाले एक्सचेंज को ट्रांसमिट कर दी जाती है। यह प्रक्रिया उस समय तक जारी रहती है जब तक कि कॉल किए गये उपभोक्ता की यह एड्रेस इनफरमेशन, उस टर्मिनेशन एक्सचेंज में ना पहुँच जाए, जिसमें उक्त उपभोक्ता जुड़ा हुआ है।
- **'एंड-टु-एंड' सिगनलिंग पद्धति:** इस पद्धति में, कनेक्शन स्थापित करने का कंट्रोल, सीधे ओरिज़िनेटिंग एक्सचेंज द्वारा कर लिया जाता है। यह एक्सचेंज, कॉल स्थापना के लिए आवश्यक जानकारी को ही अगले एक्सचेंज तक भेजता है और क्रम में आने वाले हर एक्सचेंज के लिए यही प्रक्रिया जारी रहती है। यह एड्रेस इनफरमेशन, ट्रांज़िट एक्सचेंज में रूटिंग निर्धारित करती है और इंटरमीडिएट एक्सचेंजों में री-ट्रांसमिट नहीं की जाती, जो कि एक पारदर्शी पाथ प्रदान करता है।

4.3. सिगनलों के प्रकार:

सिगनलिंग सिस्टम्स के विभिन्न प्रकार के वर्गीकरण पर चर्चा के बाद, अब हम सिगनलों के प्रकारों की उनके फंक्शन के आधार पर चर्चा करेंगे. सिगनलों के प्रकार तथा उप-प्रकार निम्नलिखित हैं.

1. सुपरवाइज़री सिगनल्स.

- a. कंट्रोल
 - i. फॉरवर्ड
 - ii. बैक-वर्ड
- b. स्टेटस
 - i. आइडल
 - ii. बिज़ी

2. ऐड्रेसिंग सिगनल्स

- a. स्टेशन
 - i. रोटरी-डॉयल
 - ii. पुश-बटन
- b. रूटिंग
 - i. चैनल
 - ii. ट्रंक

3. ऑडियो-विज़ुअल

- a. एलर्टिंग सिगनल्स
 - i. रिंगिंग
 - ii. बिज़ी-टोन
- b. प्रोग्रेस
 - i. डॉयल टोन
 - ii. रिंग-बैक टोन

4.3.1. सुपरवाइज़री सिगनल्स:

सुपरवाइज़री सिगनल्स वह सिगनल होते हैं जो उपभोक्ता-लाइन, जंक्शन या ट्रंक सर्किट को मॉनिटर करते हैं और यह निर्दिष्ट करते हैं कि वे 'बिज़ी' या 'आइडल' हैं या उनकी ओर से किसी सर्विस के लिए निवेदन है. स्विचिंग नेटवर्क के विभिन्न तत्वों (एलिमेंट) में किसी स्थिति का पता चलने या बदली हुई स्थिति जैसे कि उपभोक्ता का 'ऑफ-हुक' होना, सर्किट का 'सीज' होना या कॉल-रिलीज़ होना आदि कार्य, सुपरवाइज़री सिगनलों द्वारा किए जाते हैं. दूसरे शब्दों में, सुपरवाइज़री सिगनल वे सिगनल हैं जो एक कॉल-स्थापना शुरू करने के लिए आवश्यक होते हैं, जब कॉल स्थापित हो जाता है, तो उसे सुपरवाइज़ करते हैं और कॉल की समाप्ति पर, स्विचिंग उपकरणों को मुक्त करते हैं.

4.3.2. एड्रेस सिगनल्स:

एड्रेस सिगनल वे सिगनल हैं जो, कॉल किए गये उपभोक्ता की एड्रेस जानकारी और रूटिंग जानकारी को, पल्स(रोटरी-डॉयल) के रूप में या टोन्स (डी.टी.एम.एफ.) के रूप में, सारे नेटवर्क पर भेजते हैं. यह तथ्य लोकल उपभोक्ताओं के संदर्भ में है, किंतु जंक्शन और ट्रंक के संदर्भ में यही एड्रेस सिगनल्स, मल्टी-फ्रीक्वेंसी टोन्स या डॉटा-पल्स के रूप में प्रयुक्त किए जाते हैं.

4.3.3. एलर्टिंग सिगनल्स:

एलर्टिंग सिगनल साधारणतया, ऑडियो-विजुअल प्रकार के होते हैं जो कि उपभोक्ता और एक्सचेंज दोनों को, ये इंगित करते हैं कि विभिन्न स्थितियों के लिए, उपभोक्ताओं और एक्सचेंजों में आगे क्या प्रक्रियाएं करनी हैं। उदाहरण के लिए, उपभोक्ता द्वारा हैंड-सेट उठाए जाने पर 'ऑफ-हुक' की सूचना को एक्सचेंज तक पहुंचाना और कॉल किए गये उपभोक्ता को सतर्क करने के लिए रिंगिंग-वोल्टेज को एक्सचेंज से उपभोक्ता की लाइन पर भेजना। इस तरह अलग-अलग टोन्स जैसे डॉयल-टोन, रिंगिंग-टोन, बिज़ी-टोन आदि कॉल सेट-अप करने में मदद करती हैं।

4.4. लाइन सिगनल और रजिस्टर सिगनल:

सुपरवाइज़री सिगनलों और एड्रेस सिगनलों को क्रमशः लाइन सिगनलों और रजिस्टर सिगनलों के नाम से भी जाना जाता है।

4.4.1. लाइन सिगनल्स:

लाइन सिगनलों का उपयोग, सर्किट को 'सीज़' करने और कॉल को सुपरवाइज़ करने के लिए किया जाता है। अपने गुणों के कारण, किसी कॉल प्रोसेसिंग के दौरान, लाइन सिगनल्स किसी भी समय आ सकते हैं। लाइन सिगनल्स बहुत आसानी से संभाले जा सकते हैं, क्योंकि ये सिगनल्स बहुत सीमित हैं जैसे कि 'ऑन-हुक', 'ऑफ-हुक', आइडल/बिज़ी, आदि जो कि आसानी से संभाले जा सकते हैं। इस कारण, उपकरण भी बहुत साधारण प्रकार के होते हैं, क्योंकि प्रत्येक उपभोक्ता लाइन और ट्रंक या जंक्शन को निरंतर सुपरविज़न के लिए, मॉनिटर किया जाता है। ये सिगनल्स, स्थायी रूप से प्रत्येक लाइन सर्किट के साथ जुड़े रहते हैं। लाइन सिगनलिंग को विभिन्न ट्रांसमिशन पद्धतियों जैसे डी.सी. लूप (लोकल ट्रंक के लिए), 'इन-बैंड' या 'आउट-ऑफ-बैंड' सिगनलिंग आदि के द्वारा प्राप्त किया जा सकता है।

4.4.2. रजिस्टर सिगनल:

रजिस्टर सिगनलों का उपयोग, कॉल किए गये उपभोक्ता का नंबर या अन्य रूटिंग इनफॉर्मेशन को ट्रांसमिट करने के लिए किया जाता है जो कि कॉल-स्थापना के लिए आवश्यक होती हैं। चूंकि, कॉल सेट-अप के दौरान, ये रजिस्टर या एड्रेस या रूटिंग सिगनल बहुत कम समय के लिए आते हैं, उपकरणों को इन रजिस्टर सिगनलों को संभालना भी पड़ता है, यहाँ यह आवश्यक नहीं है कि प्रत्येक लाइन के लिए इन्हें प्रदान किया जाए बल्कि, सीमित संख्या में प्रदान करके, उपभोक्ताओं और ट्रंक लाइनों द्वारा साझा (शेयर) किया जाता है ताकि ट्राफ़िक की आवश्यकताओं को पूरा किया जा सके। रजिस्टर सिगनलिंग दो प्रकार से प्राप्त की जा सकती है।

- ♦ जिस तरह लाइन-सिगनलिंग में होता है, उसी तरह से रजिस्टर सिगनलिंग में भी 'डी.सी. लूप डिक्डेडिक-पल्लिंग', इन-बैंड या आउट-ऑफ-बैंड सिगनलिंग के द्वारा प्राप्त की जा सकती है।
- ♦ एक स्पेशल रजिस्टर सिगनलिंग सिस्टम के साथ जैसे कि मल्टी-फ्रीक्वेंसी सिगनल।

4.5. सुपरवाइज़री सिगनल:

जैसा कि फले भी पढ़ चुके हैं कि, सीज़, होल्ड और रिलीज़ सिगनल्स सभी सुपरवाइज़री सिगनल्स हैं और कॉल सेट-अप, होल्डिंग और कॉल रिलीज़ को स्विचिंग नेटवर्क की मदद से कंट्रोल करते हैं। आइडल, बिज़ी और डिसकनेक्ट सिगनल्स द्वारा उपभोक्ता लाइन की स्थिति मॉनिटर की जाती है और एक्सचेंज स्विचिंग उपकरण यह निर्दिष्ट करते हैं कि स्विचिंग उपकरण 'आइडल' हैं या 'बिज़ी', आदि।

जैसा कि हम सभी जानते हैं, उपभोक्ता उपकरण की आइडल या बिज़ी स्थिति 'सब्सक्राइबर-लूप' स्थिति द्वारा निर्दिष्ट होती है यानि कि उपभोक्ता टेलीफोन 'ऑन-हुक' है या 'ऑफ-हुक' है. जब हैंड-सेट 'ऑन-हुक' होता है तब सब्सक्राइबर लूप में कोई करंट प्रवाहित नहीं होता जबकि हैंड-सेट 'ऑफ-हुक' स्थिति में सब्सक्राइबर लूप पर डी.सी. शंट की वजह से करंट प्रवाहित होता है. इस 'ऑफ-हुक'स्थिति को 'इलेक्ट्रो-मेकेनिकल' एक्सचेंज में एक लाइन-रिले के द्वारा पहचाना जाता है और इलेक्ट्रॉनिक एक्सचेंजों में इसे एक उपयुक्त 'करंट-सेंसिंग डिवाइस' के द्वारा पहचाना जाता है. उपभोक्ता की इस 'ऑफ-हुक' स्थिति को, एक्सचेंज के अन्य उपभोक्ताओं को इंगित कराना जरूरी होता है जो इस उपभोक्ता से संपर्क स्थापित करने का प्रयास कर रहे होते हैं.

'टू-वे' जंक्शन या ट्रंक लाइन के मामलों में, 'ऑन-हुक' स्थिति को दोनों दिशाओं के ट्रंक को इंगित करना पड़ता है. सिगनलिंग सिस्टम में क्षमता होनी चाहिए कि वह इस स्थिति का पता कर सके और दोनों ओर से परस्पर सीज़र रोक सके.

जब एक बार कॉलिंग और कॉल्ड पार्टी के बीच कॉल स्थापित हो जाता है तब स्पीच-पाथ 'होल्ड' कर लिया जाता है ताकि किसी कॉल करने की कोशिश को सीज़ होने से रोका जा सके. इसे कॉल का 'होल्डिंग फंक्शन' कहते हैं. अंत में वार्तालाप समाप्त हो जाने के बाद स्पीच-पाथ को रिलीज़ कराना होता है, यह बात पर निर्भर करता है कि या तो कॉलिंग पार्टी रिलीज़ करे या कॉल्ड पार्टी रिलीज़ करे.

4.5.1. ई एंड एम सिगनलिंग:

ई एंड एम सिगनलिंग, एक सामान्य प्रकार का ट्रंक-सुपरविज़न है. इसमें, दोनों ओर के ट्रंक पर, स्पीच चैनल के समांतर एक कंट्रोल-चैनल प्रयुक्त की जाती है, जिसपर सुपरवाइज़री सिगनल्स ट्रांसमिट किए जाते हैं. इसकी सिगनलिंग 'लीड' (एक कॉपर-पेयर की दो 'लीड') को E और M 'लीड' कहा जाता है. E या Ear, रिसीवर लीड होती है तथा M या Mouth, ट्रांसमिट लीड होती है. ट्रांसमिट छोर पर M लीड की स्थिति, रिसीवर छोर पर E लीड की स्थिति को प्रदर्शित करती है. सिगनलिंग चैनल को वास्तविक पद्धति के रूप में प्रदान करना इस बात पर निर्भर करता है कि ट्रंक सर्किट्स के लिए किस प्रकार की ट्रांसमिशन तकनीक अपनाई गई है.

जहां ट्रंक सर्किट को कॉपर-पेयर से जोड़ने की बात आती है, उस कॉपर-पेयर पर दोनों छोर के बीच एक 'डी.सी. पाथ' प्रयुक्त रहता है और इस ट्रंक पर ट्रांसमिटिंग छोर से रिसीवर छोर पर सिगनलिंग भेजने के लिए, ट्रांसमिटिंग छोर पर एक 'लूप' स्थिति बनाई जाती है, 'लूप-ओपन' या 'लूप-क्लोज़'. लंबी दूरी के ट्रंक सर्किट्स जिसमें एफ़.डी.एम. तकनीक का उपयोग किया जाता है, लाइन सिगनलिंग इनफरमेशन का ट्रांसमिशन एक टोन भेजकर किया जाता है जिसका नियंत्रण (कंट्रोल) M लीड द्वारा स्पीच-चैनल के माध्यम से किया जाता है. यह टोन, इन-बैंड यानि स्पीच बैंड के अंदर 300 to 3400 Hz होगी या आउट-ऑफ-बैंड यानि 3400 Hz से आगे की टोन्स होगी.

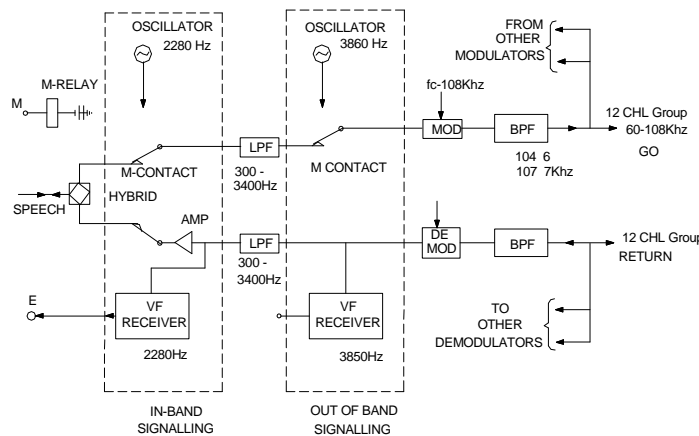
- ◆ इन-बैंड सिगनलिंग वैसे तो बहुत साधारण प्रकार की है, लेकिन इसका एक नुकसानदायक तथ्य यह है कि कभी-कभी इसमें स्पीच-सिगनल्स को कंट्रोल-सिगनल्स के रूप में समझ लिया जाता है. पहले से स्थापित किसी कॉल को ऐसे किसी 'गलत' सिगनल्स से रिलीज़ हो जाने को रोकने के लिए, एक 'गार्ड' सर्किट प्रयुक्त किया जाता है. इस सर्किट के द्वारा, सिगनलिंग फ्रीक्वेंसी के बाहर यदि कोई स्पीच-एनर्जी हो तो, इन 'गलत' सिगनलों को रोका जाता है ताकि असमय कॉल रिलीज़ को रोका जा सके. एक विश्वसनीय 'क्लीयर-सिगनल' के लिए, सिगनलिंग फ्रीक्वेंसी में विशिष्ट इनर्जी होनी चाहिए

और स्पीच-बैंड में किसी तरह की इनर्जी नहीं होनी चाहिए. इन-बैंड सिगनलिंग, एक सिंगल फ्रीक्वेंसी साधारणतया 2600 Hz. की हो सकती है या दो अलग-अलग फ्रीक्वेंसियां 2400 Hz और 2600 Hz, हो सकती हैं. सिंगल फ्रीक्वेंसी का उपयोग, सुपरविजन फंक्शन के लिए किया जाता है और दो फ्रीक्वेंसी सिस्टम का उपयोग सुपरविजन और एड्रेसिंग दोनों के लिए किया जाता है.

◆ इन-बैंड और आउट-ऑफ-बैंड सिगनलिंग:

आउट-ऑफ-बैंड सिगनलिंग में, सिगनलिंग फ्रीक्वेंसी साधारणतया 3825 Hz होती है और प्रायः एक ही फ्रीक्वेंसी प्रयुक्त की जाती है. 'ऑन-हुक' या 'ऑफ-हुक' स्थिति को 'टोन-ऑन' या 'टोन-ऑफ' से इंगित किया जाता है. इससे 'गलत' ऑपरेशन होने की संभावना नहीं होती क्योंकि ये टोन्स, स्पीच-बैंड के बाहर होती हैं. जब 'चैनल-पैचिंग' की आवश्यकता पड़ती है तब, E और M लीड को आपस में 'क्रॉस-कनेक्ट' किया जाता है. पूरे टेलीफोन वार्तालाप के दौरान निरंतर सुपरविजन प्रदान किया जाता है.

'इन-बैंड' और 'आउट-ऑफ-बैंड' सिगनलिंग के सिद्धांत को निम्नलिखित चित्र 4.1 में विस्तार से दर्शाया गया है.



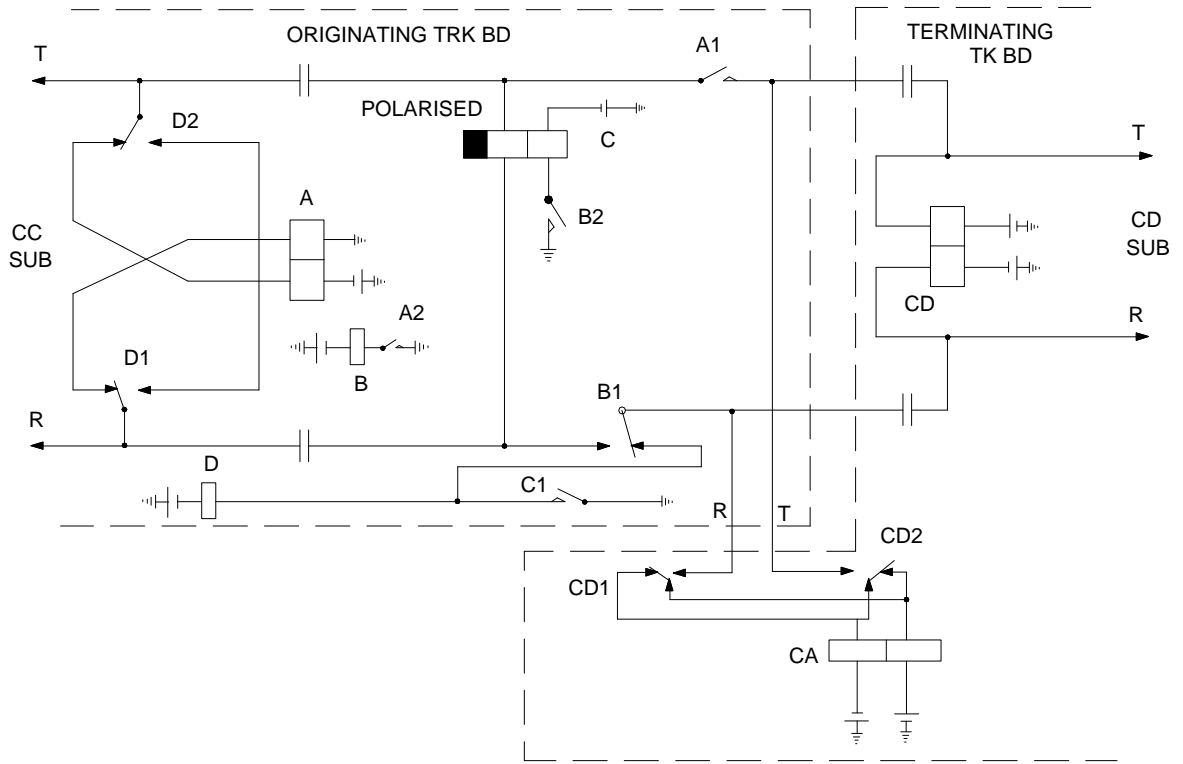
चित्र 4.1 इन-बैंड और आउट-ऑफ-बैंड सिगनलिंग का सिद्धांत

चित्र 4.1 - पी.सी.एम.सिस्टम में, E और M सिगनलिंग के लिए, सिगनलिंग बिट्स का उपयोग किया जाता है और पी.सी.एम. के प्रत्येक फ्रेम के टाइम-स्लॉट 16 में ट्रांसमिट की जाती हैं. सामान्यतया, टाइम-स्लॉट 16 द्वारा, दो चैनलों की सिगनलिंग जानकारी ले जाई जाती है. जैसा कि विदित है, प्रत्येक टाइम-स्लॉट में 8 बिट्स होती हैं. जिसमें से 4 बिट्स, प्रत्येक चैनल की सिगनलिंग जानकारी को ट्रांसमिट करने के लिए उपलब्ध हैं, जो कि इस जानकारी को ले जाने के लिए पर्याप्त हैं.

4.5.2 रिवर्स बैटरी सिगनलिंग:

एक और पद्धति, जिसे रिवर्स बैटरी सिगनलिंग कहा जाता है, इसका उपयोग भी, ट्रंक सर्किट पर सुपरवाइजरी सिगनल भेजने के लिए किया जाता है, इसे भी एक कॉपर-पेयर पर जोड़ा जाता है. निम्नलिखित चित्र 4.2 में विस्तार से दर्शाया गया है.

'ऑन-हुक' और 'ऑफ-हुक' स्थितियों में, लूप की दिशा में 'पोलारिटी' द्वारा दी जाती हैं यानि करंट प्रवाह की दिशा में दी जाती हैं. ट्रंक-लूप के संदर्भ में, पोलारिटी का अर्थ है 'बैटरी' और 'ग्राउंड' स्टेट. इसी तरह, मेन्युअल-स्विच-बोर्ड में, 'प्लग और जैक' पर 'टिप' और 'रिंग' का उपयोग दो 'लीड' दर्शाते हैं. इसी रीति के अनुसार, 'ऑफ-हुक' स्थिति में बैटरी को टिप से जोड़ा जाता है और ग्राउंड को, प्लग की रिंग से जोड़ा जाता है. 'ऑन-हुक' स्थिति में रिवर्स करंट स्थिति होती है जिससे कि 'टिप' पर ग्राउंड के साथ और बैटरी को प्लग की रिंग पर जोड़ा जाता है.



चित्र 4.2 - रिवर्स बैटरी सिगनलिंग

4.6 ए.सी. सिगनलिंग:

किसी कैरियर सिस्टम के साथ और अधिक लंबाई वाले कॉपर-पेयर पर, डायरेक्ट-करंट सिगनलिंग को नहीं जोड़ा जा सकता. ऐसे मामलों में, ए.सी.सिगनलिंग को अपनाया गया, जिसकी तीन श्रेणियां हो सकती हैं.

- लो-फ्रीक्वेंसी ए.सी. सिगनलिंग
- इन-बैंड सिगनलिंग
- आउट-ऑफ-बैंड सिगनलिंग

इन-बैंड और आउट-ऑफ-बैंड सिगनलिंग के बारे में पहले ही चर्चा हो चुकी है. ए.सी. सिगनलिंग सिस्टम्स, पारंपरिक वॉइस-चैनल 300 Hz के नीचे की फ्रीक्वेंसी पर कार्य करते हैं इसलिए इन्हें लो-फ्रीक्वेंसी ए.सी. सिगनलिंग सिस्टम कहा जाता है. ये सिंगल फ्रीक्वेंसी सिस्टम होते हैं, वे फ्रीक्वेंसीयाँ 50 Hz., 80 Hz., 135 Hz., or 200 Hz. हैं. ये फ्रीक्वेंसीयाँ, कैरियर सिस्टम पर ऑपरेट करने में सक्षम नहीं हैं और इसीलिए इनका उपयोग कॉपर-पेयर अधिकतम लंबाई 80 से 100 किमी, पर ट्रांसमिट करने तक ही सीमित है.

4.7 एट्रेस सिगनलिंग:

एट्रेस सिगनलिंग में, एट्रेस का अर्थ है, उपभोक्ता द्वारा डायल किए गये डिजिट्स, जिससे कॉल किए गये उपभोक्ता के स्थान का पता लगा सके. डायल किए गये डिजिट्स, सेंट्रल कंट्रोल द्वारा प्राप्त किए जाते हैं और इन डिजिट्स के उपयोग से कॉल किए जाने वाले उपभोक्ता की पहचान की जाती है. कॉल किए गये उपभोक्ता की स्थिति की जांच, सुपरवाइज़री सिगनल के सब-फंक्शन द्वारा की जाती है और यदि कॉल किया गया उपभोक्ता फ्री है तब कॉल्ड और कॉलिंग उपभोक्ता के बीच स्पीच-पाथ प्रदान किया जाता है. एट्रेस सिगनल्स की आवश्यकता कॉल सेट-अप के दौरान होती है.

कॉल किए जाने वाले उपभोक्ता की एड्रेस इनफरमेशन, या तो रोटरी डायल पल्स(डिकैडिक) के रूप में होती है या फिर वॉइस फ्रीक्वेंसी सिगनलों के रूप में होती है। रोटरी डायल पल्सेस साधारणतया 10 पल्स/सेकंड और ब्रेक/मेक का अनुपात 67:33 होता है। डायरेक्ट कंट्रोल सिस्टम में, चूंकि डायल पल्सेस के द्वारा दो मोशन-सिलेक्टर ऑपरेट किए जाते हैं, इस कारण पल्सेस की संख्या/सेकंड बढ़कर 9 से 11 पल्सेस/सेकंड हो जाती है और ब्रेक/मेक का अनुपात 60:40 और 70:30 के बीच होता है।

कॉमन-कंट्रोल एक्सचेंज में, यह और भी कम आवश्यक हो जाता है और पल्सेस की संख्या बढ़कर 7 से 14 पल्सेस/सेकंड हो जाती है और ब्रेक/मेक का अनुपात 50:50 से 75:25 के बीच होता है। सभी मामलों में 'इंटर-डिजिटल पाँज़' 350 मिलीसेकंड से ज्यादा होना चाहिए।

हाल ही के वर्षों में, पुश-बटन टेलीफोन ज्यादा प्रचलित हो गये हैं। पुश-बटन डायलिंग को इयुअल टोन मल्टी-फ्रीक्वेंसी के नाम से भी जाना जाता है। पुश-बटन डायलिंग में, दो फ्रीक्वेंसियों, एक लो-फ्रीक्वेंसी ग्रुप और एक हाई-फ्रीक्वेंसी ग्रुप को एकसाथ ट्रांसमिट किया जाता है। 3 x 4 के मानक 'की' पैड के साथ 12 कॉम्बिनेशन संभव हैं जिसमें से 10 कॉम्बिनेशन का उपयोग 0 से 9 तक के डिजिट को दर्शाने के लिए किया जाता है। दो अतिरिक्त कॉम्बिनेशन, स्टार और स्कवेयर का उपयोग सामान्यतया सप्लिमेंट्री सर्विसेस के लिए किया जाता है। इसके बावजूद, डी.टी.एम.एफ. सिगनलिंग पाने के लिए, एक्सचेंज में एक उपयुक्त उपकरण प्रयुक्त किया जाना चाहिए जो कि टोन्स को प्राप्त करके उन्हें उपयुक्त डिजिट्स में बदलने में सक्षम हो और साथ ही कॉल किए जाने वाले उपभोक्ता की पहचान कर पाने में, कंट्रोल सिस्टम को सक्षम बनाए तथा कॉल्ड और कॉलिंग उपभोक्ताओं के बीच स्पीच-पाथ स्थापित कर सके।

डी.टी.एम.एफ. सिगनलिंग, डायल-पल्स सिगनलिंग की अपेक्षा अधिक तेज़ी से कार्य करती है। जहाँ डायल-पल्स में, 10 पल्स/सेकंड भेजी जाती हैं, वहीं, डी.टी.एम.एफ. सिगनलिंग में, 7 डिजिट/सेकंड की दर से डिजिट भेजे जाते हैं। इसीलिए डी.टी.एम.एफ. सिगनलिंग, डायल-पल्स सिगनलिंग की अपेक्षा अधिक तेज़ी से कार्य करती है।

अधिक तीव्रता से कार्य करने के अलावा, डी.टी.एम.एफ. सिगनलिंग के और भी कई लाभ हैं। 'इंटरनेशनल डायरेक्ट डायलिंग' सुविधाओं के प्रवेश से, डायल किए जाने वाले डिजिट्स की संख्या बढ़ गई है और डायलिंग पूरी करने में लगने वाला समय भी उसी अनुपात में बढ़ गया है। इसके अलावा, पल्स डायलिंग में गलत डायलिंग या 'इंपल्सिंग-एरर' होने की संभावना अधिक है जो कि डी.टी.एम.एफ. डायलिंग में बिल्कुल भी नहीं है।

जैसा कि हमने पहले भी देखा कि 'ऑफ-हुक' स्थिति, जिसमें उपभोक्ता द्वारा हैंड-सेट उठाया जाता है, एक प्रकार का सुपरवाइज़री सिगनल है। हैंड-सेट उठा लिए जाने के मामले में, सिगनल स्थिति को इंगित करने के लिए, सब्सक्राइबर लूप को बंद (क्लोज़) किया जाता है।

डायलिंग को एक तरह से यही कहा जा सकता है कि, यह ब्रेक/मेक के रूप में 'ऑफ-हुक सब्सक्राइबर लूप' का इंटरप्शन है। जब 'ऑफ-हुक' स्थिति में, सब्सक्राइबर लूप में करंट प्रवाहित होता है तब यह अवस्था 'मेक' कहलाती है और जब सब्सक्राइबर लूप में कोई करंट प्रवाहित नहीं होता तब यह अवस्था 'ऑन-हुक' कहलाती है। सुपरवाइज़री सिगनलों और एड्रेस सिगनलों के बीच भिन्नता को 'ऑन-हुक' अवस्था की अवधि के आधार पर संभव बनाया गया है। डायलिंग के संबंध में 'ऑन-हुक' अवधि बहुत ही कम है, वहीं दूसरी ओर, जब कॉल समाप्त होती है और उपभोक्ता अपना हैंड-सेट रखता है तब यह 'ऑन-हुक' अवधि बहुत अधिक हो जाती है। इन दोनों में जो 'ऑन-हुक' की अवधि है उसके अंतर को देखते हुए सुपरवाइज़री और एड्रेस सिगनलिंग को अलग-अलग किया जा सकता है।

4.8 रजिस्टर सिगनलिंग:

टू-फ्रीक्वेंसी सिगनलिंग का उपयोग साधारणतया, रजिस्टर सिगनलिंग के उद्देश्य से किया जाता है। ऐसे कई प्रकार के टू-फ्रीक्वेंसी सिगनलिंग सिस्टम्स समय-समय पर विकसित किए गये और भारत में CCITT R2 सिगनलिंग सिस्टम को अपनाया गया। इसमें 6 फ्रीक्वेंसियों के दो गुप होते हैं, जो कि 15 अलग-अलग कॉम्बिनेशन प्रदान करते हैं, जिन्हें उपयोग में लाया जाता है। इन दो गुप की 6 फ्रीक्वेंसियों के उपयोग से गुप 1 की फ्रीक्वेंसियां, फॉरवर्ड डायरेक्शन के लिए तथा गुप 2 की फ्रीक्वेंसियां, बैक-वर्ड डायरेक्शन के लिए, कुल 30 कॉम्बिनेशन संभव हैं। फ्रीक्वेंसियों के इन 30 कॉम्बिनेशन से एड्रेस सूचनाएं और कॉल का प्रकार इंगित किया जाता है, इसे टेबल-4.2 में दर्शाया गया है।

फ्रीक्वेंसियाँ (Hz में)						
गुप-1	1380	1500	1620	1740	1860	1980
गुप-2	1140	1020	900	780	660	540

टेबल - 4.2 CCITT R2 सिगनलिंग फ्रीक्वेंसियाँ

R2 सिगनलिंग के दो वर्जन हैं, एनलॉग नेटवर्क पर उपयोग करने के लिए और पी.सी.एम. नेटवर्क पर उपयोग करने के लिए। कंपेल्ड सिगनलिंग तकनीक का उपयोग फॉरवर्ड और बैकवर्ड रजिस्टर सिगनलों को ट्रांसमिट करने के लिए किया जाता है। R2 सिगनलिंग सिस्टम की विशिष्टताएं निम्न प्रकार हैं।

- ◆ इसे, 2-वायर/4-वायर, दोनों पर उपयोग किया जा सकता है।
- ◆ अधिक विश्वसनीयता के साथ, अधिक मात्रा में जानकारी ट्रांसमिट की जा सकती है।
- ◆ इसमें थोड़ा सा 'पोस्ट-डायलिंग डिले' होता है।

4.9 कॉमन चैनल सिगनलिंग:

चैनल असोसिएटेड सिगनलिंग में, प्रत्येक स्पीच-चैनल अपनी स्वयं की सुपरवाइजरी(लाइन सिगनलिंग) और एड्रेस सिगनलिंग लेकर जाती है।

सेंट्रल-प्रोसेसर का उपयोग कर, 'स्टोर्ड प्रोग्राम कंट्रोल एक्सचेंजों' के आ जाने से, कॉल सेट-अप की प्रक्रिया को बहुत ही तेजी से करने में समर्थ बनाती है, और इसके समान तेज, विश्वसनीय और सक्षम सिगनलिंग सिस्टम की आवश्यकता महसूस हुई, परिणाम स्वरूप कॉमन चैनल सिगनलिंग को विकसित किया गया जो कि एक सेंट्रल प्रोसेसर आधारित सिगनलिंग सिस्टम ही है। अगर समुचित मात्रा में क्षमता उपलब्ध हो तो, स्विचिंग-कंट्रोल और कॉमन-चैनल सिगनलिंग कंट्रोल के कार्य एक ही सेंट्रल प्रोसेसर द्वारा किए जाते हैं या फिर डिस्ट्रीब्यूटेड प्रोसेसिंग का उपयोग करके यानि अलग-अलग प्रोसेसरों के द्वारा कंट्रोलिंग और सिगनलिंग के कार्य किए जाते हैं। अगर सिगनलिंग फंक्शन एक अलग प्रोसेसर द्वारा नियंत्रित किए जा रहे हैं, तब स्पीच चैनल और सिगनलिंग चैनल को अलग-अलग करने का लाभ मिलता है और अलग-अलग एक्सचेंजों के सिगनलिंग प्रोसेसरों के बीच एक अलग डॉटा लिंक स्थापित की जा सकती है ताकि इस लिंक पर कॉल सेट-अप, कॉल होल्ड और कॉल रिलीज के कार्य किए जा सकें।

इस प्रकार कॉमन चैनल सिगनलिंग द्वारा सिगनलिंग को स्पीच चैनल से अलग कर, स्पीच-चैनल के समूह की सिगनलिंग को इस अलग की गई समर्पित सिगनलिंग चैनल पर भेजी जाती है। टेलीफोन नेटवर्क में सिगनलिंग सामान्यतया 'बाइनरी' प्रकार की होती है यानि सिगनलिंग की केवल दो स्थितियां हो सकती हैं जैसे कि 'ऑन-हुक' या 'ऑफ-हुक', 'आइडल या बिज़ी' आदि।

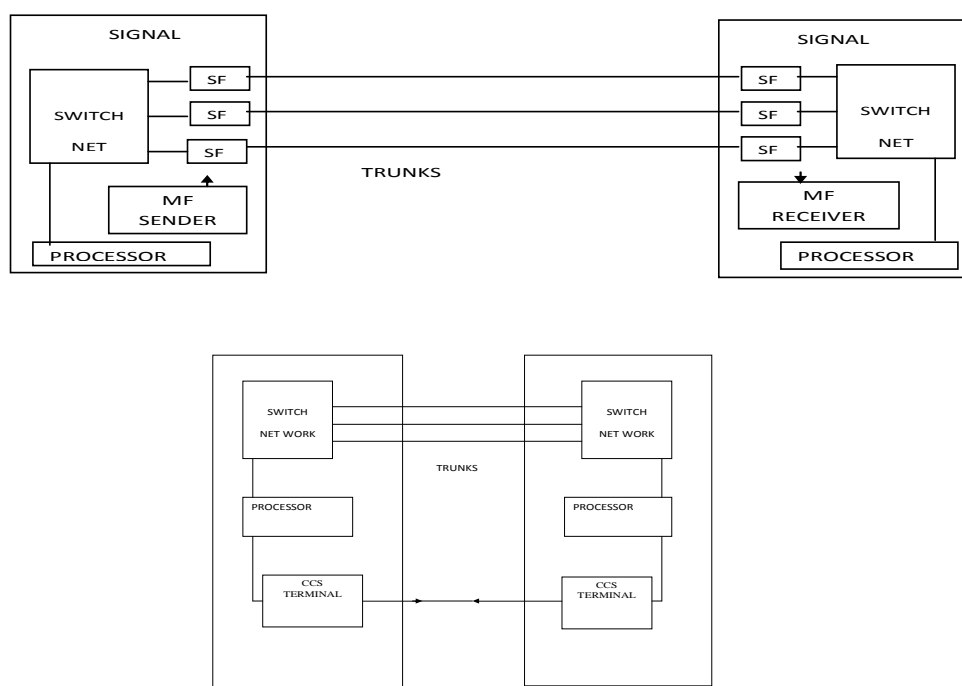
टेलीफोन नेटवर्क के लिए सिगनलिंग

कॉमन चैनल सिगनलिंग में, सिगनल-सूचनाएं, बाइनरी फॉरमैट में ट्रांसमिट की जाती हैं। पारंपरिक सिगनलिंग और कॉमन चैनल सिगनलिंग बीच अंतर को निम्नलिखित चित्र 4.3 में दर्शाया गया है।

प्रत्येक सिगनलिंग लिंक में एक डाटा लिंक होती है जो दोनों ओर के टर्मिनल उपकरणों के साथ जुड़ी होती है और खासतौर पर, सिगनलिंग सूचनाओं का क्रमबद्ध व सही ट्रांसफर करने का कार्य, जैसे कि एरर-कंट्रोल, अलग-अलग चैनलों की परस्पर सिगनलिंग को पहचानना आदि कार्य करती हैं। CCITT 6 सिस्टम जो पहले बनाया गया था, उसमें 2.4 Kbps की डाटा लिंक प्रयुक्त की जाती है और एनलॉग नेटवर्क पर कार्य के लिए निर्मित की गई है, जिससे 2048 ट्रंक संभाले जा सकते हैं। किसी विशिष्ट ट्रंक से संबंधित लाइन सिगनलों और रजिस्टर सिगनल सूचनाएं एक या अधिक, 28 बिट पैकेट्स के रूप में ट्रांसमिट की जाती हैं (20 बिट्स की सूचनाएं और 8 बिट्स की एरर चैकिंग)। किसी विशिष्ट ट्रंक का नया सिगनल उसके पहले पैकेट में, पैकेटों की संख्या और ट्रंक की पहचान होती है।

पारंपरिक सिगनलिंग में, स्पीच-पाथ और सिगनलिंग पाथ दोनों एक ही चैनल में होते हैं। क्योंकि स्पीच से पहले सिगनलिंग होती है इसलिए निश्चित रूप से स्पीच पाथ जुड़ा है।

कॉमन चैनल सिगनलिंग में, चूंकि स्पीच-पाथ और सिगनलिंग-पाथ दोनों अलग-अलग होते हैं, इसलिए किसी कॉल की स्थापना से पहले, स्पीच-पाथ की निरंतरता (कंटिन्यूइटी) को चेक किया जाता है।



चित्र 4.3 कॉमन-चैनल सिगनलिंग

CCITT No. 7 सिगनलिंग सिस्टम का विकास, एक 64 Kbps की सिगनलिंग लिंक द्वारा डिजिटल वातावरण में उपयोग करने के लिए किया गया है। यह तकनीक लोअर सिगनलिंग रेट्स और एनलॉग वातावरण के लिए उपयुक्त है।

कॉमन चैनल सिगनलिंग की मूल विशेषताएं तथा लाभ निम्नलिखित हैं।

- ◆ फिज़िकल और फंक्शनल आधार पर सिगनलिंग नेटवर्क और स्पीच नेटवर्क का अलग-अलग होना।

- ♦ पारंपरिक सिगनलिंग सिस्टम की अपेक्षा उच्चतम गति की सिगनलिंग यह दर्शाती है कि 'पोस्ट-डॉयलिंग डिले' घट जाता है और स्विचिंग उपकरणों तथा सर्किट के होल्डिंग टाइम में भी कमी आ जाती है.
- ♦ दोनों ओर से एकसाथ सिगनलिंग.
- ♦ डॉटा लिंक की गति और प्रोसेसिंग प्रोसेसर की क्षमता ही पूरे सिस्टम की क्षमता का आधार है.
- ♦ नेटवर्क ऑपरेशन में लचीलापन (फ्लेक्सिबिलिटी).

4.10 अलर्टिंग सिगनल्स:

अलर्टिंग सिगनल्स, साधारणतया ऑडियो और/या विजुअल सिगनल्स होते हैं जिनका उपयोग, उपभोक्ता को या ऑपरेटर को इन-कमिंग कॉल के लिए सतर्क करने के लिए किया जाता है. चिर-परिचित, रिंगिंग वोल्टेज जो कि उपभोक्ता को इन-कमिंग कॉल के लिए सतर्क करने के लिए लाइन पर भेजा जाता है, डॉयल टोन, जो कि उपभोक्ता को, कॉल किए जाने वाले उपभोक्ता के नंबर की डॉयलिंग शुरू करने के लिए सतर्क कराती है. हाउलर-टोन, जो कि उस उपभोक्ता को सतर्क करती है जिसका रिसीवर ज्यादा समय से 'ऑफ-हुक' स्थिति में है आदि.

ट्रंक-बोर्ड के संदर्भ में, दूरस्थ एक्सचेंज के सब्सक्राइबर को कनेक्ट करने का निवेदन, एक बत्ती जलाकर किया जाता है. यह एक विजुअल प्रकार का अलर्ट सिगनल है.

4.11 सिगनलिंग और पोस्ट-डॉयलिंग डिले:

कॉल्ल्ड सब्सक्राइबर का आखरी डिजिट डॉयल करने के बाद, कॉल्ल्ड सब्सक्राइबर की ओर रिंगिंग शुरू होने तक लगने वाले समय को 'पोस्ट-डॉयलिंग डिले' कहा जाता है. डायरेक्ट कंट्रोल सिस्टमों में, पाथ-सेट-अप का कार्य, कॉलिंग सब्सक्राइबर के नियंत्रण में रहता है और जैसे ही आखरी डिजिट डॉयल किया जाता है, कॉल्ल्ड सब्सक्राइबर को तुरंत रिंगिंग प्रदान कर दी जाती है, जिससे 'पोस्ट-डॉयलिंग डिले' लगभग 'शून्य' होता है.

कॉमन कंट्रोल सिस्टमों में, डॉयल डिजिट्स और पाथ सेट-अप दोनों अलग-अलग होते हैं, और कॉमन कंट्रोल द्वारा एक पाथ-सिलेक्शन प्रोसीजर शुरू किया जाता है. किन्हीं मामलों में, वैकल्पिक मार्गों की जांच करनी पड़ती है जो कि एक अतिरिक्त 'पोस्ट डॉयलिंग डिले' जोड़ देता है. जबकि लोकल कॉल्ल्स के मामले में, यह डिले ज्यादा नहीं होता लेकिन लंबी दूरी पर स्थित एक्सचेंजों के बीच यह डिले विशेषकर होता है, क्योंकि कॉल को गंतव्य एक्सचेंज तक पहुंचाने के लिए कई और टैंडम/ट्रांजिट एक्सचेंजों से गुजरना पड़ता है.

4.12 निष्कर्ष:

किसी भी स्विचिंग सिस्टम में, सिगनलिंग की बड़ी भूमिका होती है. कॉल स्थापना से संबंधित आवश्यक जानकारी के आदान-प्रदान के अलावा, स्थापित हो चुके कॉल्ल्स के सुपरविजन और कॉल समाप्ति पर, एक्सचेंज-उपस्करों को रिलीज करने का कार्य भी सिगनलिंग द्वारा किया जाता है और अगले कॉल्ल्स के उपकरणों को तैयार रखने का कार्य भी सिगनलिंग द्वारा किया जाता है.

जबकि, सुपरवाइजरी सिगनलिंग द्वारा सब्सक्राइबर लाइन और अन्य एक्सचेंज उपकरणों की स्टेटस, मॉनिटर की जाती है, दूसरी ओर, एड्रेस सिगनलिंग द्वारा, कॉल्ल्ड सब्सक्राइबर तक कॉल को रूट किया जाता है.

इंटर-एक्सचेंज सिगनलिंग के संदर्भ में, खासकर ई एंड एम सिगनलिंग के संदर्भ में, 'इन-बैंड' या 'आउट-ऑफ-बैंड' या फिर 'मल्टी-फ्रीक्वेंसी सिगनलिंग' प्रयुक्त की जाती है। कुछ समय पहले तक, चैनल असोसिएटेड सिगनलिंग का ही प्रयोग किया जाता रहा है, जिसमें सिगनलिंग संदेशों को ले जाने के लिए उसी 'स्पीच-चैनल' का ही उपयोग किया जाता है, जिसमें स्पीच भेजी जाती है। एस.पी.सी. एक्सचेंजों के आगमन से और तेज गति से कॉल सेट-अप की आवश्यकता को पूरा करने के लिए, कॉमन चैनल सिगनलिंग का उपयोग किया जाने लगा है जिसमें, सिगनलिंग और स्पीच चैनलों को अलग-अलग कर दिया गया है। स्पीच और डाटा चैनलों के इंटीग्रेशन के लिए आवश्यक, 'कॉमन चैनल सिगनलिंग' कंप्यूटर नेटवर्किंग की आवश्यकताओं को भी पूरा करती है।

वस्तु-निष्ठ: सही या गलत पहचानें.

1. एक्सचेंज में, सिगनलिंग की आधारभूत आवश्यकता, एक कॉल की स्थापना के लिए होती है. (सही/गलत)
2. उपस्करणों और परिचालन की विधि पर, सिगनलिंग, निर्भर होती है. (सही/गलत)
3. सब्सक्राइबर सिगनलिंग को ही, लोकल एक्सचेंज सिगनलिंग कहते हैं. (सही/गलत)
4. इंटर-एक्सचेंज सिगनलिंग को ट्रंक सिगनलिंग कहते हैं. (सही/गलत)
5. सी.ए.एस. और सी.सी.एस. यह दोनों, सिगनलिंग की विधि हैं. (सही/गलत)
6. सी.ए.एस. में, स्पीच चैनल के साथ ही, सिगनलिंग सूचनाएं भी भेजी जाती हैं. (सही/गलत)
7. सी.सी.एस. में, सभी स्पीच चैनलों की सिगनलिंग सूचनाएं, कॉमन चैनल पर भेजी जाती हैं. (सही/गलत)
8. 'टोन-ऑन' और 'टोन-ऑफ' सिगनलिंग, सेमी-कंटिन्युअस सिगनलिंग हैं. (सही/गलत)
9. 'पल्स' प्रकार की सिगनलिंग, इंपल्स सर्किट के द्वारा निर्मित, पल्स को प्रयुक्त करती हैं. (सही/गलत)
10. सामान्यतया सिगनलिंग ही, स्थिति में बदलाव को दर्शाती है. (सही/गलत)
11. 'एंड-टु-एंड' सिगनलिंग विधि में, बीच के एक्सचेंज सिर्फ एक ट्रांसमिशन-पाथ प्रदान करते हैं. (सही/गलत)
12. ऑडियो-विजुअल सिगनल्स, सब्सक्राइबर को सतर्क(अलर्ट) करने के लिए होते हैं. (सही/गलत)
13. डॉयल-टोन और रिंग-बैक टोन, एक तरह के प्रोग्रेस सिगनल्स हैं. (सही/गलत)
14. सब्सक्राइबर द्वारा डॉयल किए जाने वाले डिजिट्स को 'एड्रेस सिगनलिंग' कहते हैं. (सही/गलत)
15. डी.टी.एम.एफ. सिगनल, 'पल्स' सिगनलों की अपेक्षा ज्यादा तेज होते हैं. (सही/गलत)

विषय-निष्ठ:

1. सिगनलिंग के वर्गीकरण पर लघु-टिप्पणी लिखें.
2. सिगनल्स कितने प्रकार के होते हैं? संक्षिप्त में लिखें.
3. चित्र द्वारा समझाएं कि कैसे दो एक्सचेंज, 'ई एंड एम' ट्रंक पर जोड़े जाते हैं.
4. एड्रेस सिगनलिंग पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखें.
5. सी.सी.एस. और सी.ए.एस. सिस्टमों के बारे में संक्षिप्त में लिखें.

अध्याय 5

टेली-कम्यूनिकेशन ट्राफ़िक थियरी के मूल तत्व

5.1. ट्राफ़िक थियरी के मूल तत्व:

किसी नियत समय में, किसी सर्किट पर, डॉटा की मात्रा या फिर स्तरों (स्टेज) की संख्या, ट्राफ़िक को परिभाषित करती है। 'ट्राफ़िक-सेंसिटिव' उपकरणों पर कॉल करने की कोशिशों और कॉल पूरा होने की गति के बीच परस्पर संबंध भी इस ट्राफ़िक में सम्मिलित है। ट्राफ़िक विश्लेषण, किसी डॉटा-सर्किट और वॉइस-सर्किट के लिए बैंड-विड्थ की मात्रा का निर्धारण करने की अनुमति देता है। ट्राफ़िक-इंजीनियरी, हमें ग्रेड-ऑफ-सर्विस या ब्लॉकिंग फैक्टर को परिभाषित करने के द्वारा सर्विस समस्याओं को संबोधित करती है। सही तरीके से इंजीनियरी किए गये नेटवर्क में, ब्लॉकिंग कम होती है और सर्किटों का अधिकाधिक उपयोग होता है, इसका अर्थ यह होता है कि सर्विस बढ़ गई है और कॉल-दर घट गई है।

5.1.1 घटक:

ट्राफ़िक का विश्लेषण करते समय, कई विभिन्न घटकों पर विचार करना आवश्यक होता है। अति-महत्वपूर्ण घटक निम्न प्रकार हैं-

- ट्राफ़िक लोड मेशरमेंट
- ग्रेड-ऑफ-सर्विस
- ट्राफ़िक के प्रकार
- सैंपलिंग विधियां

हालांकि, अन्य घटक, ट्राफ़िक विश्लेषण के गणन के परिणामों पर प्रभाव डाल सकते हैं, पर उपरोक्त घटक मुख्य हैं। अन्य घटकों के लिए अनुमान लगाया जा सकता है।

5.1.2. ट्राफ़िक लोड मेशरमेंट

किसी नियत समय में, आने वाले कॉल्स तथा उसी नियत समय में, उन कॉल्स की सर्विस में लगने वाले समय का अनुपात ही ट्राफ़िक-लोड है। यह मेशरमेंट यूनिट्स, 'एवरेज़ होल्ड टाइम' (AHT) पर आधारित होते हैं। किसी नियत समय में, सभी कॉल्स के लिए कुल समय को कुल कॉल्स की संख्या से विभाजन, 'एवरेज़ होल्ड टाइम' है, जैसा कि निम्नलिखित उदाहरण में दर्शाया गया है, जहां 23 कॉल्स का कुल समय 3976 सेकंड है।

$$AHT = 3976 \text{ (टोटल कॉल-सेकंड)} / (23 \text{ कॉल्स}) = 172.87 \text{ सेकंड}$$

वर्तमान में, ट्राफ़िक-लोड को मापने के लिए, इरलांग और सेंटम-कॉल सेकंड(CCS), इन दो यूनिटों का उपयोग किया जाता है। किसी एक सर्किट पर 3600 सेकंड के कॉल को एक 'इरलांग' माना जाता है या फिर, सर्किट को व्यस्त रखने के लिए 1 घंटे का पर्याप्त 'ट्राफ़िक लोड' माना जाता है। ट्राफ़िक का इरलांग में मापन, कुल कॉल्स की संख्या और AHT के गुणनफल को 3600 से विभाजित करने पर प्राप्त होता है।

अर्थात्, $\{(कॉल्स \times AHT) / 3600\}$, जैसा कि निम्नलिखित उदाहरण में दर्शाया गया है।

$$(23 \text{ कॉल्स} \times 172.87 \text{ AHT}) / 3600 = 1.104 \text{ इरलांग}$$

एक सी.सी.एस.(सेंटम-कॉल सेकंड), किसी सर्किट पर 100 सेकंड के कॉल के बराबर होता है। सभी 'वॉइस-स्विच' सामान्यतया, ट्राफिक की मात्रा का मापन 'सी.सी.एस.' में करते हैं। सी.सी.एस. द्वारा ट्राफिक का मापन, कुल कॉलों की संख्या और AHT के गुणनफल को 100 से विभाजन करने पर प्राप्त होता है, अर्थात, $\{(कॉल्स \times AHT) / 100\}$, जैसा कि निम्नलिखित उदाहरण में दर्शाया गया है।

$$(23 \text{ कॉल्स} \times 172.87 \text{ AHT})/100 = 39.76 \text{ सी.सी.एस. (CCS)}$$

ज्यादातर स्विचों में सी.सी.एस. का उपयोग करते हैं क्योंकि 100 के अनुक्रम में काम करना आसान है, बजाए 3600 के अनुक्रम में। वैसे तो वास्तविकता में दोनों ही (इरलांग और सेंटम-कॉल सेकंड), मानक यूनिट्स के रूप में पहचाने जाते हैं। इन दोनों का परस्पर संबंध इस प्रकार से है।

$$1 \text{ इरलांग} = 36 \text{ सी.सी.एस.}$$

ट्राफिक(इरलांग में) = (एवरेज कॉल्स की संख्या C, टाइम 'T' में) \times (एवरेज कॉल-होल्डिंग टाइम- h)

$$A = (C \times h) / T. \quad T = 60 \text{ मिनट और } h = \text{घंटे में.}$$

उदाहरण-1

किसी कंपनी द्वारा, व्यस्त समय में, औसतन 120 आउट-गोइंग कॉल्स किए जाते हैं, जिनका औसत 2 मिनट प्रति कॉल की अवधि का है। उसी दौरान, 200 इन-कमिंग कॉल्स भी प्राप्त होती हैं, जिनका औसत 3 मिनट प्रति कॉल की अवधि का है, तब कुल कितना 'ट्राफिक हैंडल' किया गया, बताएं?

उत्तर:

आउट-गोइंग ट्राफिक = $(120 \times 2) / 60$, E = 4 Erlang.

इन-कमिंग ट्राफिक = $(200 \times 3)/60$, E = 10 इरलांग

कुल ट्राफिक = 14 इरलांग

5.1.3. बिज़ी-आवर ट्राफिक:

सामान्यतया हम, अत्यधिक व्यस्त घंटों में, नेटवर्क ट्राफिक का मापन करते हैं, क्योंकि यही वह समय होता है जब नेटवर्क पर अधिकतम ट्राफिक लोड होता है और जिसे नेटवर्क द्वारा सपोर्ट किया जाना चाहिये। इसका परिणाम, 'ट्राफिक लोड मेशरमेंट' प्रदान करता है जिसे सामान्यतया 'बिज़ी-आवर ट्राफिक'(BHT) कहते हैं। कभी-कभी हम, कॉल्स की पूरी तरह से सैंपलिंग नहीं कर पाते हैं या फिर यह अनुमान लगाते हैं कि हम कितने कॉल्स रोज हैंडल कर रहे हैं। इस तरह की स्थितियों में सामान्यतया हम सिर्फ अनुमान लगाते हैं कि हम हर दिन औसतन कितने कॉल्स कर रहे हैं उदाहरण के लिए, हर दिन कॉल्स की संख्या और उनका AHT(एवरेज होल्ड टाइम). मानक व्यावसायिक वातावरण में, किसी नियत दिन के व्यस्त घंटे, लगभग 15% से 20% तक ही उक्त दिन के लिए 'ट्राफिक' माने जाते जाते हैं। हम सामान्यतया, प्रतिदिन के कुल ट्राफिक का 17% का उपयोग, 'पीक-अवर ट्राफिक' के रूप में प्रस्तुत करने के लिए करते हैं। कई व्यापारिक वातावरणों में, साधारणतया, 180 से 210 सेकंड का अनुमानित AHT स्वीकार्य योग्य है। इन अनुमानों के आधार पर, पूरे डॉटा की आवश्यकता के बिना, हम ट्रंकिंग की आवश्यकताओं को निर्धारित कर सकते हैं।

5.2. ग्रेड-ऑफ-सर्विस

सर्किट 'सीज़' करने की कोशिश के दौरान, कॉल-ब्लॉक होने की संभावनाओं को ग्रेड-ऑफ-सर्विस के रूप में परिभाषित किया जाता है। इसे P_{xx} ब्लॉकिंग फैक्टर या ब्लॉकेज लिखा जाता है, इसमें xx का अर्थ है, उन कॉल्स का प्रतिशत, जिन्हें ट्राफिक सिस्टम द्वारा वंचित (ब्लॉक) किया गया है। उदाहरण के लिए, वे ट्राफिक सुविधाएं जिनके लिए ग्रेड-ऑफ-सर्विस P_{01} आवश्यक हो, इस तरह परिभाषित हो सकती हैं कि उपभोक्ताओं को सुविधाओं से वंचित (ब्लॉक) होने की संभावना सिर्फ 1 प्रतिशत है। ग्रेड-ऑफ-सर्विस P_{00} के लिए कभी कभार ही निवेदन किए जाते हैं और ऐसा होना बहुत कम संभव है, क्योंकि ये 100% सुनिश्चित करने के लिए कि कोई भी कॉल ब्लॉक नहीं होगी, हमें एक ऐसा नेटवर्क डिज़ाइन करना पड़ेगा जिसमें कॉलर और सर्किट का अनुपात 1:1 हो और कुछ ट्राफिक फॉर्मूले यह भी अनुमानित करके बनाये गये हैं कि कॉलर्स की संख्या अनगिनत होती है।

उदाहरण 2

व्यस्त घंटों की अवधि में, 1200 कॉल्स किसी ट्रंक के समूह को दिए गये हैं और उनमें से 6 कॉल्स नष्ट हो गये हैं। सभी कॉल्स की औसत अवधि 3 मिनट की है, तो कितना ट्राफिक ले जाया गया और कंजेशन अवधि (कंजेशन पीरियड) कितना है, ज्ञात करें?

उत्तर

$$\begin{aligned} \text{नष्ट हुए कॉल्स की संख्या} &= 6. \quad \text{इसलिए, सफल कॉल्स की संख्या} = (1200 - 6) = 1194. \\ \text{ले जाया गया ट्राफिक} &= (1194 \times 3) / 60 \text{ इरलांग} = 59.7 \text{ इरलांग}. \\ \text{ग्रेड-ऑफ-सर्विस} &= 6 / 1200 = .005 \\ \text{इसलिए, कंजेशन पीरियड} &= .005 \times 3600 \text{ सेकंड} = 18 \text{ सेकंड} \end{aligned}$$

उदाहरण 3

व्यस्त घंटों की अवधि में, 5 मिनट के अंतराल पर बिज़ी लाइनों की संख्या इस प्रकार है: 12, 11, 13, 8, 10, 14, 12, 7, 9, 15, 17 और 16. ज्ञात करें कि कितना ट्राफिक ले जाया गया?

उत्तर

$$\begin{aligned} \text{ले जाया गया ट्राफिक} &= (12 + 11 + 13 + 8 + 10 + 14 + 12 + 7 + 9 + 15 + 17 + 16) / 12 \\ &= 12 \text{ इरलांग} \end{aligned}$$

उदाहरण 4

एक अकेला उपभोक्ता, सुबह 09:00 बजे से शाम 17:00 बजे तक कुल 11 कॉल्स करता है। कॉल की अवधियां क्रमशः 3, 5, 10, 7, 10, 5, 1, 5, 15, 34 और 5 मिनट हैं। ज्ञात करें कि औसतन ट्राफिक इंटेन्सिटी और बिज़ी-अवर ट्राफिक इंटेन्सिटी कितनी है, यदि आखरी के दो कॉल्स बिज़ी-अवर की अवधि में किये गये हों?

उत्तर

$$\begin{aligned} \text{कुल कॉल अवधि} &= (3 + 5 + 10 + 7 + 10 + 5 + 1 + 5 + 15 + 34 + 5) \text{ मिनट} \\ &= 100 \text{ मिनट}. \end{aligned}$$

इसलिए, औसत 'होल्डिंग टाइम'/कॉल की संख्या = $100/11$ मिनट और कॉल आगमन का अनुपात = $11 / 8$ कॉल्स / प्रति घंटा

$$\text{औसत ट्राफिक / प्रति घंटा} = \frac{(100 \times 11) / 8}{(11 \times 60)} \text{ इरलांग} = 0.208 \text{ इरलांग}$$

व्यस्त घंटे की अवधि में, दो कॉल किए गये और दोनों कॉल्स की कुल अवधि = $(34+5)$ मिनट
= 39 मिनट.

इसलिए, औसत कॉल-होल्डिंग टाइम = $39 / (2 \times 60)$ घंटे = 0.325 घंटे.

बिज़ी-अवर में ट्राफिक इंटेन्सिटी = 2×0.325 इरलांग = 0.65 इरलांग.

5.3. ट्राफिक के प्रकार

हम, उन टेली-कम्यूनिकेशन उपस्करों का उपयोग कर सकते हैं जो कि ट्राफिक को, वर्णित डॉटा रिकॉर्ड करने का प्रस्ताव देते हैं. लेकिन दुर्भाग्यवश, ज्यादातर सैंपल्स जो कि प्राप्त होते हैं, वे इस पर आधारित होते हैं कि सिस्टम पर कितना ट्राफिक ले जाया गया, ना कि इस पर कि सिस्टम द्वारा कितना ट्राफिक लोड प्रस्तावित है. ले जाया जाने वाला ट्राफिक, वह ट्राफिक है जो कि वास्तव में टेलीकम्यूनिकेशन उपस्करों द्वारा सेवार्थ होता है. प्रस्तावित ट्राफिक ही असली ट्राफिक की मात्रा है जिसे उपस्करों पर ले जाया गया है. यहां इस बात को नोट किया जाना चाहिए कि उपरोक्त दोनों प्रकार से ले जाये गये ट्राफिक, हमारी गणना में कुछ गलतियां पैदा कर सकते हैं.

हमारे पास जितनी ज्यादा मात्रा में ब्लॉकेज होगा, उतना ही ज्यादा, ले जाए जाने वाले लोड और प्रस्तावित लोड (ऑफर्ड-लोड) का अंतर भी होगा. हम निम्नलिखित सिद्धांत द्वारा, ले जाए जाने वाले लोड से प्रस्तावित लोड की गणना कर सकते हैं.

$$\text{ऑफर्ड लोड} = \text{ले जाया जाने वाला लोड (कैरीड लोड)} / (1 - \text{ब्लॉकिंग फैक्टर})$$

दुर्भाग्यवश, इस सिद्धांत में इस बात से कोई संबंध नहीं है कि, जब कॉलर को ब्लॉक किया गया तब उस कॉलर ने कितनी बार कॉल करने का लगातार प्रयास किया. इसके लिए निम्नलिखित सिद्धांत का उपयोग करते हुए, हम इस लगातार किए गये प्रयासों को भी गणना में सम्मिलित कर सकते हैं.

$$\text{ऑफर्ड लोड} = \text{कैरीड-लोड (ले जाया गया लोड)} \times \text{'ऑफर्ड लोड' एडजस्टमेंट फैक्टर (OAF)}.$$

$OAF = [1.0 - (R \times \text{ब्लॉकिंग फैक्टर})] / (1.0 - \text{ब्लॉकिंग फैक्टर})$, यहां, R, संभावित री-ट्राइ का प्रतिशत है. उदाहरणार्थ, 60 प्रतिशत री-ट्राइ रेट के लिए, $R = 0.6$

5.4. सैंपलिंग की विधियां

किसी भी ट्राफिक विश्लेषण की सटीकता इस बात पर भी निर्भर करेगी कि हमारी सैंपलिंग की विधियां कितनी सटीक हैं. निम्नलिखित मापदंड, ट्राफिक लोड के प्रस्तुतीकरण को बदल देंगे.

- वीक-डेज़ वर्सेस वीक-डेज़ (साप्ताहिक दिनों के विरुद्ध साप्ताहिक दिन)
- हॉलिडेज़ (छुट्टियां)
- ट्राफिक के प्रकार (आधुनिक विरुद्ध पारंपरिक वॉइस ट्राफिक)

- प्रत्यक्ष(अपारेंट) लोड वर्सेस ऑफर्ड लोड
- सैंपल पीरियड
- लिए गये कुल सैंपलों की संख्या
- सैंपल पीरियड की स्थिरता(स्टेबिलिटी).

आई.टी.यू.- टी. में यह सुझाव दिया गया है कि सभी पी.एस.टी.एन. के कनेक्शनों का मेशरमेंट या रीड-आउट पीरियड, 60 मिनट का होना चाहिए और/या 15 मिनट के अंतराल में होना चाहिए. ये अंतराल बहुत महत्वपूर्ण होते हैं क्योंकि ये अंतराल (इंटरवल), किसी निश्चित अवधि में, ट्राफिक-इंटेंसिटी का आकलन करने में मदद करते हैं. अगर हम पूरे दिन मेशरमेंट शुरू रखें, तब हम यह पता लगा सकते हैं कि उस दिन, ट्राफिक के सर्वाधिक व्यस्त घंटे (पीक-अवर ऑफ ट्राफिक) कौन से हैं.

‘पीक डेली ट्राफिक’ के निर्धारण के लिए दो प्रकार प्रस्तावित हैं.

डेली-पीक पीरियड (DPP): यह पूरे दिन का उच्चतम ट्राफिक मात्रा की गणना को रिकॉर्ड करता है. इस विधि के लिए, निरंतर मेशरमेंट चालू रखना आवश्यक है और उन विशिष्ट वातावरणों में प्रयुक्त किया जाता है जहां, हर दिन का ‘पीक-अवर’ अलग-अलग हो सकता है. निम्नलिखित उदाहरण में, टोटल-ट्राफिक-लोड की गणना करने के लिए डी.पी.पी. का उपयोग किया गया है.

	सोमवार	मंगलवार	बुधवार	गुरुवार	शुक्रवार	कुल लोड
पीक-ट्राफिक	12.7	12.2	12.5	12.2	12.3	61.9
पीक-टाइम	सु.9 बजे	दो. 2 बजे	सु.10 बजे	सु.10 बजे	सु.11 बजे	

फिक्स्ड डेली मेशरमेंट इंटरवल (FDMI): इस विधि में केवल, पूर्वनिर्धारित पीक-पीरियड की अवधियों के मेशरमेंट की ही आवश्यकता होती है. यह विधि तब उपयोग में लाई जाती है जब, कुछ हद तक ट्राफिक-पैटर्न का अनुमान लगाया जा सकता है और पीक-पीरियड, नियमित अंतराल में आते हैं. व्यावसायिक ट्राफिक सामान्यतया सुबह 10:00 बजे. से 11:00 बजे तथा दोपहर 2:00 बजे से 3:00 बजे के बीच सर्वाधिक ‘पीक’ पर होता है. निम्नलिखित उदाहरण में, FDMI सैंपलिंग का उपयोग किया गया है, जिसमें हम देखते हैं कि सर्वाधिक टोटल-ट्राफिक लोड का सबसे व्यस्ततम घंटा यानि, सुबह 10:00 बजे, जिसमें टोटल-ट्राफिक-लोड 60.6 इरलांग, दर्शाया गया है.

घंटे	सोमवार	मंगलवार	बुधवार	गुरुवार	शुक्रवार	कुल लोड
9 AM	12.7	11.5	10.8	11.0	8.6	54.6
10 AM	12.6	11.8	12.5	12.2	11.5	60.6
11 AM	11.1	11.3	11.6	12.0	12.3	58.3
12 PM	9.2	8.4	8.9	9.3	9.4	45.2
1 PM	10.1	10.3	10.2	10.6	9.8	51.0
2 PM	12.4	12.2	11.7	11.9	11.0	59.2
3 PM	9.8	11.2	12.6	10.5	11.6	55.7
4 PM	10.1	11.1	10.8	10.5	10.2	52.7

आई.टी.यू.-टी E.492 सिफारिश में, किसी एक पूरे माह के लिए, उच्च लोड-ट्राफिक-इंटेंसिटी को निर्धारित करने के लिए भी सिफारिश सम्मिलित की गई है। सिफारिश E.492 के अनुसार, उस माह के लिए, सामान्य लोड-ट्राफिक-इंटेंसिटी को चतुर्थ (4th) उच्चतम डेली-पीक-ट्राफिक के रूप में परिभाषित किया गया है। यदि हम, उस माह के लिए, द्वितीय (2nd) उच्चतम मेशरमेंट का चुनाव करें तो, हाइ-लोड ट्राफिक-इंटेंसिटी का परिणाम दिखाई देगा। यह परिणाम, हमें अनुमानित मासिक ट्राफिक-लोड परिभाषित करने की अनुमति देता है।

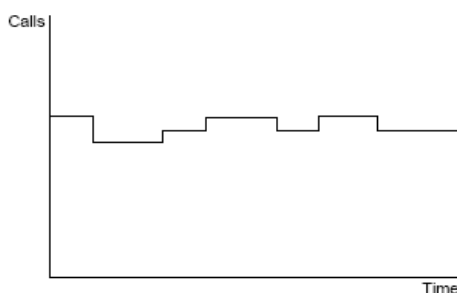
ट्राफिक इंजीनियरी के लिए विचारधाराएं

- व्यस्ततम सीज़न में, ट्राफिक-लोड या औसत बिज़ी-अवर के आधार पर स्विचों का प्रबंध करना।
- ऑफिस बिज़ी-अवर का उपयोग, संपूर्ण प्रबंधन के लिए, इंजीनियरी के लिए तथा अनुरक्षण के लिए किया जाता है।
- जब लोड बहुत अधिक होता है, तब एक या दो हफ्तों के प्रत्येक दिन में, आधे घंटे के अंतराल पर ट्राफिक-डॉटा एकत्रित किया जाता है।
- 'ट्रंक-ग्रुप बिज़ी-अवर' को 'टाइम-कंसिस्टेंट अवर' भी कहा जाता है, जब ट्रंक-ग्रुप पर अत्याधिक लोड होता है।
- हर माह में, बिज़ी-अवर के लिए ट्राफिक डॉटा एकत्रित किया जाता है ताकि अधिक लोड लिया जा सके।
- पीक-सीज़न में, किसी व्यावसायिक दिन के लिए बिज़ी-अवर के लिये औसत लोड को ही औसत 'बिज़ी-अवर' या बिज़ी-सीज़न कहते हैं।
- ग्रेड-ऑफ-सर्विस (लॉस्ट कॉल या अटेंप्ट-कॉल), जितना संभव हो कम होना चाहिए।

कॉल अराइवल पैटर्न: उपयुक्त ट्राफिक मॉडल का चयन करने में पहला कदम यह है कि, कॉल अराइवल पैटर्न को निर्धारित किया जाए क्योंकि भिन्न-भिन्न कॉल-अराइवल पैटर्न, भिन्न-भिन्न तरीके से ट्राफिक सुविधाओं को प्रभावित करते हैं। तीन तरह के कॉल अराइवल पैटर्न निम्न प्रकार से हैं, और उनका वर्णन निम्नलिखित भागों में किया गया है।

- स्मूथ कॉल अराइवल पैटर्न
- पीकड कॉल अराइवल पैटर्न
- रैंडम कॉल अराइवल पैटर्न

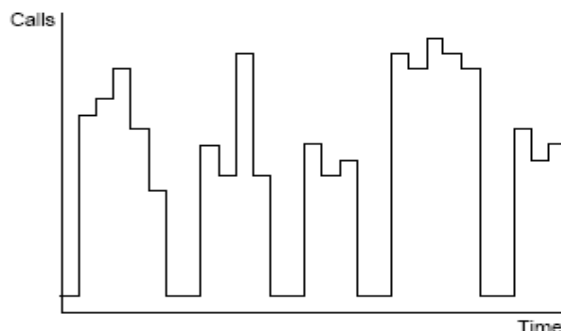
जब ट्राफिक में ज्यादा उतार-चढ़ाव नहीं होते तब स्मूथ ट्राफिक पैटर्न तैयार होते हैं। कॉल-होल्ड टाइम और कॉल इंटर-अराइवल टाइम का पूर्वानुमान लगाया जा सकता है और किसी भी समय, ट्राफिक का अनुमान लगाने के लिए हमें अनुमत करता है, जब कॉल-अराइवल सोर्स की संख्या सीमित हो। स्मूथ-कॉल अराइवल पैटर्न को दर्शाने के लिए, कॉल वर्सेस टाइम का ग्राफ, चित्र 5.1 में इस प्रकार दिखाई देगा।



चित्र - 5.1 स्मूथ ट्राफिक पैटर्न

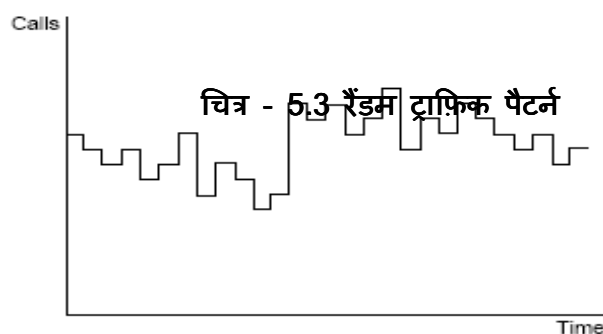
पीकड ट्राफिक पैटर्न में, ट्राफिक दर्शाने के लिए, ग्राफ के जरिए से, ऊंचे 'स्पाइक'(खड़ी टेकड़ी के आकार की) बने होते हैं, इस कॉल अराइवल पैटर्न को हाइपर-एक्सपोनेंशियल अराइवल पैटर्न भी कहते हैं। कभी-कभी ऐसा भी होता है कि हम यह इंजीनियरी करना चाहेंगे कि, इस तरह के आने वाली कॉल्स के ट्राफिक पैटर्न को एक ही ट्रंक-ग्रुप बारी-बारी से संभाले। लेकिन, सामान्यतया हमें चाहिए कि हम इस तरह के ट्राफिक पैटर्न को संभालने के लिए पर्याप्त संसाधनों की व्यवस्था करें ताकि 'पीक-ट्राफिक' संभाला जा सके।

उदाहरण के लिए, एक साथ 30 कॉल्स संभालने के लिए, हमें 30 ट्रंकों की जरूरत पड़ेगी। पीकड कॉल अराइवल पैटर्न को दर्शाने वाला, कॉल वर्सेस टाइम का ग्राफ चित्र 5.2 में इस प्रकार दिखाई देगा।



चित्र - 5.2 पीकड ट्राफिक पैटर्न

रैंडम ट्राफिक पैटर्न, वास्तव में रैंडम(अनियमित) होते हैं। इन्हें एक्सपोनेंशियल डिस्ट्रीब्यूशन (घातांक-विभाजन यानि हर समय किसी ना किसी ट्रंक पर लोड रहता है और जिस प्रकार किसी संख्या के लिए घातांक बंटता जाता है उसी तरह यहां भी लोड बंटता जाता है) भी कहा जाता है। रैंडम ट्राफिक पैटर्न वहां बनते हैं जहां पर अधिकांश कॉलर होते हैं और थोड़ा ट्राफिक भी जनरेट होता है। सामान्यतया हमें, इस तरह के रैंडम ट्राफिक पैटर्न, प्राइवेट ब्रांच एक्सचेंजों में दिखाई देते हैं। इस तरह की परिस्थितियों में, आवश्यक सर्किटों की संख्या, जो हमें चाहिए होगी, वह 1 से 30 सर्किट के बीच होगी। रैंडम कॉल अराइवल पैटर्न के लिए, कॉल वर्सेस टाइम का ग्राफ, चित्र 5.3 में दर्शाए अनुसार दिखाई देगा।



चित्र - 5.3 रैंडम ट्राफिक पैटर्न

5.5. ब्लॉकड कॉल्स

एक ब्लॉकड कॉल, वह कॉल होता है जिस पर तुरंत ही सर्विस ना दी गई हो। कॉल्स को तब भी ब्लॉकड मान लिया जाता है जब यदि उन्हें किसी अन्य ट्रंक-ग्रुप की ओर री-रूट कर दिया गया हो, 'क्यू' (कतार) में रखा गया हो, या फिर किसी तरह का टोन या अनाउंसमेंट उपभोक्ता को भेजा गया हो। ब्लॉकड कॉल का प्रकार, उस ट्राफिक मॉडल को निर्धारित करता है जिसे ब्लॉकड कॉल के लिए चुना गया हो, क्योंकि ब्लॉकड कॉल्स भिन्न-भिन्न ट्राफिक लोड के फलस्वरूप होते हैं। ब्लॉकड कॉल्स के मुख्य प्रकार निम्नलिखित हैं।

लॉस्ट कॉल्स हेल्ड (LCH): ये, वे ब्लॉकड कॉल्स हैं जो नष्ट हो चुके हैं और दोबारा नहीं आएंगे। प्रारंभ में, लॉस्ट कॉल्स हेल्ड (LCH) इस सिद्धांत पर आधारित था कि, जितने भी कॉल्स, ट्राफिक सिस्टम पर आते थे, उन्हें कुछ सीमित समय के लिए रोक (होल्ड) कर लिया जाता था। सभी कॉल्स के साथ-साथ, वे कॉल्स भी जिन्हें ब्लॉक किया गया, इसका अर्थ यह है कि कॉल्स तब तक रोके जाते थे जब तक कि, कॉल नष्ट होने की निर्धारित अवधि भी समाप्त ना हो जाए।

लॉस्ट कॉल्स क्लीयर्ड (LCC): ये ब्लॉकड कॉल्स सिस्टम से मिटा दिए जाते हैं, अर्थात जब कॉलर को ब्लॉक कर दिया जाता है तब उसका कॉल किसी अन्य जगह पर चला जाता है, (मुख्यतया किसी अन्य ट्राफिक सेंसिटिव फैसिलिटी पर)

लॉस्ट कॉल डिलेड (LCD): ये ब्लॉकड कॉल्स, सिस्टम में तब तक बनें रहते हैं जब तक कि इन कॉलों को सर्विस प्रदान करने की व्यवस्था, सिस्टम में उपलब्ध रहती है। LCD का उपयोग मुख्यतया कॉल-सेंटर जैसे जगहों पर किया जाता है या फिर डॉटा सर्किट्स पर क्योंकि ट्राफिक-लोड के साथ संयोजन में देरी (डिले) ही, LCD के लिए मुख्य घटक होगा।

लॉस्ट कॉल्स री-ट्राइड (LCR): LCR यह अनुमान लगाता है कि जब एक बार कॉल ब्लॉक हो जाती है तब ब्लॉक किए गये कॉलर (उपभोक्ताओं) में से कुछ कॉलर, दोबारा कॉल लगाने की कोशिश करते हैं जब तक कि उन्हें सर्विस नहीं मिल जाती। LCR, LCC मॉडल का एक यौगिक है और इसका उपयोग विस्तारित इरलांग B मॉडल में किया जाता है।

5.6. टेलीफोन ट्राफिक में संभावनाएं:

टेलीफोन एक्सचेंज में, कॉल-ओरिजिनेशन और कॉल-टर्मिनेशन, दोनों ही स्वतंत्र और अनियमित (रैंडम) घटनाएं हैं। टेलीफोन ट्राफिक में संभावनाओं को दूढ़ने के लिए निम्नलिखित अनुमानों की आवश्यकता होती है।

- प्रत्येक कॉल के प्रयास में, सफलता (P) की संभावना रहती है और विफलता (1-A) की संभावना भी रहती है।
- प्रत्येक कॉल के प्रयास का परिणाम, एक स्वतंत्र अनियमित (रैंडम) घटना होती है।
- संभावनाओं का अपना एक सांख्यिकीय संतुलन होता है, यानि कि ये संभावनाएं बदलती नहीं हैं।
- किसी विशिष्ट कॉम्बिनेशन, 'x' सफल कॉल और N-x विफल हुए कॉल की संभावनाएं निम्नलिखित धारणा से दर्शाई जाती हैं।

$$P^x \times (1-P)^{n-x}.$$

- यदि x, किसी T समय में, इन-कमिंग कॉल की संख्या है और μ , औसत कॉल की संख्या, समय T में प्राप्त हुई हैं, तब कॉल अराइवल की संभावना को निम्नलिखित सिद्धांत से दर्शाया जाता है।

$$P(x) = (\mu^x / x!) e^{-\mu}.$$

- क्योंकि प्रत्येक कॉल-अराइवल और कॉल-टर्मिनेशन, दोनों स्वतंत्र अनियमित (रैंडम) घटनाएं हैं, तब कॉल की अवधि, दिए गये समय 'T' से ज्यादा या फिर बराबर होने की संभावना इस प्रकार होगी।

$$P(T \geq t) = e^{-t/h}, \text{ जहां, 'h' औसत होल्डिंग टाइम है.}$$

उदाहरण 5

औसतन, प्रत्येक 5 सेकंड में एक कॉल आता है। 10 सेकंड की अवधि के दौरान, यह संभावनाएं ज्ञात करें कि, नो-इन-कमिंग कॉल की संभावना, एक कॉल आने की संभावना, दो कॉल आने की संभावना, दो कॉल से ज्यादा आने की संभावना कितनी होगी?

उत्तर

संभावनाएं निम्न प्रकार हैं:

$$a) \text{ नो-कॉल अराइविंग } = (2^0 / 0!) \times e^{-2} = e^{-2} = 0.135$$

$$b) \text{ एक कॉल का आना } = (2^1 / 1!) \times e^{-2} = 2 \times e^{-2} = 0.27$$

$$c) \text{ दो कॉल का आना } = (2^2 / 2!) \times e^{-2} = 2 \times e^{-2} = 0.27$$

$$d) \text{ दो कॉल से ज्यादा कॉल का आना } = 1 - (0.135 + 0.27 + 0.27) = 1 - 0.675 = 0.325$$

उदाहरण 6

किसी एक्सचेंज की औसत कॉल-अवधि 2 मिनट है। एक कॉल पहले ही 4 मिनट तक चला। संभावनाएं ज्ञात करो कि एक कॉल, 4 मिनट और ज्यादा चला और एक कॉल, अगले 4 मिनटों के भीतर ही समाप्त हो गया।

उत्तर

a) कम से कम 4 मिनट तक चलने वाली कॉल

$$P(T \geq t) = e^{-t/h} = e^{-4/2} = e^{-2} = 0.135.$$

b) अगले 4 मिनट के अंदर कॉल समाप्त होने की संभावना।

$$P(T \leq t) = 1 - P(T \geq t) = 1 - 0.135 = 0.865$$

5.7. लॉस्ट-कॉल की संभावना:

लॉस्ट-कॉल की संभावनाओं की गणना निम्नलिखित विधि द्वारा की जाती है।

मान लो कि एक थोड़ा समय δt है, जहां एक से अधिक घटनाओं के होने की संभावना न के बराबर है, तब किसी घटना के घटित होने की संभावना निम्नलिखित सिद्धांत द्वारा दी जा सकती है।

$$\text{एक कॉल-अराइविंग} = P(a), \text{ एक कॉल-एंडिंग} = P(e) \text{ और}$$

$$\text{कॉल स्टेटस में कोई बदलाव नहीं} = [1 - P(a) - P(e)]$$

यदि, आने वाले कॉल की औसत संख्या, औसत होल्डिंग टाइम के दौरान 'A' है तो,

$$P(a) = (A \times \delta t) / h$$

यदि 'k' कॉल चल रही हैं तब,

$$P(e) = (K \times \delta t) / h.$$

यदि, किसी समय 'i' में 'j' कॉल चल रही हैं तब, 'j' से 'k' में (k=बिज़ी स्टेट) ट्रांजिशन की संभावना निम्नलिखित प्रकार से दी जा सकती है।

$$P(j \text{ to } k) = P(j) \times P(a) = P(j) \times (A \times \delta t) / h$$

यदि, किसी समय 't' में 'k' कॉल्स चलने की संभावना $P(k)$ है तब 'k' से 'j' में ('j' = ट्रंक बिज़ी स्टेट) ट्रांज़िशन की संभावना निम्नलिखित प्रकार से दी जा सकती है.

$$P(k \text{ to } j) = P(k) \times P(e) = P(k) \times (K \times \delta t) / h$$

$$\text{किन्तु, } P(j \text{ to } k) = P(k \text{ to } j). \text{ So, } P(k) = (A / K) \times P(j).$$

$$\text{इसलिए, } P(1) = (A / 1) P(0), P(2) = (A / 2) P(1) = (A/2) (A/1) P(0) = (A^2 / 2!) P(0),$$

$$P(3) = (A / 3) P(2) = (A/3) (A^2 / 2!) P(0) = (A^3 / 3!) P(0) \text{ और इसी तरह आगे}$$

और इसका साधारण रूप $P(x) = (A^x / x!) P(0)$

लॉस्ट कॉल के अनुमान से यह ज्ञात होता है कि किसी कॉल प्रयास के दौरान कंजेशन की स्थिति को तुरंत ही दूर कर दिया जाता है.

यदि कॉल प्रयासों की संख्या $0 \leq x \leq N$ है, जहां, 'N' उपलब्ध लिंकों की संख्या है.

$$\sum_{x=0}^N P(x) = \sum_{x=0}^N (A^x / x!) P(0). \text{ But, the L.H.S. is always equal to 1. This gives}$$

$$P(0) = \frac{1}{\sum_{x=0}^N (A^x / x!)} \text{ and}$$

$$P(x) = \frac{(A^x / x!)}{\sum_{x=0}^N (A^x / x!)}$$

यहां, $P(x)$, ग्रेड-ऑफ-सर्विस है और $E_{1,N}(A)$ के रूप में लिखा जा सकता है. इसे इरलांग 'B' फॉर्मूला भी कहते हैं.

5.8. इरलांग का लॉस्ट कॉल फॉर्मूला:

लॉस्ट कॉल्स की संभावना, सर्किट्स की पूर्ण उपलब्धता पर निर्भर करती है. अर्थात्, प्रत्येक ओरिज़िनेटिंग कॉल को किसी फ्री-आउट-गोइंग ट्रंक पर जोड़ा जा सकता है और टर्मिनेटिंग लाइन पर स्विचिंग से जोड़ा जा सकता है, यदि ट्रंक फ्री हो तो लॉस्ट कॉल की संभावना यह अर्थ बतलाती है कि, जब कभी भी कॉल प्रयासों के दौरान कंजेशन की स्थिति उत्पन्न हो तब, उपभोक्ता को नये कॉल के लिए दोबारा प्रयास करने का मौका मिले. इसका परिणाम यह होता है कि कंजेशन के समय में भी, कॉल प्रयासों की संख्या बढ़ जाती है.

कंजेशन की संभावना $P(N)$ ही, ग्रेड-ऑफ-सर्विस है, जिसे निम्नलिखित सिद्धांत द्वारा दर्शाया जाता है.

$$E_{1,N-1} = \frac{A^{N-1}}{(N-1)!} \bigg/ \sum_{x=0}^N (A^x / x!) .$$

$$\text{So, } \sum_{x=0}^N (A^x / x!) = \frac{A^{N-1} / (N-1)!}{E_{1,N-1}(A)} + A^N / N! . \text{ This leads to}$$

$$E_{1,N}(A) = \frac{A [E_{1,N-1}(A)]}{N + A [E_{1,N-1}(A)]}$$

उदाहरण 7

20 ट्रंकों का एक समूह जो कि 0.01 ग्रेड-ऑफ-सर्विस प्रदान करता है तथा जब उस ट्रंक-ग्रुप पर 12 इरलांग का ट्राफिक प्रस्तावित किया जाता है.

- यदि इसमें एक और ट्रंक मिला दिया जाए तब, ग्रेड-ऑफ-सर्विस में कितनी वृद्धि होगी?
- यदि उपरोक्त ट्रंक-समूह से एक ट्रंक को सर्विस से हटा दिया जाए तब, ग्रेड-ऑफ-सर्विस पर क्या प्रभाव पड़ेगा या क्या नुकसान होगा?

उत्तर

- इरलांग लॉस्ट-कॉल फॉर्मूले के द्वारा, ग्रेड-ऑफ-सर्विस का पता, निम्न सिद्धांत द्वारा लगाया जा सकता है.

$$E_{1,N}(A) = \frac{A [E_{1,N-1}(A)]}{N + A [E_{1,N-1}(A)]}$$

$$\text{So, } E_{1,21}(12) = \frac{12 [E_{1,20}(12)]}{21 + 12 [E_{1,20}(12)]} = \frac{12 \times 0.01}{21 + 12 \times 0.01} = \frac{0.12}{21.12} = 0.0057$$

$$\text{b) } E_{1,20}(12) = \frac{12 [E_{1,19}(12)]}{20 + 12 [E_{1,19}(12)]}$$

$$\text{or } 0.01 = \frac{12 [E_{1,19}(12)]}{20 + 12 [E_{1,19}(12)]}$$

$$\text{or } 0.2 + 0.12 [E_{1,19}(12)] = 12 [E_{1,19}(12)]$$

$$\text{So, } [E_{1,19}(12)] = 0.2 / 11.88 = 0.017$$

5.9. डिजिटल एक्सचेंजों में ट्राफिक मेशरमेंट की आवश्यकता:

ओरिजिनेटिंग और टर्मिनेटिंग ट्राफिक दोनों की ट्राफिक इंटेन्सिटी का मापन (मेशरमेंट) और विश्लेषण जरूर किया जाना चाहिए.

a) ओरिजिनेटिंग ट्राफिक:

- कॉल- प्रयत्नों की संख्या.
- कॉल प्रयत्नों के परिणाम स्वरूप 'सीज़' हुए कॉलों की संख्या.
- उत्तरित कॉलों की संख्या.
- निम्न कारणों से अमान्य कॉलों की संख्या.
 1. डॉयलिंग ना होना
 2. अधूरी डॉयलिंग
 3. अनुचित अमान्य नंबर (डिज़िट) डॉयलिंग
- स्विचिंग नेटवर्क द्वारा ब्लॉकिंग.
- संसाधनों (रिसोर्सेस) की अनुपलब्धता (कंजेशन)
- सिस्टम की खराबियां

b) टर्मिनेटिंग ट्राफिक:

- कॉल- प्रयत्नों की संख्या
- उत्तरित कॉल्स की संख्या.
- किसी वजह से एक्सचेंज के कॉलों का रूट ना होना.
- किसी वजह से सब्सक्राइबर के कॉलों रूट ना होना
 1. बिज़ी
 2. कोई प्रतिक्रिया ना होना (नो-रिसपॉन्स)
 3. प्रतिबंधित 'क्लास-ऑफ-सर्विस'

5.10. सी.डॉट 128 P RAX में ट्राफिक प्रबंधन:

सी.डॉट 128P RAX के संदर्भ में, ट्राफिक एडमिनिस्ट्रेशन फंक्शन और सर्विसेस, मॉटेनेंस सुपरवाइज़र को, ट्राफिक-कमांड द्वारा उपलब्ध होते हैं. जैसे ही इस 'कमांड-मोड' में जाते हैं, सुपरवाइज़र, निम्नलिखित 'सब-कमांड' का उपयोग करके विभिन्न ट्राफिक-डॉटा प्राप्त कर सकता है.

- 1 - कॉल प्रयासों का डॉटा
- 2 - एक्सचेंज के भीतर, उत्तरित कॉल्स.
- 3 - 0, X, 9 की दिशा में कंजेशन
- 5 - 0, X, 9 की दिशा में आउट-गोइंग
- 6 - 0, X, 9 की दिशा से इन-कमिंग
- 7 - बिना डॉयलिंग के कॉल निरस्त हो जाना.
- 8 - अधूरी डॉयलिंग के कारण कॉल निरस्त हो जाना.
- 9 - अवैध नंबर डॉयलिंग के कारण कॉल निरस्त हो जाना.

जितनी अवधि के लिए ट्राफिक डॉटा चाहिए होता है, उस अवधि को, कमांड द्वारा सिस्टम में बताना जरूरी होता है.