

इलेक्ट्रॉनिक्स और संचार अभियांत्रिकी विभाग

प्रयोगशाला मैनुअल

ऑप्टिकल संचार प्रयोगशाला

डॉ गौरव उपाध्याय(प्रयोगशाला समन्वयक)

सेमेस्टर-6



मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान, भोपाल- 462003
Maulana Azad National Institute of Technology Bhopal-462003

अनुक्रमणिका

क्रमांक।	अध्याय	पृष्ठ सं.
1	प्रयोग संख्या 1 फाइबर ऑप्टिक एनालॉग लिंक सेट अप करना	35
2	प्रयोग संख्या 2 फाइबर ऑप्टिक डिजिटल लिंक स्थापित करना	44
3	प्रयोग संख्या 3 ऑप्टिकल फाइबर में नुकसान का अध्ययन	51
4	प्रयोग संख्या 4 संख्यात्मक एपर्चर का मापन	58
5	प्रयोग संख्या 5 फाइबर ऑप्टिक एलईडी और फोटो डिटेक्टर की विशेषताओं का अध्ययन	62
6	प्रयोग संख्या 6 समय विभाजन बहुसंकेतन का अध्ययन	73
7	प्रयोग संख्या 7 16-चैनल डिजिटल टीडीएम उत्पादन का अध्ययन	77
8	प्रयोग संख्या 8 मैनचेस्टर कोडिंग और डिकोडिंग का अध्ययन	85
9	प्रयोग संख्या 9 समय विभाजन डिमल्टीप्लेक्सिंग का अध्ययन	91
10	प्रयोग संख्या 10 पीसीएम वॉयस कोडिंग और कोडेक फ्रीक्वेंसी रिस्पॉन्स का अध्ययन	99
11	प्रयोग संख्या 11 बिट त्रुटि दर का मापन	105
12	प्रयोग संख्या 12 नेत्र पैटर्न का अध्ययन	111

EXPERIMENT NO. 1

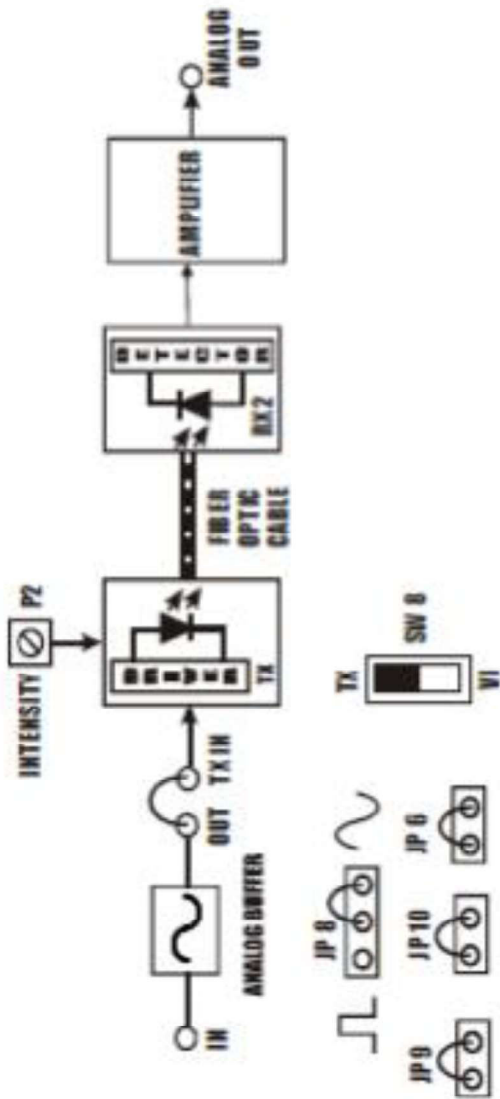
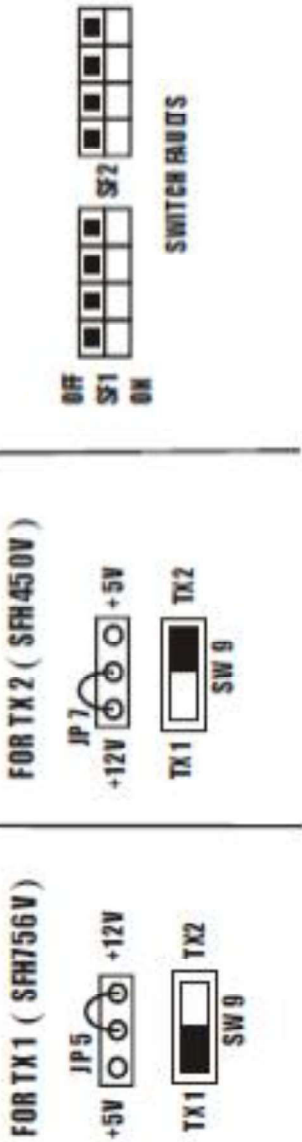


FIG. 11 BLOCK DIAGRAM FOR SETTING UP FIBER OPTIC ANALOG LINK

JUMPER SETTING DIAGRAM FOR ANALOG LINK



प्रयोग संख्या 1

नाम

फाइबर ऑप्टिक एनालॉग लिंक एवं बैंडविड्थ मापन की स्थापना।

उद्देश्य

इस प्रयोग का उद्देश्य 660 एनएम/950 एनएम फाइबर ऑप्टिक एनालॉग लिंक का अध्ययन करना है। इस प्रयोग में आप इनपुट सिग्नल और प्राप्त सिग्नल के बीच के संबंध का अध्ययन करेंगे।

लिखित

फाइबर ऑप्टिक लिंक का उपयोग डिजिटल और एनालॉग सिग्नल दोनों के प्रसारण के लिए किया जा सकता है। मूल रूप से एक फाइबर ऑप्टिक लिंक में तीन मुख्य तत्व होते हैं, एक ट्रांसमीटर, एक ऑप्टिकल फाइबर और एक रिसीवर। ट्रांसमीटर मॉड्यूल इनपुट सिग्नल को विद्युत रूप में लेता है और फिर उसे समान जानकारी वाली ऑप्टिकल (प्रकाश) ऊर्जा में बदल देता है। ऑप्टिकल फाइबर वह माध्यम है, जो इस ऊर्जा को रिसीवर तक पहुंचाता है। रिसीवर पर, प्रकाश को उसी पैटर्न के साथ वापस विद्युत रूप में परिवर्तित किया जाता है, जैसा कि मूल रूप से ट्रांसमीटर को खिलाया गया था।

ट्रांसमीटर

फाइबर ऑप्टिक ट्रांसमीटर आमतौर पर एक बफर, ड्राइवर और ऑप्टिकल स्रोत से बने होते हैं। बफर इलेक्ट्रॉनिक्स ट्रांसमीटर और डेटा की आपूर्ति करने वाली विद्युत प्रणाली के बीच एक विद्युत कनेक्शन और अलगाव दोनों प्रदान करता है। ड्राइवर इलेक्ट्रॉनिक्स ऑप्टिकल स्रोत को इस तरह से विद्युत शक्ति प्रदान करता है कि ट्रांसमीटर को खिलाए जा रहे डेटा के पैटर्न की नकल करता है। अंत में ऑप्टिकल स्रोत (LED) विद्युत प्रवाह को उसी पैटर्न के साथ प्रकाश ऊर्जा में परिवर्तित करता है। किट के साथ आपूर्ति की गई LED SFH756V दृश्यमान प्रकाश स्पेक्ट्रम के अंदर काम करती है। इसका ऑप्टिकल आउटपुट 660 एनएम के निकट दृश्यमान तरंगदैर्घ्य पर केंद्रित है। उत्सर्जन स्पेक्ट्रम व्यापक है, इसलिए जब एलईडी चालू होती है तो आमतौर पर एक गहरे लाल रंग की चमक देखी जा सकती है। किट के साथ आपूर्ति की गई LED SFH450V दृश्यमान प्रकाश स्पेक्ट्रम के बाहर काम करती है। इसका ऑप्टिकल आउटपुट 950 एनएम के निकट अवरक्त तरंगदैर्घ्य पर केंद्रित है।

रिसीवर

रिसीवर का कार्य ऑप्टिकल ऊर्जा को विद्युत रूप में परिवर्तित करना है, जिसे फिर प्रेषित विद्युत संकेत को उसके मूल रूप में पुनः पेश करने के लिए वातानुकूलित किया जाता है। किट में इस्तेमाल किए गए डिटेक्टर SFH250V में डायोड प्रकार का आउटपुट है। डिटेक्टर के मामले में आमतौर पर विचार किए जाने वाले पैरामीटर इसकी अधिकतम तरंगदैर्घ्य और प्रतिक्रिया समय पर इसकी प्रतिक्रिया है। SFH250V में 950 एनएम पर घटना ऑप्टिकल ऊर्जा के μ प्रति 10 μ डब्ल्यू के बारे में 4 ए की प्रतिक्रिया है और इसका उदय और पतन समय 0.01 μ सेकंड है।

पिन फोटोडायोड सामान्यतः रिवर्स बायस्ड होता है। जब ऑप्टिकल सिग्नल डायोड पर पड़ता है, तो रिवर्स करंट प्रवाहित होने लगता है, इस प्रकार डायोड बंद स्विच के रूप में कार्य करता है और प्रकाश की तीव्रता की अनुपस्थिति में, यह एक खुले स्विच के रूप में कार्य करता है। चूंकि पिन डायोड में आमतौर पर कम

प्रतिक्रियाशीलता होती है, इसलिए इस रिवर्स करंट को वोल्टेज में बदलने के लिए एक ट्रांस इम्पेडेंस एम्पलीफायर का उपयोग किया जाता है। इस वोल्टेज को फिर दूसरे एम्पलीफायर सर्किट की मदद से बढ़ाया जाता है। यह वोल्टेज प्रेषित विद्युत सिग्नल का दोहराव है, जिसे बढ़ाया जा सकता है।

उपकरणों

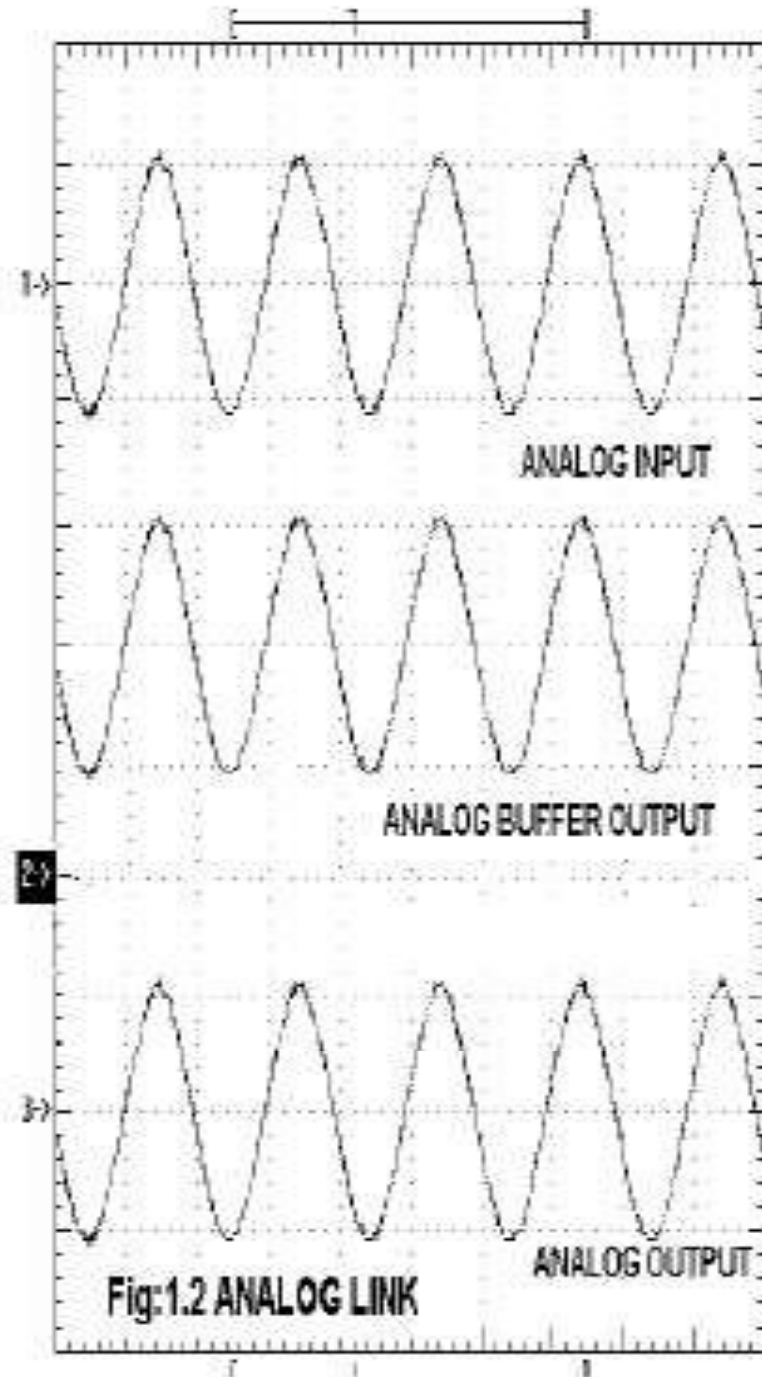
- बिजली आपूर्ति के साथ FOL-AP किट
- पैच कॉर्ड्स
- 20 मेगाहर्ट्ज डुअल चैनल ऑसिलोस्कोप
- फंक्शन जेनरेटर
- 1-मीटर फाइबर केबल

नोट : स्विच की खराबी को बंद स्थिति में रखें

प्रक्रिया

- **चित्र 1.1** में दिखाए अनुसार कनेक्शन करें । पावर सप्लाय केबल को उचित ध्रुवता के साथ FOL-AP किट से कनेक्ट करें। इसे कनेक्ट करते समय, सुनिश्चित करें कि पावर सप्लाय बंद है।
- **SW8 को TX** स्थिति की ओर रखें ।
- **SW9 को TX1** स्थिति की ओर रखें ।
- जम्पर **JP5 को +12V** स्थिति की ओर रखें।
- जंपर्स **जेपी6, जेपी9, जेपी10 को** छोटा रखें।
- जम्पर **JP8 को साइन** स्थिति की ओर रखें ।
- तीव्रता नियंत्रण पॉट **P2 को न्यूनतम** स्थिति की ओर रखें।
- बिजली की आपूर्ति चालू करें.
- फंक्शन जनरेटर से एनालॉग बफर के **IN पोस्ट तक 1KHz का** लगभग **2Vpp** साइनसोइडल सिग्नल फीड करें।
- आउटपुट पोस्ट **OUT को** ट्रांसमीटर के पोस्ट **TX IN से कनेक्ट करें।**
- SFH756V (660nm) की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। एक बार कैप ढीला हो जाने पर, एक मीटर फाइबर को कैप में डालें। अब कैप को वापस पेंच करके कस लें।
- उपरोक्त चरण में दिए गए निर्देशों के अनुसार फाइबर के दूसरे सिरे को डिटेक्टर SFH350V (फोटो ट्रांजिस्टर डिटेक्टर) से बहुत सावधानी से जोड़ें।
- **चित्र 1.2** में दिखाए अनुसार ऑसिलोस्कोप पर पोस्ट **एनालॉग आउट** पर पता लगाए गए सिग्नल को देखें । तीव्रता नियंत्रण पॉट **P2** ऑप्टिकल पावर नियंत्रण पोटेंशियोमीटर को समायोजित करें ताकि आपको 2Vpp आयाम का सिग्नल प्राप्त हो।
- फोटोट्रांजिस्टर की एनालॉग बैंडविड्थ को मापने के लिए, इनपुट सिग्नल आवृत्ति को बदलें और विभिन्न आवृत्तियों पर पता लगाए गए सिग्नल का निरीक्षण करें।

- पता लगाए गए सिग्नल को लागू सिग्नल आवृत्ति के विरुद्ध प्लॉट करें और प्लॉट से 3dB डाउन आवृत्ति निर्धारित करें।
- दूसरे ट्रांसमीटर SFH450V के लिए ऊपर बताई गई प्रक्रिया को दोहराएँ, इसके लिए निम्न परिवर्तन करें। TX1 SFH756 के लिए SFH350 की एनालॉग बैंडविड्थ लगभग 300 KHz है, जबकि TX2 SFH450 के लिए यह 300 KHz से कम है।
- **SW9 को TX2 स्थिति** की ओर रखें ।
- **जम्पर JP7 को +12V स्थिति** की ओर रखें।



एनालॉग बैंडविड्थ माप

प्रक्रिया

- **चित्र 1.1** में दिखाए अनुसार कनेक्शन करें । पावर सप्लाय केबल को उचित ध्रुवता के साथ FOL-AP किट से कनेक्ट करें। इसे कनेक्ट करते समय, सुनिश्चित करें कि पावर सप्लाय बंद है।
- **SW8 को TX** स्थिति की ओर रखें ।
- **SW9 को TX1** स्थिति की ओर रखें ।
- जम्पर **JP5 को +12V** स्थिति की ओर रखें।
- जंपर्स **जेपी6, जेपी9, जेपी10 को** छोटा रखें।
- जम्पर **JP8 को साइन** स्थिति की ओर रखें ।
- तीव्रता नियंत्रण पॉट **P2 को न्यूनतम** स्थिति की ओर रखें।
- बिजली की आपूर्ति चालू करें.
- फंक्शन जनरेटर से एनालॉग बफर के **IN पोस्ट तक 1KHz का** लगभग **2Vpp** साइनसोइडल सिग्नल फीड करें।
- आउटपुट पोस्ट **OUT को** ट्रांसमीटर के पोस्ट **TX IN से कनेक्ट करें।**
- SFH756V (660nm) की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। एक बार कैप ढीला हो जाने पर, एक मीटर फाइबर को कैप में डालें। अब कैप को वापस पेंच करके कस लें।
- उपरोक्त चरण में दिए गए निर्देशों के अनुसार फाइबर के दूसरे सिरे को डिटेक्टर SFH350V (फोटो ट्रांजिस्टर डिटेक्टर) से बहुत सावधानी से जोड़ें।
- **चित्र 1.2** में दिखाए अनुसार ऑसिलोस्कोप पर पोस्ट **एनालॉग आउट** पर पता लगाए गए सिग्नल को देखें । तीव्रता नियंत्रण पॉट **P2** ऑप्टिकल पावर नियंत्रण पोटेंशियोमीटर को समायोजित करें ताकि आपको 2Vpp आयाम का सिग्नल प्राप्त हो।
- फोटोट्रांजिस्टर की एनालॉग बैंडविड्थ को मापने के लिए, इनपुट सिग्नल आवृत्ति को बदलें और विभिन्न आवृत्तियों पर पता लगाए गए सिग्नल का निरीक्षण करें।
- पता लगाए गए सिग्नल को लागू सिग्नल आवृत्ति के विरुद्ध प्लॉट करें और प्लॉट से 3dB डाउन आवृत्ति निर्धारित करें।
- दूसरे ट्रांसमीटर SFH450V के लिए ऊपर बताई गई प्रक्रिया को दोहराएँ, इसके लिए निम्न परिवर्तन करें। TX1 SFH756 के लिए SFH350 की एनालॉग बैंडविड्थ लगभग 300 KHz है, जबकि TX2 SFH450 के लिए यह 300 KHz से कम है।
- **SW9 को TX2** स्थिति की ओर रखें ।
- जम्पर **JP7 को +12V** स्थिति की ओर रखें।

इनपुट वोल्टेज (Vin)	इनपुट आवृत्ति (KHz)	आउटपुट वोल्टेज_V0 (V)	20लॉग(V0/Vin)
---------------------	---------------------	--------------------------	---------------

[illegible]

EXPERIMENT NO. 2

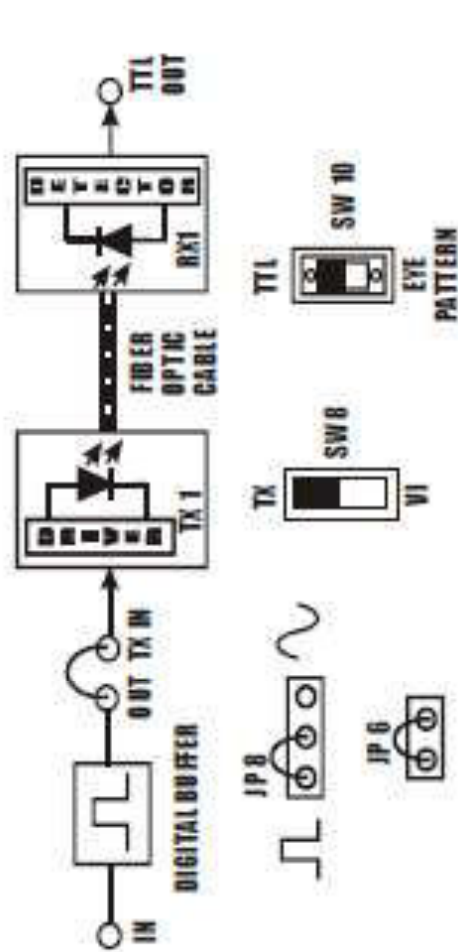
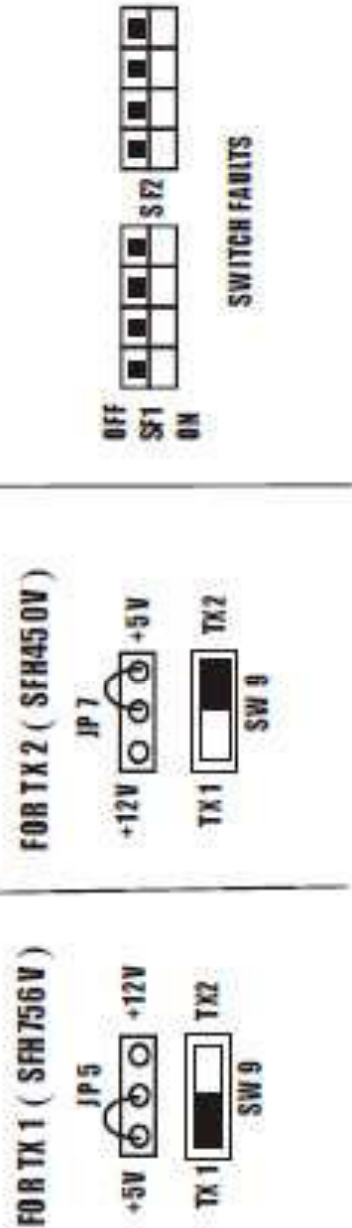


FIG. 2.1 BLOCK DIAGRAM FOR SETTING UP FIBER OPTIC DIGITAL LINK

JUMPER SETTING DIAGRAM FOR DIGITAL LINK



प्रयोग संख्या 2

नाम

फाइबर ऑप्टिक डिजिटल लिंक स्थापित करना

उद्देश्य

इस प्रयोग का उद्देश्य 660nm और 950nm फाइबर ऑप्टिक डिजिटल लिंक का अध्ययन करना है। यहाँ आप अध्ययन करेंगे कि कैसे डिजिटल सिग्नल को फाइबर केबल पर प्रसारित किया जा सकता है और रिसीवर के अंत में पुनः प्रस्तुत किया जा सकता है।

लिखित

प्रयोग संख्या 1 में हमने देखा कि कैसे एनालॉग सिग्नल को एलईडी का उपयोग करके प्रेषित और प्राप्त किया जा सकता है, फाइबर और डिटेक्टर को डिजिटल अनुप्रयोगों के लिए फाइबर पर बाइनरी डेटा संचारित करने के लिए कॉन्फ़िगर किया जा सकता है। इस प्रकार लिंक के मूल तत्व डिजिटल अनुप्रयोग के लिए भी समान रहते हैं।

ट्रांसमीटर

एलईडी, डिजिटल डीसी युग्मित ट्रांसमीटर अपने निर्माण में आसानी के कारण सबसे लोकप्रिय किस्मों में से एक हैं। हमने NPN ट्रांजिस्टर को चलाने के लिए एक मानक TTL गेट का उपयोग किया है, जो LED SFH450V या SFH 756V स्रोत को मॉड्यूलेट करता है (इसे चालू और बंद करता है)।

रिसीवर

SFH-551V एक डिजिटल ऑप्टो-डिटेक्टर है। यह एक डिजिटल आउटपुट प्रदान करता है, जिसे थोड़े अतिरिक्त बाहरी सर्किटरी के साथ सीधे संसाधित किया जा सकता है। SFH551V ऑप्टो-डिटेक्टर के अंदर एकीकृत सर्किट में फोटोडायोड डिवाइस, एक ट्रांस-इम्पेडेंस एम्पलीफायर, एक तुलनित्र और एक लेवल शिफ्टर शामिल है। फोटोडायोड पता लगाए गए प्रकाश को फोटोकूरंट में परिवर्तित करता है। एक एकीकृत लेंस की सहायता से प्लास्टिक फाइबर से निकलने वाला प्रकाश लगभग पूरी तरह से डायोड की सतह पर केंद्रित होता है। अगले चरण में ट्रांस-इम्पेडेंस एम्पलीफायर फोटोकूरंट को वोल्टेज में परिवर्तित करता है। तुलनित्र में, वोल्टेज की तुलना संदर्भ वोल्टेज से की जाती है। संदर्भ और ट्रांस-इम्पेडेंस आउटपुट वोल्टेज के बीच अच्छा तालमेल सुनिश्चित करने के लिए, पूर्व को एक समान प्रकार के दूसरे सर्किट से प्राप्त किया जाता है, जिसमें एक "ब्लाइंड" फोटोडायोड शामिल होता है। तुलनित्र एक खुले कलेक्टर आउटपुट चरणों के साथ एक लेवल शिफ्टर प्राप्त करता है। यहां एक कैच डायोड (शॉटकी-टीटीएल के समान) आउटपुट ट्रांजिस्टर की संतृप्ति को रोकता है, इस प्रकार आउटपुट वोल्टेज को आपूर्ति वोल्टेज तक सीमित करता है।

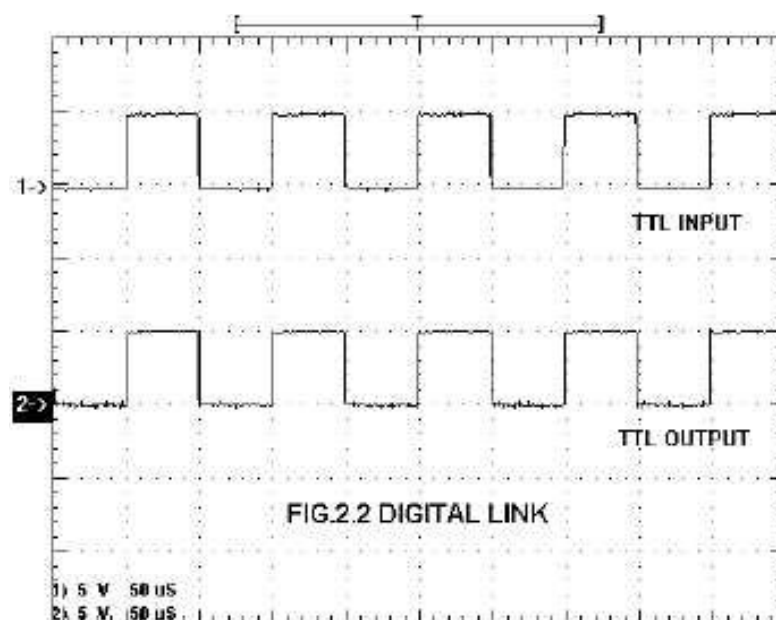
उपकरणों

- बिजली आपूर्ति के साथ FO-AP किट
- पैच कॉर्ड्स
- 20 मेगाहर्ट्ज डुअल चैनल ऑसिलोस्कोप
- फंक्शन जेनरेटर
- 1-मीटर फाइबर केबल

प्रक्रिया

- **चित्र 2.1** में दिखाए अनुसार कनेक्शन करें। पावर सप्लाय केबल को उचित ध्रुवता के साथ FO-AP किट से कनेक्ट करें। इसे कनेक्ट करते समय, सुनिश्चित करें कि पावर सप्लाय बंद है।
- बिजली की आपूर्ति चालू करें.
- फ़ंक्शन जनरेटर से डिजिटल बफर के **IN पोस्ट तक 1KHz का TTL** स्क्रायर वेव सिग्नल फीड करें।
- आउटपुट पोस्ट **OUT** को ट्रांसमीटर के पोस्ट **TX IN** से कनेक्ट करें।
- SFH756V (660nm) की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। कैप के ढीले हो जाने पर, वन मीटर फाइबर को कैप में डालें। अब कैप को वापस स्कू करके कस लें।
- उपरोक्त चरण में दिए गए निर्देशों के अनुसार फाइबर के दूसरे सिरे को डिटेक्टर SFH551V से बहुत सावधानी से जोड़ें।
- **चित्र 2.2** में दिखाए अनुसार ऑसिलोस्कोप पर पोस्ट **TTL OUT** पर पता लगाए गए सिग्नल का निरीक्षण करें।
- फोटोट्रांजिस्टर की डिजिटल बैंडविड्थ को मापने के लिए इनपुट सिग्नल आवृत्ति में परिवर्तन करें तथा विभिन्न आवृत्तियों पर पता लगाए गए सिग्नल का निरीक्षण करें।
- वह आवृत्ति निर्धारित करें जिस पर डिटेक्टर सिग्नल पुनः प्राप्त करना बंद कर देता है।
- यह डिजिटल लिंक पर अधिकतम बिट दर निर्धारित करता है।
- **SW9 को TX2 स्थिति** की ओर रखें।
- जम्पर **JP7 को +5V** स्थिति की ओर रखें।
- निम्नलिखित परिवर्तन करके दूसरे ट्रांसमीटर SFH450V के लिए उपरोक्त प्रक्रिया को दोहराएं।
- TX1 SFH756 के लिए SFH551 की डिजिटल बैंडविड्थ 3MHz है और SFH450 के लिए यह 1MHz है।

तरंग



डिजिटल बैंडविड्थ का मापन

प्रक्रिया

- **चित्र 2.1** में दिखाए अनुसार कनेक्शन करें। पावर सप्लाय केबल को उचित ध्रुवता के साथ FO-AP किट से कनेक्ट करें। इसे कनेक्ट करते समय, सुनिश्चित करें कि पावर सप्लाय बंद है।
- बिजली की आपूर्ति चालू करें।
- फ़ंक्शन जनरेटर से डिजिटल बफर के **IN पोस्ट तक 1KHz का TTL** स्कायर वेव सिग्नल फीड करें।
- आउटपुट पोस्ट **OUT** को ट्रांसमीटर के पोस्ट **TX IN** से कनेक्ट करें।
- SFH756V (660nm) की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। कैप के ढीले हो जाने पर, वन मीटर फाइबर को कैप में डालें। अब कैप को वापस स्कू करके कस लें।
- उपरोक्त चरण में दिए गए निर्देशों के अनुसार फाइबर के दूसरे सिरे को डिटेक्टर SFH551V से बहुत सावधानी से जोड़ें।
- **चित्र 2.2** में दिखाए अनुसार ऑसिलोस्कोप पर पोस्ट **TTL OUT** पर पता लगाए गए सिग्नल का निरीक्षण करें।
- फोटोट्रांजिस्टर की डिजिटल बैंडविड्थ को मापने के लिए इनपुट सिग्नल आवृत्ति में परिवर्तन करें तथा विभिन्न आवृत्तियों पर पता लगाए गए सिग्नल का निरीक्षण करें।
- वह आवृत्ति निर्धारित करें जिस पर डिटेक्टर सिग्नल पुनः प्राप्त करना बंद कर देता है।
- यह डिजिटल लिंक पर अधिकतम बिट दर निर्धारित करता है।
- **SW9 को TX2 स्थिति** की ओर रखें।
- जम्पर **JP7 को +5V** स्थिति की ओर रखें।
- निम्नलिखित परिवर्तन करके दूसरे ट्रांसमीटर SFH450V के लिए उपरोक्त प्रक्रिया को दोहराएं।
- TX1 SFH756 के लिए SFH551 की डिजिटल बैंडविड्थ 3MHz है और SFH450 के लिए यह 1MHz है।

डिजिटल बैंडविड्थ की गणना

कट ऑफ आवृत्ति = मेगाहर्ट्ज

बैंडविड्थ = 2 x कट-ऑफ आवृत्ति

= एमबीपीएस

EXPERIMENT NO. 3

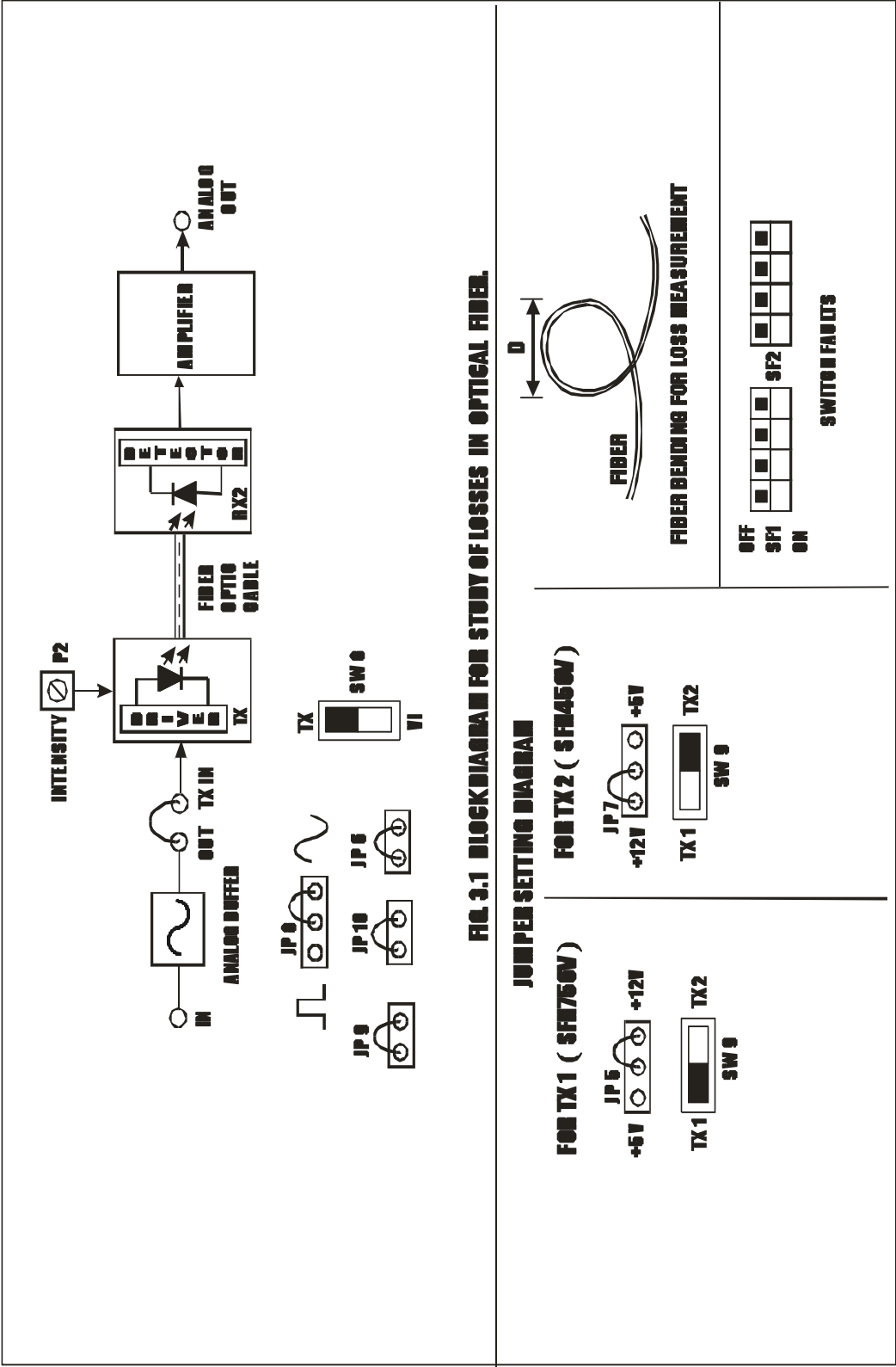


FIG. 3.1 BLOCK DIAGRAM FOR STUDY OF LOSSES IN OPTICAL FIBER

प्रयोग संख्या 3

नाम

ऑप्टिकल फाइबर में नुकसान का अध्ययन

उद्देश्य

इस प्रयोग का उद्देश्य किट के साथ प्रदान किए गए प्लास्टिक फाइबर में दो अलग-अलग तरंग दैर्ध्य के लिए प्रसार हानि और झुकने की हानि को मापना है।

लिखित

ऑप्टिकल फाइबर विभिन्न प्रकार की सामग्रियों में उपलब्ध हैं। इन सामग्रियों को आमतौर पर प्रकाश की विभिन्न तरंग दैर्ध्य के लिए उनके अवशोषण विशेषताओं को ध्यान में रखते हुए चुना जाता है। ऑप्टिकल फाइबर के मामले में, चूंकि सिग्नल प्रकाश के रूप में प्रेषित होता है, जो इलेक्ट्रॉनों की तुलना में प्रकृति में पूरी तरह से अलग होता है, इसलिए फाइबर में नुकसान का अध्ययन करने के लिए विकिरण के पदार्थ की परस्पर क्रिया पर विचार करना पड़ता है। फाइबर में विभिन्न कारणों से नुकसान होता है। जैसे ही प्रकाश फाइबर के एक छोर से दूसरे छोर तक फैलता है, इसका कुछ हिस्सा अवशोषण हानि प्रदर्शित करने वाली सामग्री में अवशोषित हो जाता है। साथ ही प्रकाश का कुछ हिस्सा सामग्री में मौजूद अशुद्धता कणों से वापस या किसी अन्य दिशा में परावर्तित हो जाता है, जिससे फाइबर के दूसरे छोर पर सिग्नल का नुकसान होता है। सामान्य शब्दों में इसे प्रसार हानि के रूप में जाना जाता है। प्लास्टिक फाइबर में 180 डीबी / किमी के क्रम का उच्च नुकसान होता है जब भी घटना प्रकाश के कोण की स्थिति का उल्लंघन होता है तो प्रकाश के अपवर्तन के कारण नुकसान होता है। यह तब होता है जब फाइबर झुकने के अधीन होता है। वक्रता की त्रिज्या जितनी कम होगी, नुकसान उतना ही अधिक होगा। अन्य नुकसान एलईडी और फोटो डिटेक्टर सिरों पर फाइबर के युग्मन के कारण होते हैं।

उपकरणों

- बिजली आपूर्ति के साथ FO-AP किट
- पैच कॉर्ड्स
- 20 मेगाहर्ट्ज डुअल चैनल ऑसिलोस्कोप
- फंक्शन जेनरेटर
- 1 और 3-मीटर फाइबर केबल

नोट: सभी स्विच दोषों को बंद स्थिति में रखें ।

प्रक्रिया

- **चित्र 3.1** में दिखाए अनुसार कनेक्शन करें । पावर सप्लाय केबल को उचित ध्रुवता के साथ FO-AP किट से कनेक्ट करें। इसे कनेक्ट करते समय, सुनिश्चित करें कि पावर सप्लाय बंद है।
- SFH756 के लिए **SW9 को TX1 स्थिति** की ओर रखें
- जंपर्स एवं **SW8** की स्थिति को चित्र 3.1 में दिखाए अनुसार रखें ।

- तीव्रता नियंत्रण पॉट **P2** को न्यूनतम स्थिति की ओर रखें।
- बिजली की आपूर्ति चालू करें.
- फंक्शन जनरेटर से एनालॉग बफर के **IN पोस्ट** तक **1KHz** का लगभग **2Vpp** साइनसोइडल सिग्नल फीड करें।
- आउटपुट पोस्ट **OUT** को ट्रांसमीटर के पोस्ट **TX IN** से कनेक्ट करें।
- SFH756V (660nm) की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। एक बार कैप ढीला हो जाने पर, 1 मीटर फाइबर को कैप में डालें। अब कैप को वापस स्कू करके कस लें।
- उपरोक्त चरण में दिए गए निर्देशों के अनुसार फाइबर के दूसरे सिरे को डिटेक्टर SFH350V (फोटो ट्रांजिस्टर डिटेक्टर) से बहुत सावधानी से जोड़ें।
- ऑसिलोस्कोप पर पोस्ट **एनालॉग आउट** पर पता लगाए गए सिग्नल का निरीक्षण करें।
- तीव्रता नियंत्रण पॉट **P2** ऑप्टिकल पावर नियंत्रण पोटेंशियोमीटर को समायोजित करें ताकि आपको 2Vpp आयाम का संकेत प्राप्त हो।
- एनालॉग आउट टर्मिनल पर प्राप्त सिग्नल का शिखर मान मापें।
- मान लीजिए यह मान V_1 है।
- अब उसी LED और डिटेक्टर के बीच 1 मीटर फाइबर को 3 मीटर फाइबर से बदलें। किसी भी सेटिंग को परेशान न करें। फिर से पीक वोल्टेज रीडिंग लें और इसे V_2 होने दें।
- यदि α फाइबर का क्षीणन है तो हमारे पास है।
 $\alpha \text{ डीबी} = (10/L_1 - L_2) \log_{10} (V_2/V_1)$
जहाँ $\alpha = \text{dB} / \text{किमी}$,
 $L_1 = V_1$ के लिए फाइबर लंबाई
 $L_2 = V_2$ के लिए फाइबर की लंबाई
यह α 660nm की शिखर तरंगदैर्घ्य के लिए है
- अब बिजली की आपूर्ति बंद कर दें।
- SFH756 के लिए **SW9** को **TX1** स्थिति की ओर रखें
- 950nm पर LED SFH450V और 1 मीटर फाइबर केबल के साथ फोटोट्रांजिस्टर SFH350V (फोटो ट्रांजिस्टर डिटेक्टर) का उपयोग करके सरल एनालॉग लिंक बनाने के लिए जंपर्स को सेट करें।
- बिजली की आपूर्ति चालू करें.
- 950nm पर α प्राप्त करने के लिए इस लिंक के लिए ऊपर बताई गई प्रक्रिया को पुनः दोहराएं।
- दो α मानों की तुलना करें।

झुकने से होने वाले नुकसान का मापन

- उपरोक्त प्रक्रिया के अनुसार 1-मीटर फाइबर का उपयोग करके 660 एनएम एनालॉग लिंक स्थापित करें।
- फाइबर को एक लूप में मोड़ें। (जैसा कि चित्र 3.1 में दिखाया गया है) प्राप्त सिग्नल के आयाम को मापें
- मोड़ के व्यास को लगभग 2 सेमी तक कम करते रहें और संगत वोल्टेज रीडिंग लें। (लूप व्यास को 1 सेमी से कम न करें)।
- प्राप्त सिग्नल आयाम बनाम लूप व्यास का ग्राफ बनाएं।

L1 = 1 मीटर फाइबर L2 = 3 मीटर फाइबर

L1 पर V1_o/p वोल्टेज	L2 पर V2_o/p वोल्टेज	$\propto$ डीबी

EXPERIMENT NO. 4

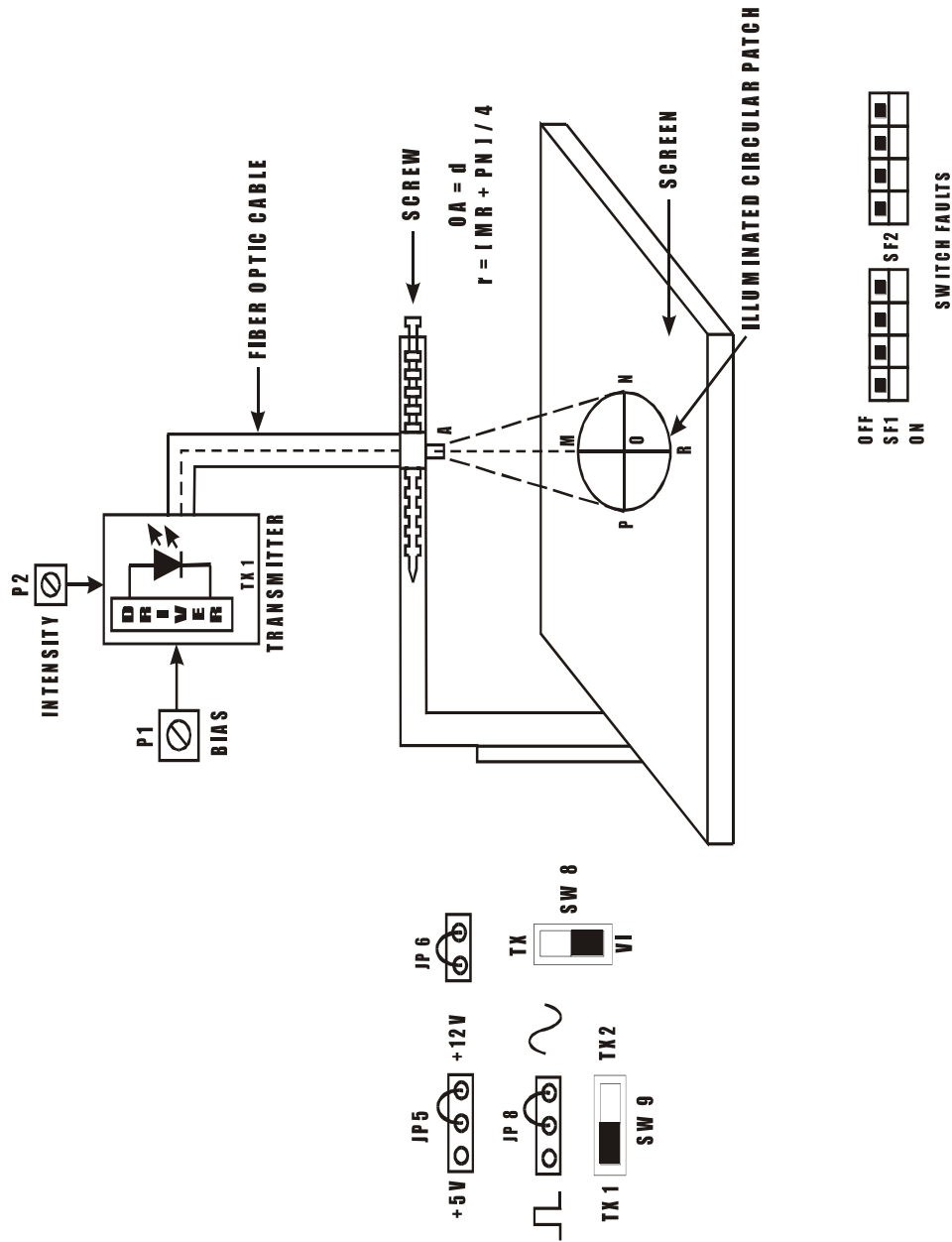


FIG. 4.1 BLOCK DIAGRAM FOR NUMERICAL APERTURE SETUP.

प्रयोग संख्या 4

नाम

ऑप्टिकल फाइबर के संख्यात्मक एपर्चर का अध्ययन

उद्देश्य

इस प्रयोग का उद्देश्य 660nm तरंगदैर्घ्य एलईडी का उपयोग करके किट के साथ प्रदान किए गए प्लास्टिक फाइबर के संख्यात्मक एपर्चर को मापना है।

लिखित

संख्यात्मक एपर्चर से तात्पर्य उस अधिकतम कोण से है जिस पर फाइबर के सिरे पर पड़ने वाला प्रकाश पूरी तरह से आंतरिक रूप से परावर्तित होता है और फाइबर के साथ ठीक से संचारित होता है। फाइबर की धुरी के साथ इस कोण के घूमने से बनने वाला शंकु फाइबर का स्वीकृति शंकु है। प्रकाश किरण को फाइबर के सिरे पर उसके स्वीकृति शंकु के भीतर ही टकराना चाहिए; अन्यथा यह फाइबर कोर से अपवर्तित हो जाती है।

मापन में विचार

- यह बहुत महत्वपूर्ण है कि स्रोत को केबल के साथ उचित रूप से संरेखित किया जाए, तथा प्रक्षेपण बिंदु से दूरी सही हो, तथा केबल का चयन उचित रूप से किया जाए, ताकि यह सुनिश्चित हो सके कि ऑप्टिकल पावर की अधिकतम मात्रा केबल में स्थानांतरित हो।
- यह प्रयोग कम रोशनी वाले कमरे में सबसे अच्छा किया जाता है।

उपकरणों

बिजली आपूर्ति के साथ FO-AP किट
पैच कॉर्ड्स
1-मीटर फाइबर केबल
संख्यात्मक एपर्चर माप जिग
स्टील का फुट्टा

नोट: सभी स्विच दोषों को बंद स्थिति में रखें ।

प्रक्रिया

- **चित्र 4.1** में दिखाए अनुसार कनेक्शन करें। पावर सप्लाय केबल को उचित ध्रुवता के साथ FO-AP किट से कनेक्ट करें। इसे कनेक्ट करते समय, सुनिश्चित करें कि पावर सप्लाय बंद है।
- तीव्रता नियंत्रण पॉट **P2** को **न्यूनतम** स्थिति की ओर रखें।
- बायस नियंत्रण पॉट **P1** को पूरी तरह से दक्षिणावर्त स्थिति में रखें।
- बिजली की आपूर्ति चालू करें.
- SFH756V (660nm) की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। एक बार कैप ढीला हो जाने पर, 1 मीटर फाइबर को कैप में डालें। अब कैप को वापस स्कू करके कस लें।
- मैं फाइबर के दूसरे सिरे को संख्यात्मक एपर्चर माप चित्र में डालता हूँ। फाइबर को इस तरह समायोजित करें कि उसका कटा हुआ चेहरा फाइबर की धुरी के लंबवत हो।
- फाइबर टिप और स्क्रीन के बीच लगभग 5 मिमी की दूरी रखें।
- धीरे से स्कू को कसें और फाइबर को अपनी जगह पर ठीक करें।
- चमकदार लाल प्रकाश परिपत्र पैच पाने के लिए तीव्रता पॉट **P2 बढ़ाएँ।**
- अब स्क्रीन पर प्रकाशित प्रकाश के वृत्ताकार पैच का अवलोकन करें।
- **चित्र 4.1** में दर्शाए अनुसार दूरी **d** तथा ऊर्ध्वाधर और क्षैतिज व्यास **MR** और **PN** को ठीक से मापें।
- माध्य त्रिज्या की गणना निम्नलिखित सूत्र का उपयोग करके की जाती है
- **आर = (एमआर+पीएन)/4**
- सूत्र का उपयोग करके फाइबर का संख्यात्मक एपर्चर ज्ञात करें

$$NA = \sin \theta_{\text{अधिकतम}} = r / d^2 + r^2$$

जहाँ θ_{max} वह अधिकतम कोण है जिस पर आपतित प्रकाश फाइबर के माध्यम से उचित रूप से संचरित होता है।

$$d = OA \quad r = (\text{एमआर} + \text{पीएच}) / 4$$

एमआर (मिमी)	पीएच (मिमी)	आर = (एमआर + पीएच)/4	डी=ओए	ना

EXPERIMENT NO. 5

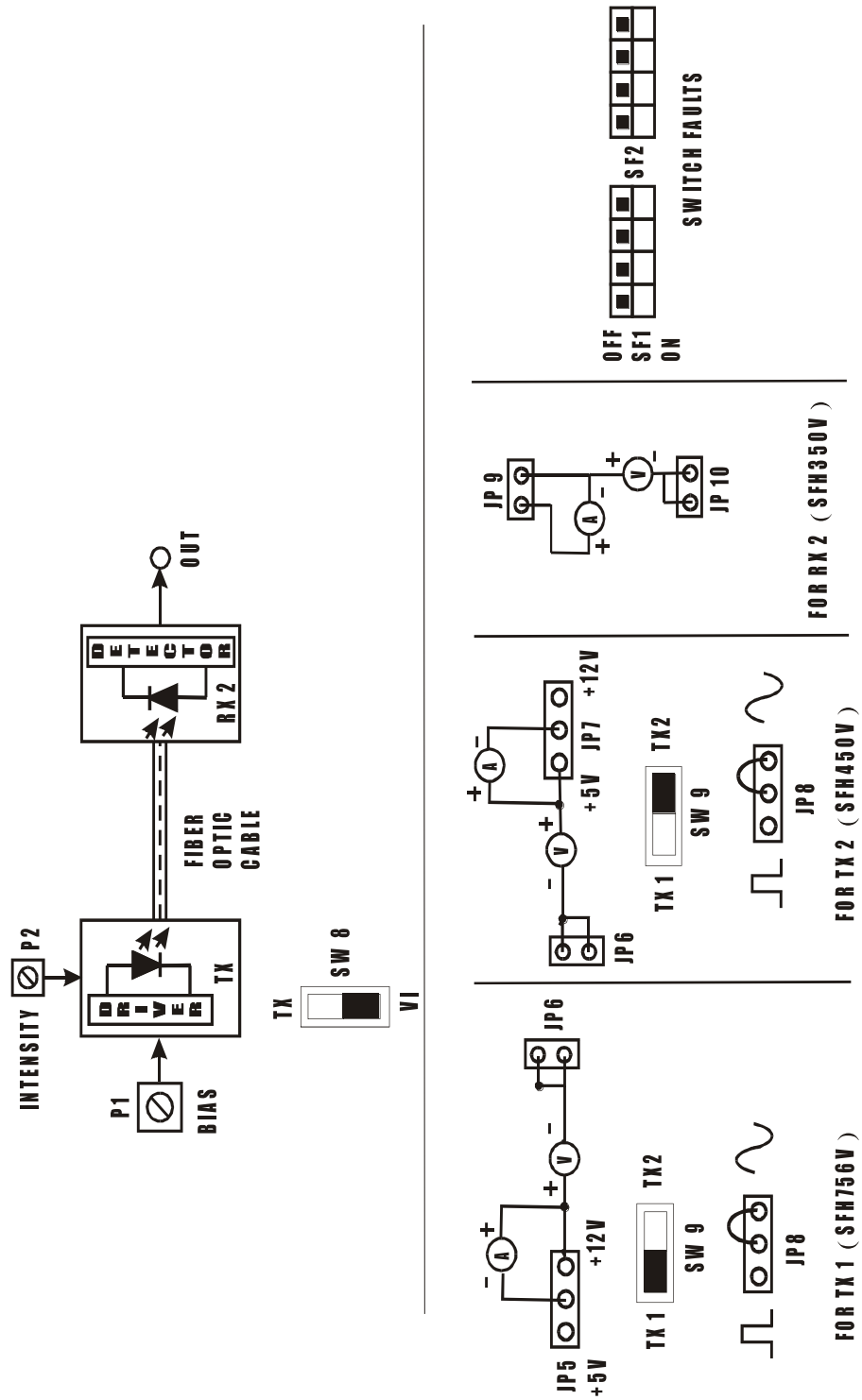


FIG.5.1 BLOCK DIAGRAM FOR CHARACTERISTICS OF FIBER OPTIC LED'S AND DETECTORS.

प्रयोग संख्या 5

नाम

फाइबर ऑप्टिक एलईडी और फोटो डिटेक्टर की विशेषताओं का अध्ययन

उद्देश्य

फाइबर ऑप्टिक एलईडी की विशेषताओं का अध्ययन करना और अग्रवर्ती धारा बनाम आउटपुट ऑप्टिकल ऊर्जा का ग्राफ बनाना तथा फोटो डिटेक्टर प्रतिक्रिया का भी अध्ययन करना

लिखित

ऑप्टिकल फाइबर संचार प्रणाली में, विद्युत संकेत को पहले E/O रूपांतरण डिवाइस जैसे LED की मदद से ऑप्टिकल सिग्नल में परिवर्तित किया जाता है। इस ऑप्टिकल सिग्नल को ऑप्टिकल फाइबर के माध्यम से प्रसारित करने के बाद, इसे फोटोडिटेक्टर जैसे O/E रूपांतरण डिवाइस की मदद से इसके मूल विद्युत रूप में पुनः प्राप्त किया जाता है। चिप निर्माण में उपयोग की जाने वाली विभिन्न तकनीकें विभिन्न एमिटर डायोड के मापदंडों में महत्वपूर्ण भिन्नता लाती हैं। सभी एमिटर महत्वपूर्ण शिखर तरंगदैर्घ्य में युग्मित उच्च आउटपुट पावर प्रदान करने में खुद को अलग करते हैं

उत्सर्जन, रूपांतरण दक्षता (आमतौर पर ऑप्टिकल फाइबर में लॉन्च की गई शक्ति के संदर्भ में निर्दिष्ट उत्सर्जन की पीक तरंग दैर्घ्य, रूपांतरण दक्षता (आमतौर पर निर्दिष्ट फॉरवर्ड करंट के लिए ऑप्टिकल फाइबर में लॉन्च किए गए छिद्र के संदर्भ में निर्दिष्ट) ऑप्टिकल बढ़ाने और गिरने का समय जो ऑपरेटिंग आवृत्ति, एलईडी के माध्यम से अधिकतम फॉरवर्ड करंट और एलईडी के पार सामान्य फॉरवर्ड वोल्टेज पर सीमा डालता है। फोटो डिटेक्टर आमतौर पर फोटोकंडक्टिव, फोटो वोल्टेइक, ट्रांजिस्टर टाइप आउटपुट और डायोड टाइप आउटपुट के विभिन्न रूपों में आते हैं। यहां भी विशेषताओं को ध्यान में रखा जाना चाहिए डिटेक्टर के प्रतिक्रिया समय को ध्यान में रखा जाता है, जो ऑपरेटिंग आवृत्ति, तरंगदैर्घ्य संवेदनशीलता और उत्तरदायित्व पर सीमाएं लगाता है।

उपकरणों

बिजली आपूर्ति के साथ FO-AP किट

पैच कॉर्ड्स

जम्पर से मगरमच्छ कनेक्टर

1-मीटर फाइबर केबल

वोल्टमीटर और करंट मीटर 2-2 प्रत्येक

नोट: सभी स्विच दोषों को बंद स्थिति में रखें।

प्रक्रिया

- **चित्र 5.1** में दिखाए अनुसार कनेक्शन करें। पावर सप्लाय केबल को उचित ध्रुवता के साथ FO-AP किट से कनेक्ट करें। इसे कनेक्ट करते समय, सुनिश्चित करें कि पावर सप्लाय बंद है।
- **SW8 को VI स्थिति** की ओर रखें।
- **SW9 को TX1 स्थिति** की ओर रखें।
- जम्पर **JP8 को साइन स्थिति** की ओर रखें।
- बायस नियंत्रण पॉट **P1 को अधिकतम स्थिति** की ओर तथा **P2 को न्यूनतम स्थिति** की ओर रखें।
- चित्र 5.1 में दर्शाए गए स्थानों पर जम्पर **JP5, JP6, JP9 और JP10** में मगरमच्छ कनेक्टिंग तारों (किट के साथ प्रदान किए गए) में डालें।
- वोल्टमीटर और करंट मीटर को उचित ध्रुवता के साथ ऊपर बताए गए तार से जोड़ें। जम्पर.
- बिजली की आपूर्ति चालू करें.
- SFH756V (660nm) की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। एक बार कैप ढीला हो जाने पर, 1 मीटर फाइबर को कैप में डालें। अब कैप को वापस स्कू करके कस लें।
- फाइबर के दूसरे सिरे को डिटेक्टर SFH350V (फोटो ट्रांजिस्टर) से कनेक्ट करें
- डिटेक्टर को उपरोक्त चरण में दिए गए निर्देशों के अनुसार बहुत सावधानी से जांचें।
- एलईडी के माध्यम से प्रवाहित धारा को नियंत्रित करने के लिए तीव्रता नियंत्रण पॉट **P2 में परिवर्तन करें।**
- LED की VI विशेषताएँ प्राप्त करने के लिए, **P2 को** धीरे-धीरे घुमाएँ और आगे की धारा और संगत आगे की वोल्टेज को मापें। विभिन्न धारा मानों के लिए ऐसी कई रीडिंग लें और LED के लिए VI विशेषताएँ ग्राफ बनाएँ।
- ऊपर दिए गए प्रत्येक रीडिंग के लिए, पावर का पता लगाएं, जो V और I का गुणनफल है। यह LED को आपूर्ति की जाने वाली विद्युत शक्ति है। LED के लिए डेटा शीट में प्लास्टिक फाइबर में युग्मित ऑप्टिकल पावर को 200uW के रूप में निर्दिष्ट किया गया है जब फॉरवर्ड करंट 10mA था। इसका मतलब है कि 10mA करंट पर विद्युत शक्ति 200uW ऑप्टिकल ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है। इसलिए LED की दक्षता लगभग 1.15% निकलती है।
- इस दक्षता को मानते हुए, प्रत्येक रीडिंग के लिए प्लास्टिक ऑप्टिकल फाइबर में युग्मित ऑप्टिकल पावर का पता लगाएं। एलईडी की फॉरवर्ड करंट बनाम आउटपुट ऑप्टिकल पावर का ग्राफ बनाएं।
- फोटोट्रांजिस्टर डिटेक्टर के लिए डेटा शीट में 10uW आपतित प्रकाशीय ऊर्जा के लिए 0.8mA के रूप में प्रतिक्रियाशीलता निर्दिष्ट की गई है।
- फोटोट्रांजिस्टर से प्रवाहित धारा और उसके पार वोल्टेज का पता लगाएं।
- फोटोट्रांजिस्टर की प्रतिक्रियाशीलता के लिए ग्राफ बनाएं। वह भाग ज्ञात करें जहां डिटेक्टर प्रतिक्रिया रैखिक है।
- जम्पर को मगरमच्छ कनेक्टिंग तारों (किट के साथ प्रदान की गई) में जम्पर **JP5, JP7, JP8, JP9, JP10 में** चित्र 5.1 में दिखाए गए स्थानों पर डालें और
- इसी प्रक्रिया को दोहराएं और SFH450V के लिए ग्राफ बनाएं।

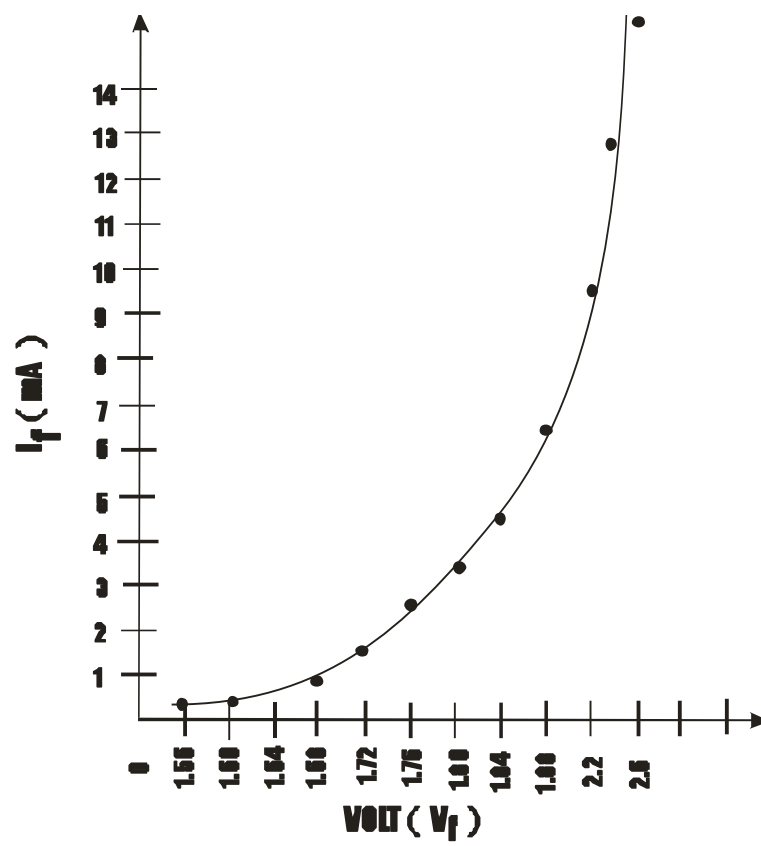
फाइबर ऑप्टिक एलईडी SFH756v और डिटेक्टर SFH350v की VI विशेषताओं के लिए तालिका

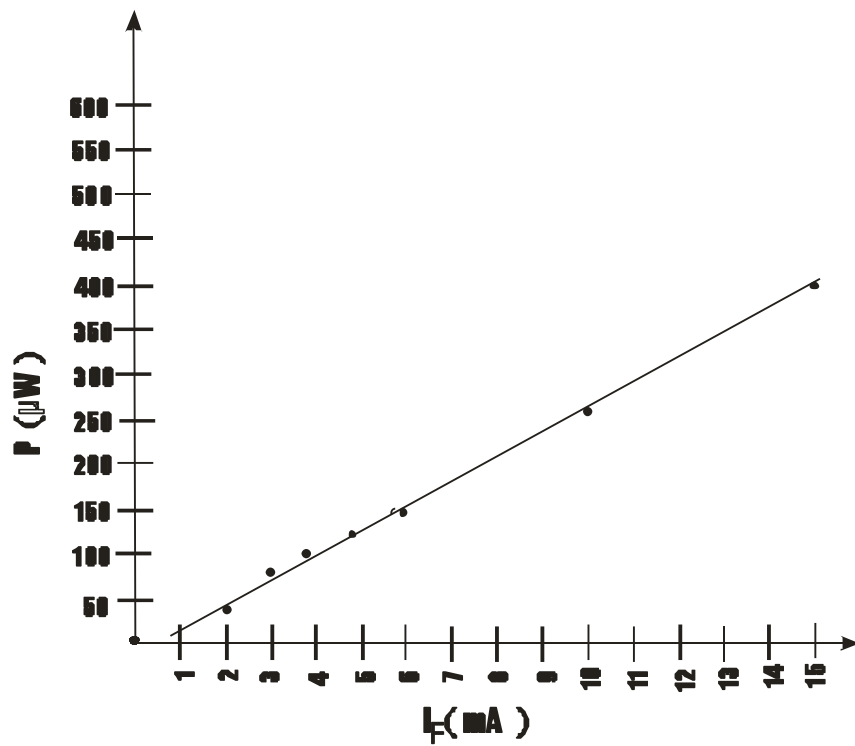
वीएफ आगे वोल्टेज एलईडी का एसएफएच756 (वी)	यदि LED का अग्रवर्ती धारा एसएफएच756वी (एमए)	विद्युत शक्ति पाई = V * I (मेगावाट)	एलईडी की ऑप्टिकल पावर 756V पो = पाई * 1.15% (μ डब्ल्यू)	SFH350 का O/P करंट (एमए)	जवाबदेही 0.8mA*पीओ आर= ----- ----- 10uW (एमए)
1.565	0.223	0.349	4	0.06	0.32
1.600	0.397	0.635	7.3	0.143	0.584
1.640	0.728	1.19	13.6	0.335	1.088
1.680	1.165	1.2	13.8	0.64	1.1
1.720	1.67	2.87	33	1	2.64
1.760	2.23	3.92	45	1.45	3.6
1.800	2.8	5	57.5	1.96	4.6
1.86	3.8	7	80.5	2.76	6.4
1.9	4.5	8.5	97.7	3.36	7.86
1.960	5.4	10.58	122	4.21	9.76
2	6.2	12.4	142.6	4.85	11.40
2.2	10	22	253	8.6	20.24
2.3	15	34.5	396.75	13.3	31.7
2.38	22.4	53.3	613	19.8	49.9
2.42	27	65	751	23.5	60

(उपर्युक्त विवरण संदर्भ हेतु हैं)

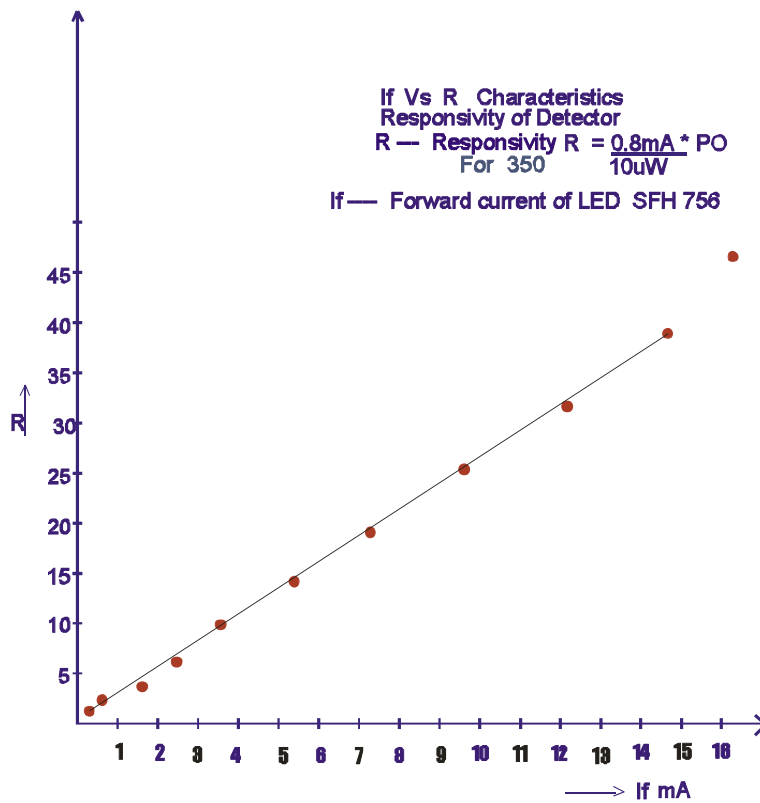
फाइबर ऑप्टिक एलईडी एसएफएच 450v और डिटेक्टर एसएफएच350v की VI विशेषताओं के लिए तालिका

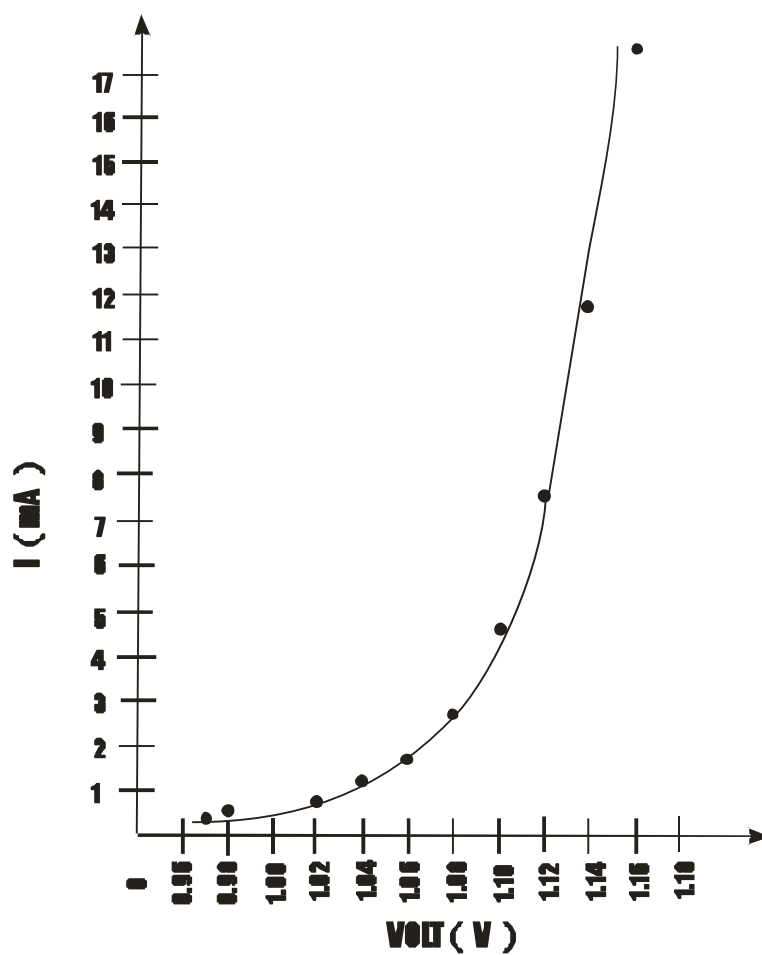
वीएफ आगे वोल्टेज एलईडी का एसएफएच450वी (वी)	यदि LED का अग्रवर्ती धारा एसएफएच450वी (एमए)	विद्युत शक्ति पाई = V * I (मेगावाट)	एलईडी की ऑप्टिकल पावर 450V P0 = पाई * 1.15% (μडब्ल्यू)	ओ/पी मौजूदा का एसएफएच350 (एमए)	जवाबदेही आर=0.8mA*पीओ ----- 10uW (एमए)

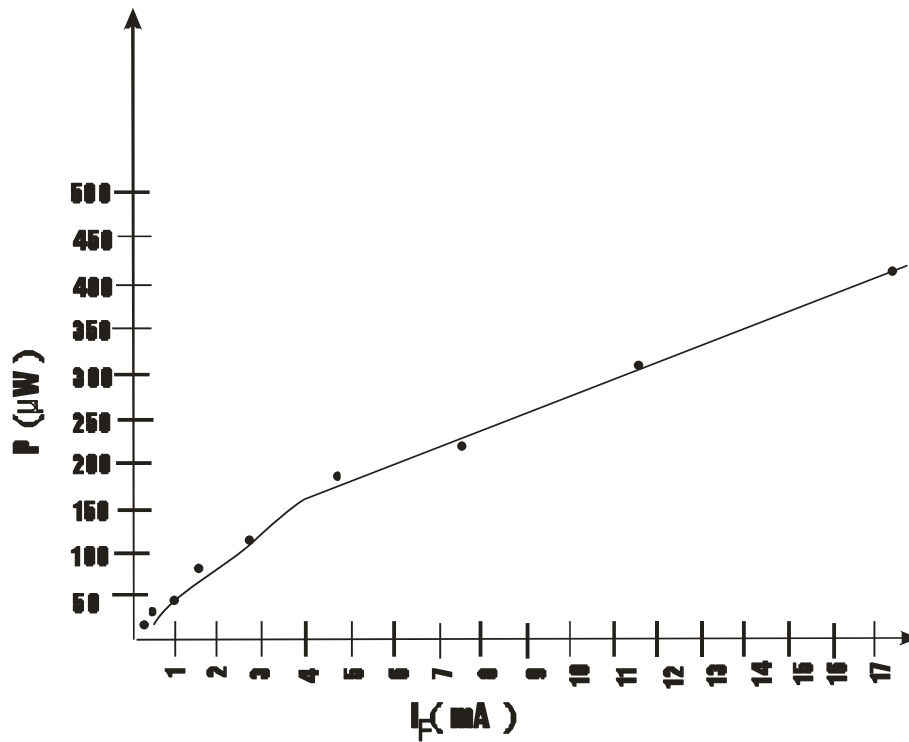
**V-I CHARACTERISTICS GRAPH OF LED SFH766V**



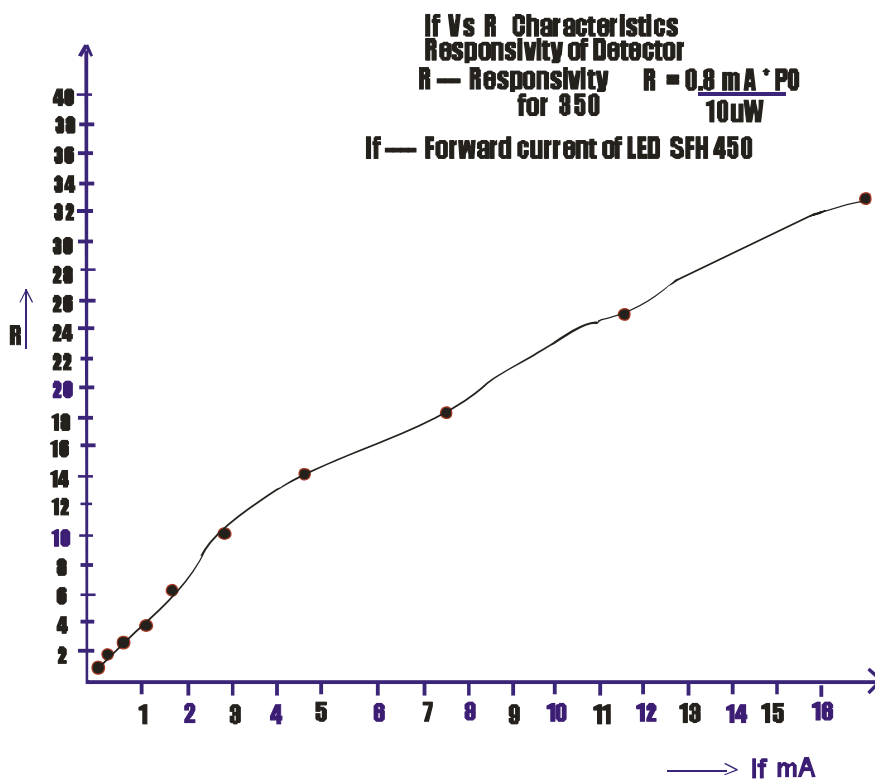
OPTICAL POWER VERSUS CURRENT GRAPH OF LED SFH756V



**VI CHARACTERISTICS GRAPH OF LED SFH 450V**



OPTICAL POWER VERSUS CURRENT GRAPH OF LED SFH 450V



EXPERIMENT NO. 6

प्रयोग संख्या 6

नाम

समय विभाजन बहुसंकेतन का अध्ययन

उद्देश्य

इस प्रयोग का उद्देश्य समय विभाजन बहुसंकेतन का उपयोग करके कई संकेतों के एक साथ संचरण का अध्ययन करना है।

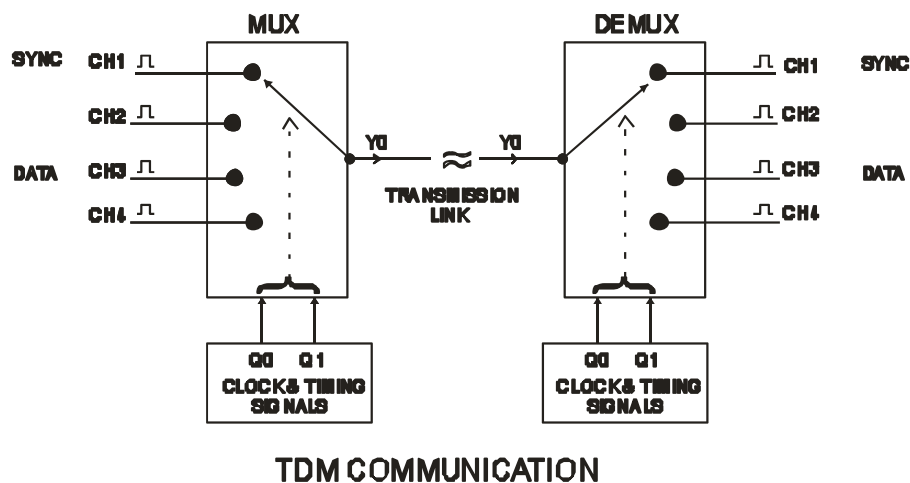
लिखित

टीडीएम में विभिन्न संकेतों का नमूना लिया जाता है और एक के बाद एक निश्चित समय अवधि के लिए प्रेषित किया जाता है। प्राप्त करने वाले छोर पर, इन संकेतों को उसी क्रम और संचरण के रूप में निकाला जाता है।

टीडीएम एमयूएक्स

इस तकनीक का उपयोग करके, एक ही ट्रांसमिशन लिंक पर अधिक संख्या में डेटा चैनल प्रसारित किए जा सकते हैं। इसलिए मल्टीप्लेक्सिंग को कई I/P एक O/P लॉजिक भी कहा जाता है। प्रत्येक चैनल के लिए समय स्लॉट नियमित अंतराल के बाद दोहराया जाता है।

उपरोक्त परिभाषा को नीचे दिए गए उदाहरण की सहायता से समझाया गया है:

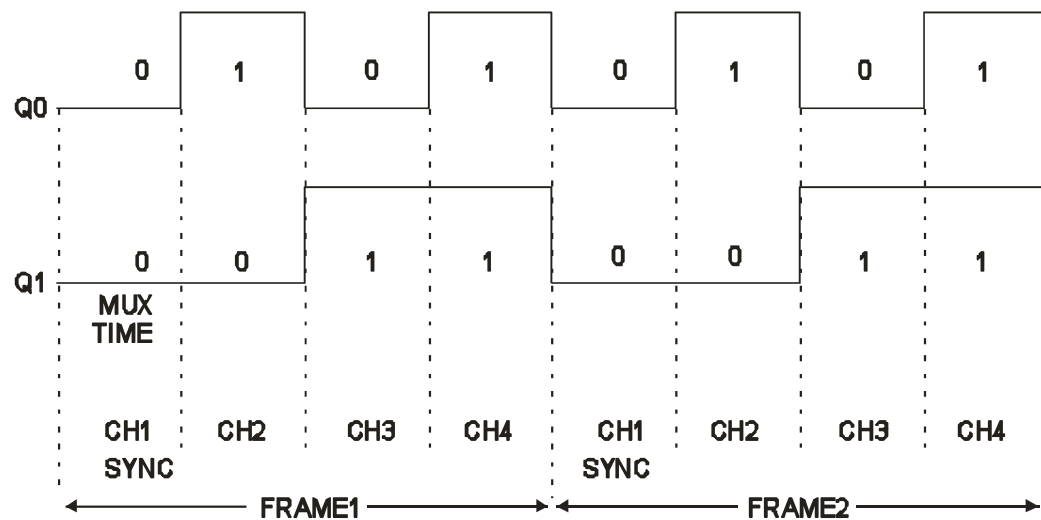


मान लीजिए हमें एक ही लिंक पर चार चैनल ट्रांसमिट करने हैं, तो TDM प्रक्रिया का उपयोग किया जाता है जैसा कि दिखाया गया है। CH1, CH2, CH3, CH4 चार चैनल हैं, Q0 और Q1 चैनल चयन सिग्नल हैं (घड़ी और समय अनुभाग)। Q0, Q1 की स्थिति के आधार पर चैनलों को एक-एक करके चुना जाता है। चारों में से पहला चैनल सिंक जानकारी ले जाने के लिए उपयोग किया जाता है। फिर डेटा चैनल क्रमिक रूप से चुने जाते हैं।

चैनल का चयन नीचे दी गई तालिका में दर्शाए अनुसार किया जाता है:

प्रश्न 1	प्र0	सीएच1	सीएच2	सीएच3	सीएच4	Y0 (MUX आउटपुट)
0	0	√				सीएच1
0	1		√			सीएच2
1	0			√		सीएच3
1	1				√	सीएच4
0	0	√				सीएच1

अब सभी चैनल एक ही लिंक पर मल्टीप्लेक्स किए जाते हैं और संचार लिंक पर प्रसारित किए जाते हैं।



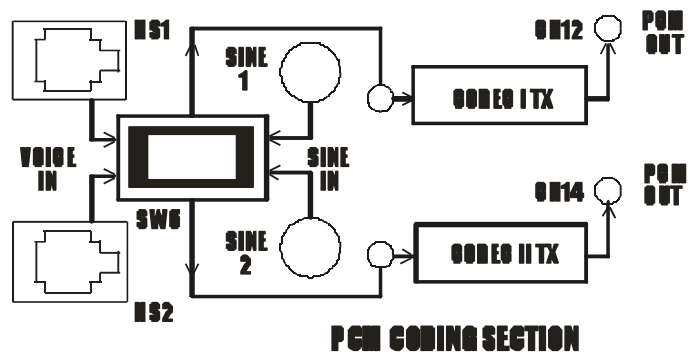
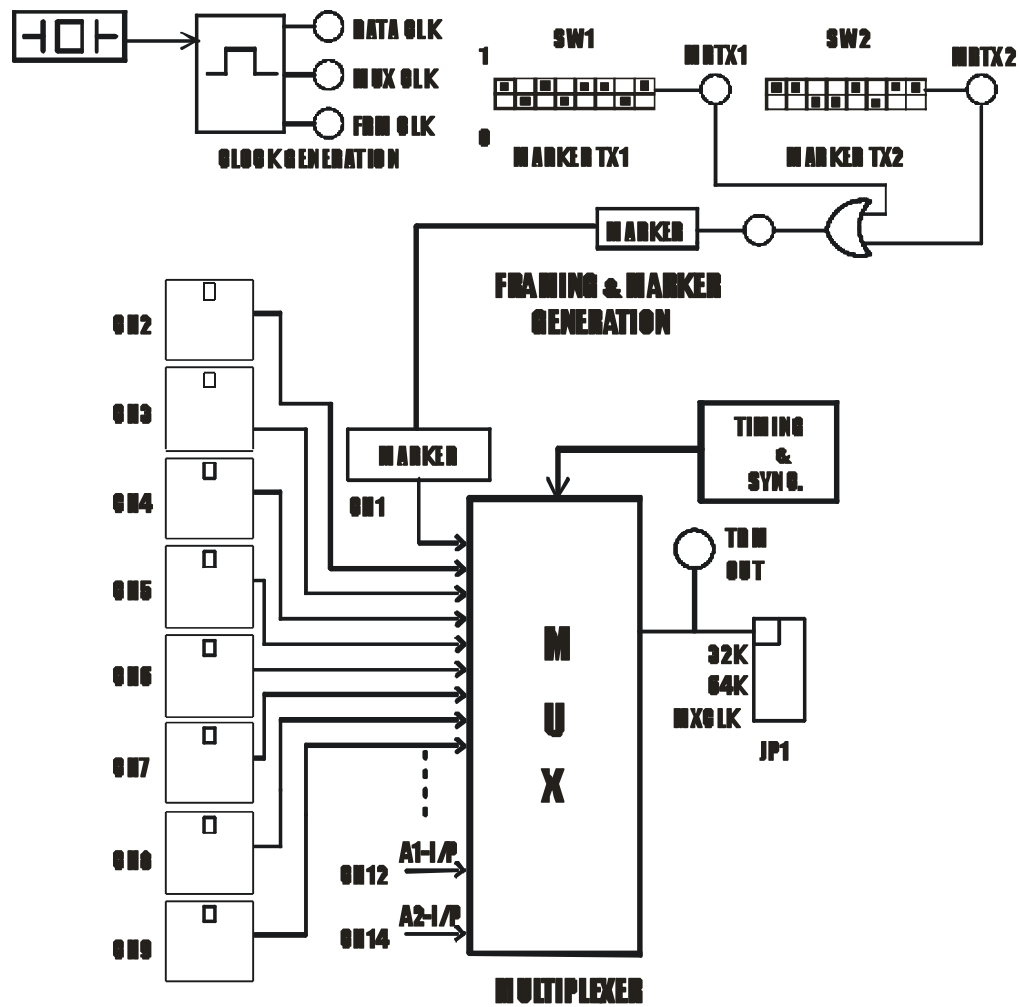
टीडीएम डेमक्स

रिसीवर पर भी यही प्रक्रिया सूचना को संबंधित रिसीविंग चैनल पर भेजने के लिए अपनाई जाती है। अब जैसा कि पिछले भाग में बताया गया है Q0, Q1 चयन घड़ियाँ हैं और Y0 MUX डेटा है।

डेटा	प्रश्न 1	प्र0	सीएच1	सीएच2	सीएच3	सीएच4
य0	0	0	य0			
	0	1		य0		
	1	0			य0	
	1	1				य0
	0	0	य0			

यहाँ डीमक्स अनुभाग में Q0 और Q1 का उपयोग उस चैनल को चुनने के लिए किया जाता है जहाँ मक्स आउटपुट Y0 को निर्देशित किया जाएगा। Q0 और Q1 की स्थिति के आधार पर मक्स सिग्नल Y0 को CH1, CH2, और CH3 और CH4 को निर्देशित किया जाएगा। चैनल एक सिंक जानकारी ले जाता है और बाकी चैनल वास्तविक जानकारी ले जाते हैं।

EXPERIMENT NO. 7



प्रयोग संख्या 7

नाम

16-चैनल डिजिटल टीडीएम उत्पादन का अध्ययन

उद्देश्य

इस प्रयोग का उद्देश्य टीडीएम डेटा के उत्पादन की तकनीक का अध्ययन करना है।

लिखित

बुनियादी टीडीएम डेटा में शामिल हैं

A. टीडीएम में फ्रेमिंग और मार्कर

B. टीडीएम में डिजिटल डेटा और पीसीएम कोडित डेटा

A. टीडीएम में फ्रेमिंग और मार्कर का अध्ययन:

फ्रेमिंग

टीडीएम ट्रांसमिशन में निम्नलिखित मूल घड़ी और समय संकेत शामिल होते हैं
TX चैनल और जानकारी का.

1. डेटा क्लॉक: चैनलों की अधिकतम डेटा दर निर्धारित करता है।
2. मक्स क्लॉक : प्रत्येक चैनल के लिए समय स्लॉट निर्धारित करता है।
3. फ्रेम क्लॉक: मल्टीप्लेक्स किए जाने वाले चैनलों की संख्या निर्धारित करता है।

एफओ-एपी प्रशिक्षक में हमने डेटा दर = 1.024 मेगाहर्ट्ज माना है।

एक एकल चैनल में 8 बिट डेटा होगा; इसलिए चैनल टाइम स्लॉट या चैनल आवृत्ति 1MHz/8 यानि 128 KHz होगी।

अर्थात मक्स क्लॉक: 128KHz.

हमने संचार के लिए 16 चैनल प्रदान किए हैं। इसलिए फ्रेम घड़ी बन जाती है

128/16 यानी फ्रेम क्लॉक = 8KHz। 16 चैनलों के चयन के लिए हमें कम से कम की आवश्यकता है

4 सिग्नल (2n=16 इसलिए n=4), वे क्लॉक आवृत्तियों के साथ QA, QB, QC और QD हैं

क्रमशः 64KHz, 32KHz, 16KHz और 8KHz।

तरंगरूप एवं तालिका दर्शाती है कि TDM में फ्रेमिंग कैसे प्राप्त की जाती है और नीचे दी गई तालिका टीडीएम में चैनल चयन दिखाता है.

चित्र 7.2 दिखाता है कि टीडीएम में फ्रेम कैसे बनता है।

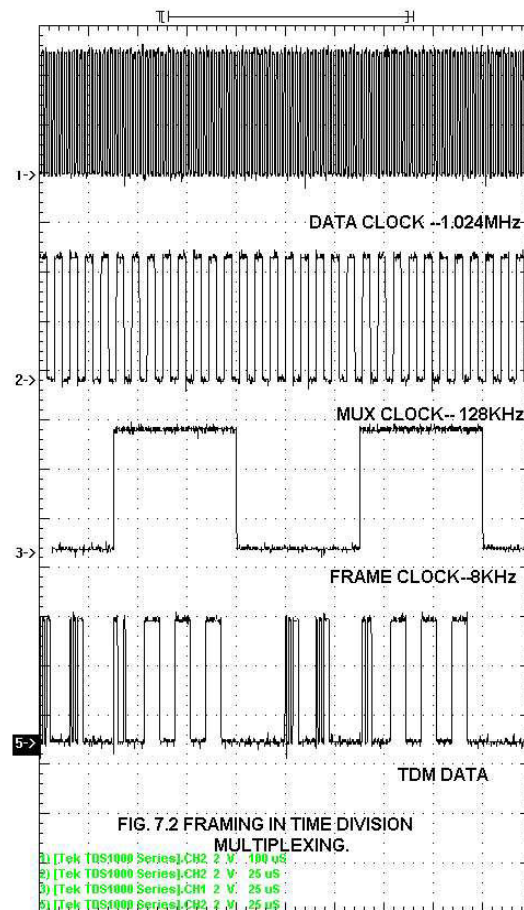
चित्र 7.3 दिखाता है कि फ्रेम में मार्कर कैसे रखे जाते हैं।

तालिका दर्शाती है कि क्लॉक सिग्नल के आधार पर 16 चैनलों का चयन कैसे किया जाता है

क्यूए, क्यूबी, क्यूसी और क्यूडी।

क्यू डी	क्यू सी	क्यू बी	क्यू ए	चौ धरी 1	चौ धरी 2	चौ धरी 3	चौ धरी 4	चौ धरी 5	चौ धरी 6	चौ धरी 7	चौ धरी 8	चौ धरी 9	चौ धरी 10	चौ धरी 11	चौ धरी 12	चौ धरी 13	चौ धरी 14	चौ धरी 15	चौ धरी 16	ओ/पी य0
0	0	0	0	√																चौधरी 1

0	0	0	1		√												चौधरी 2
0	0	1	0			√											चौधरी 3
0	0	1	1				√										चौधरी 4
0	1	0	0					√									चौधरी 5
0	1	0	1						√								चौधरी 6
0	1	1	0							√							चौधरी 7
0	1	1	1								√						चौधरी 8
1	0	0	0									√					चौधरी 9
1	0	0	1										√				चौधरी 10
1	0	1	0											√			चौधरी 11
1	0	1	1												√		चौधरी 12
1	1	0	0													√	चौधरी 13
1	1	0	1														चौधरी 14
1	1	1	0														चौधरी 15
1	1	1	1														चौधरी 16



टाइम डिवीजन मल्टीप्लेक्सिंग में इस्तेमाल किया जाने वाला मार्कर एक अनूठा बिट पैटर्न होता है जिसे फ्रेम में किसी निश्चित स्थान पर रखा जाता है और इसका उपयोग रिसीवर पर फ्रेम की शुरुआत निर्धारित करने के लिए किया जाता है। कभी-कभी वैकल्पिक फ्रेमर्स में एक अलग मार्कर का उपयोग किया जाता है ताकि मार्कर अनुक्रम वाले डेटा बिट्स द्वारा गलत मार्कर उत्पन्न करने की संभावना का मुकाबला किया जा सके।

डबल मार्कर

मार्कर को डेटा स्ट्रीम में एक अद्वितीय बिट पैटर्न माना जाता है, जिसे फ्रेम की शुरुआत की पहचान करने के लिए रिसीवर पर पहचाना जाता है। सवाल उठता है, क्या होगा यदि मार्कर पैटर्न डेटा के रूप में कहीं और निहित है? इस स्थिति से बचने के लिए, रिसीवर सर्किट को आमतौर पर एक फ्रेम में खुद को दोहराने वाले मार्कर का पता लगाने के लिए डिज़ाइन किया जाता है। यह केवल एक निश्चित संख्या में बिट्स के बाद की पुनरावृत्ति है, जो बिट पैटर्न को मार्कर के रूप में स्वीकार करने की अनुमति देता है। यह बेहद असंभव है कि डेटा में हर फ्रेम में एक ही स्थिति में यह पैटर्न दोहराया जाएगा। हालाँकि, इस स्थिति से बचने के लिए, मार्कर को कभी-कभी वैकल्पिक फ्रेम में अलग-अलग चुना जाता है।

उपकरणों

- बिजली आपूर्ति के साथ FO-AP किट
- पैच कॉर्ड्स
- 20 मेगाहर्ट्ज डुअल ट्रेस ऑसिलोस्कोप
- 1 मीटर फाइबर केबल

टिप्पणियों

डेटा CLK, MUX CLK और FRM CLK (फ्रेम क्लॉक) के लिए आवृत्तियों का निरीक्षण और माप करें। संदर्भ चित्र: 7.2.

MRTX1 पर मार्कर और **CRO** चैनल पर फ्रेम क्लॉक का निरीक्षण करें। संदर्भ चित्र: 7.3.

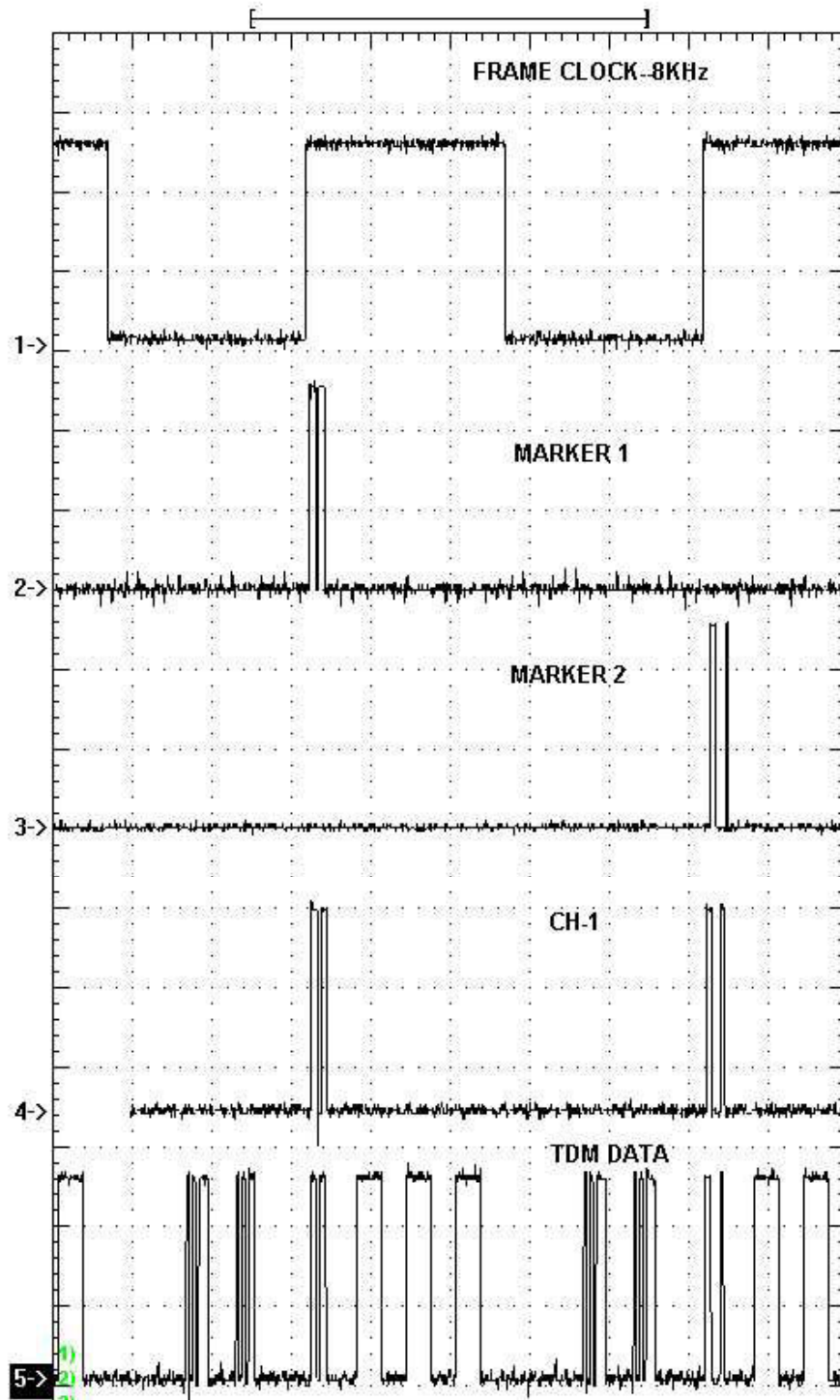
OR गेट के आउटपुट पर दूसरे मार्कर **MRTX2** और फ्रेम क्लॉक को इसी प्रकार देखें।

अब **MRTX1** एवं **MRTX2** के संबंध में मार्कर **iechannel-1** के परीक्षण बिंदु का निरीक्षण करें और तरंगरूप को प्लॉट करें।

फ्रेम क्लॉक के सापेक्ष चैनल-1 सिग्नल को देखें। आप पाएंगे कि मार्कर प्रत्येक फ्रेम में बारी-बारी से मौजूद हैं।

स्विच दोष

स्विच फॉल्ट सेक्शन में स्विच **1 (SF1)** को चालू स्थिति में रखें। इससे **U9** के **i/p** पर **TX**-मार्कर सिग्नल खुल जाएगा। इससे **U9 (74LS150)** का **पिन 8** खुल जाएगा यानी **MUX** सेक्शन पर चैनल एक हटा दिया गया है। कोई मार्कर प्रसारित नहीं होता है और इसलिए रिसीवर सिंक्रोनाइज़ेशन में बाधा आती है।



चित्र 7.3 टीडीएम में मार्कर

B. टीडीएम में चैनल इनपुट और पीसीएम डेटा का अध्ययन।

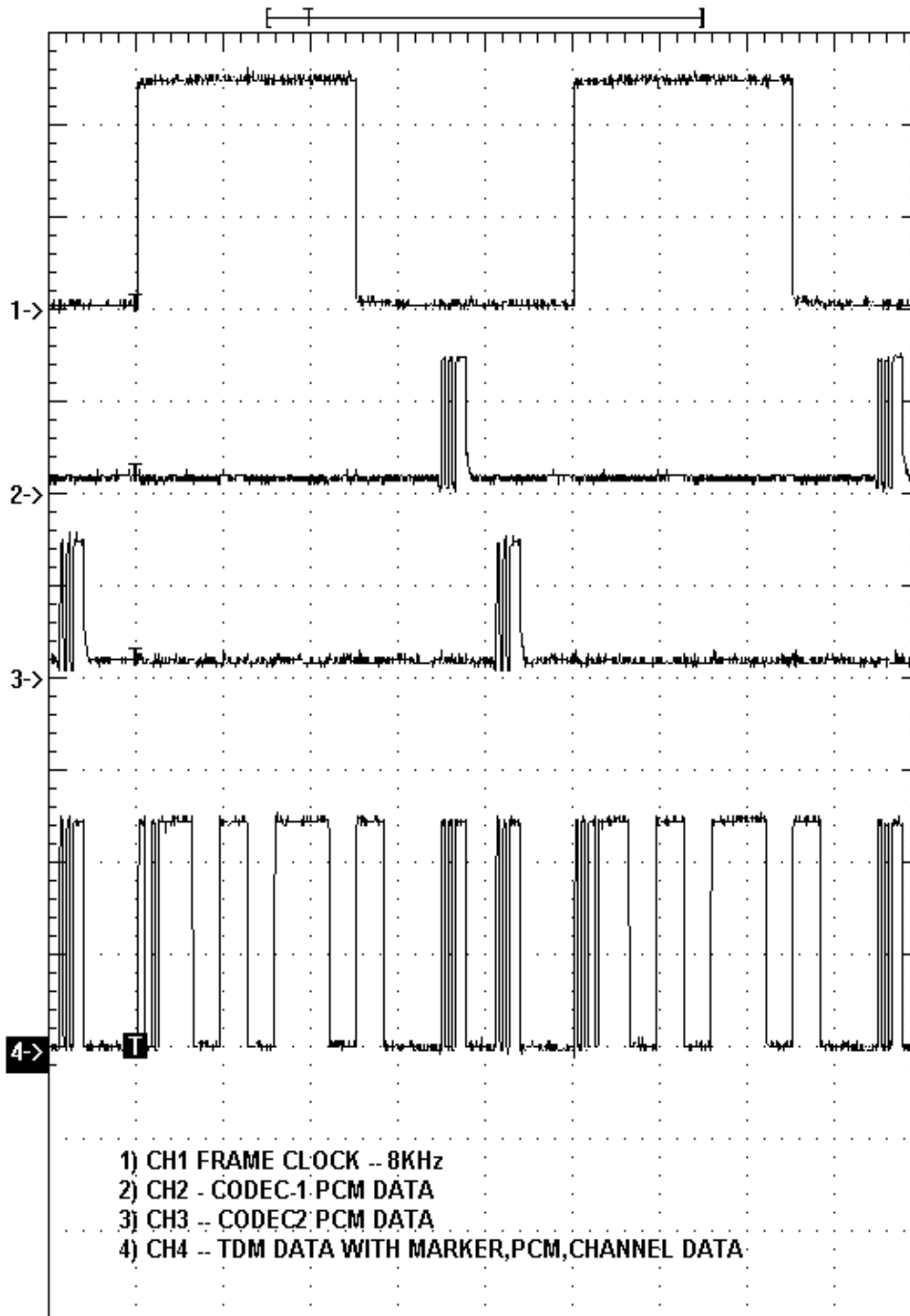
एक बार जब फ्रेम बन जाता है और पहले चैनल में सिंक्रोनाइजेशन के लिए मार्कर डाला जाता है, तो अब डेटा जानकारी के लिए अगले 15 टाइम स्लॉट खाली रहते हैं। FO-AP ट्रेनर किट पर हमने चैनल-2 से चैनल-9 के रूप में 8 ON/OFF स्विच का उपयोग किया है। फिर अगले 2 (10 और 11) स्लॉट खाली रखे जाते हैं। 12वें टाइम स्लॉट में कोडेक-1 चिप का PCM डेटा डाला जाता है। फिर से 13वें टाइम स्लॉट को शून्य रखा जाता है। 14वें टाइम स्लॉट में कोडेक-2 (IC14) का PCM डेटा डाला जाता है। 15वें, 16वें स्थान को फिर से शून्य रखा जाता है। चित्र 7.4 संपूर्ण टाइम डिवीजन मल्टीप्लेक्स डेटा दिखाता है।

टिप्पणियाँ

- CRO पर फ्रेम क्लॉक के संबंध में **TDM OUT** के परीक्षण बिंदुओं का निरीक्षण करें।
- चैनल स्विच को **चालू और बंद करें** और फ्रेम में प्रत्येक चैनल की स्थिति का निरीक्षण करें। देखें कि फ्रेम नियमित अंतराल पर खुद को कैसे दोहराता है।
- फ्रेम डेटा के संबंध में मार्कर **MRTX1 और MRTX2 का निरीक्षण करें और देखें कि दोनों मार्कर वैकल्पिक फ्रेम में कैसे प्रेषित होते हैं।**
- **PCM OUT परीक्षण बिंदुओं पर PCM** कोडित वॉयस डेटा को फ्रेम क्लॉक के संबंध में और **TDM OUT परीक्षण बिंदु के संबंध में भी देखें।** फ्रेम में **PCM डेटा** की स्थिति का निरीक्षण करें।

स्विच दोष

- स्विच फॉल्ट सेक्शन में स्विच **2 (SF1) को चालू** स्थिति में रखें। इससे U9 (74LS150) का पिन 4 खुल जाएगा। चैनल 6 सिग्नल अपरिभाषित स्थिति में चला जाता है और o/p प्रतिक्रिया CH6 स्विच स्थिति से बेपरवाह होती है।



EXPERIMENT NO. 8

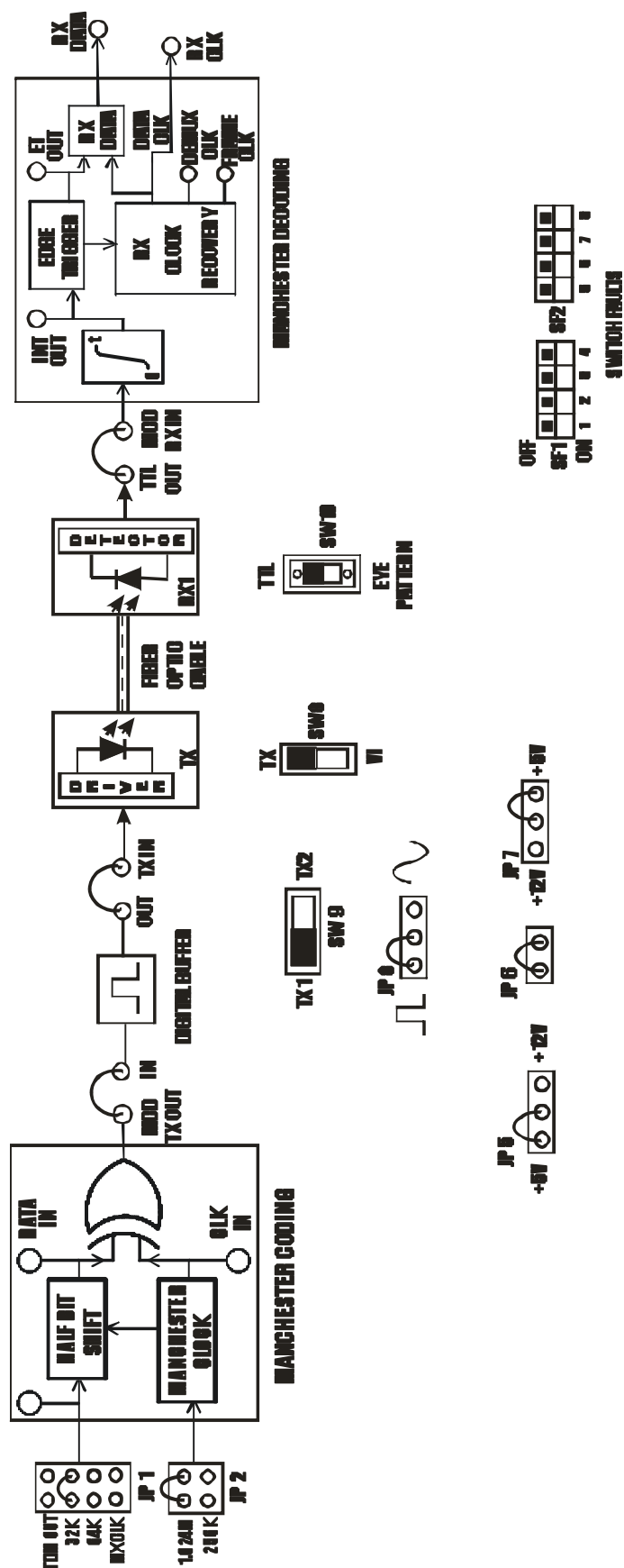


FIG. 9.1 STUDY OF MANCHESTER CODING AND DECODING.

प्रयोग संख्या 8

नाम

मैनचेस्टर कोडिंग और डिफिकोडिंग का अध्ययन

उद्देश्य

इस प्रयोग का उद्देश्य मैनचेस्टर कोडिंग की तकनीकों का अध्ययन करना है डिजिटल संचार में डिफिकोडिंग

लिखित

फाइबर ऑप्टिक डिजिटल संचार प्रणाली में आमतौर पर निम्नलिखित शामिल होते हैं:

- विद्युत से ऑप्टिकल कनवर्टर (ई/ओ) सहित ऑप्टिकल ट्रांसमीटर
- ऑप्टिकल रिसीवर जिसमें ऑप्टिकल से इलेक्ट्रिकल कनवर्टर (ओ/ई) शामिल है
- डेटा संचरण माध्यम के रूप में ऑप्टिकल फाइबर
- कनेक्टर, कपलर और स्प्लिसर
- लाइन कोडर
- लाइन डिफिकोडर
- समय पुनर्प्राप्ति इकाई

डिजिटल संचार में, ट्रांसमिशन के लिए उपयोग की जाने वाली घड़ी की रिकवरी आवश्यक है। टाइमिंग रिकवरी की तकनीक "0" से "1" और "1" से "0" संक्रमणों की संख्या पर निर्भर करती है। कई बार, कोई यह सुनिश्चित नहीं कर सकता है कि संचारित किए जाने वाले डेटा में ऐसे संक्रमण हैं। ऐसे मामले में संक्रमणों को पेश करने के लिए, लाइन कोडिंग का उपयोग किया जाता है। कम बिट दर फाइबर ऑप्टिक ट्रांसमिशन के लिए, आमतौर पर इस्तेमाल की जाने वाली लाइन कोडिंग तकनीक को मैनचेस्टर कोडिंग के रूप में जाना जाता है, जबकि उच्च बिट दरों के लिए mBnB कोडिंग योजनाओं जैसी विभिन्न कोडिंग योजनाओं का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार डिजिटल संचार में लाइन कोडिंग निम्नलिखित कारणों से लागू की जाती है।

- रिसीवर पर टाइमिंग रिकवरी में आसानी के लिए
- संचार प्रणाली में विभिन्न तत्वों की आवश्यकता के अनुसार सिग्नल के स्पेक्ट्रम को आकार देना

किसी भी सिंक्रोनस डिजिटल लिंक के लिए रिसीवर पर चरण और आवृत्ति दोनों के संदर्भ में सिंक्रोनस क्लॉक की रिकवरी जरूरी है। शून्य और एक की लंबी स्ट्रिंग, यानी डेटा में संक्रमण की कमी, रिसीवर क्लॉक को सिंक्रनाइज़ेशन खो सकती है। लाइन कोडिंग क्लॉक रिकवरी को आसान बनाने के लिए डेटा में पर्याप्त संक्रमण प्रस्तुत करती है। साथ ही डेटा का एक निश्चित पैटर्न, जैसे शून्य या एक की लंबी स्ट्रिंग, प्रेषित सिग्नल में एक मजबूत डीसी घटक का परिणाम होगा। ऐसा डीसी घटक अक्सर वांछनीय नहीं होता है; लाइन कोडिंग स्पेक्ट्रम को स्थानांतरित करती है और डीसी घटक को टालती है। अनूठे प्रभावों के लिए डिजिटल ट्रांसमिशन कोडिंग के कई तरीके संभव हैं, प्रत्येक प्रकार के कोडिंग में निहित फायदे हैं। हम मैनचेस्टर कोडिंग के रूप में सबसे सरल लाइन कोडिंग तकनीक पर विचार करेंगे।

मैनचेस्टर कोडेड वेवफॉर्म निम्नलिखित तरीके से उत्पन्न होता है। यदि डेटा बिट '1' है, तो बिट सेल के पहले आधे भाग के लिए वेवफॉर्म सकारात्मक होगा। '0' डेटा के लिए

बिट, बिट सेल का पहला आधा भाग शून्य होगा। संक्रमण हमेशा बिट सेल के केंद्र में होता है, चाहे बिट '1' हो या '0'।

उपकरण□□

- बिजली आपूर्ति के साथ FO-AP किट
- पैच कॉर्ड्स
- 20 मेगाहर्ट्ज डुअल ट्रेस ऑसिलोस्कोप
- 1 मीटर फाइबर केबल

नोट: सभी स्विच दोषों को बंद स्थिति में रखें।

प्रक्रिया

- चित्र में दिखाए अनुसार कनेक्शन बनाएं।
- जम्पर एवं स्विच सेटिंग्स को चित्र में दिखाए अनुसार रखें।
- **डेटा इन** और **MCDTX OUT** के परीक्षण बिंदुओं का निरीक्षण करें। **MCDTXOUT** दिखाता है कि जब डेटा "1" होता है तो डेटा का पहला आधा बिट उच्च होता है जबकि दूसरा आधा शून्य होता है। जबकि डेटा के लिए "0" के रूप में पहला आधा "0" स्तर है और दूसरा आधा "1" है जैसा कि तरंगों में दिखाया गया है।
- जम्पर और स्विच सेटिंग्स का उपयोग करके फाइबर ऑप्टिक ट्रांसमीटर TX1 SFH756 का चयन करें जैसा कि चित्र 9.2 में दिखाया गया है।
- SFH756V (660nm) की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। एक बार कैप ढीला हो जाने पर, एक मीटर फाइबर को कैप में डालें। अब कैप को वापस पेंच करके कस लें।
- TTL लॉजिक आउटपुट SFH551V के साथ RX1 फोटो ट्रांजिस्टर की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। एक बार कैप ढीला हो जाने पर, फाइबर के दूसरे सिरे को कैप में डालें। अब कैप को वापस स्कू करके कस लें।
- **INT OUT, ET OUT** के परीक्षण बिंदुओं का निरीक्षण करें। डिकोडेड आउटपुट **RX DATA** परीक्षण बिंदु पर और डिकोडिंग घड़ी **DATA CLK** परीक्षण बिंदु पर प्राप्त की जाती है। FIG.8.2 32 KHz डेटा इनपुट के लिए मैनचेस्टर कोडेड और डिकोडेड सिग्नल दिखाता है। (दोनों तरफ फाइबर डालने के बाद, यदि आवश्यक हो तो दोनों SFH उपकरणों के अंदर फाइबर को ठीक से संरेखित करें ताकि o/p LED का उचित संकेत मिल सके।)
- **JP1 को 64 KHz और MX CLK** पर स्थानांतरित करके अन्य डेटा के लिए तरंगरूपों का अवलोकन करें।
- **JP2 की स्थिति को 256 KHz पर** रखते हुए मैनचेस्टर क्लॉक को बदलने के प्रभाव को भी देखें। अब मैनचेस्टर कोडेड आउटपुट सटीक होगा लेकिन मैनचेस्टर डिकोडेड आउटपुट और क्लॉक डेटा से मेल नहीं खा सकता है क्योंकि डिकोडेड क्लॉक सर्किट 1.024 मेगाहर्ट्ज क्लॉक पर ट्यून किया गया है न कि 256KHz पर। इसलिए इसके लिए केवल मैनचेस्टर कोडेड डेटा देखें।

स्विच दोष

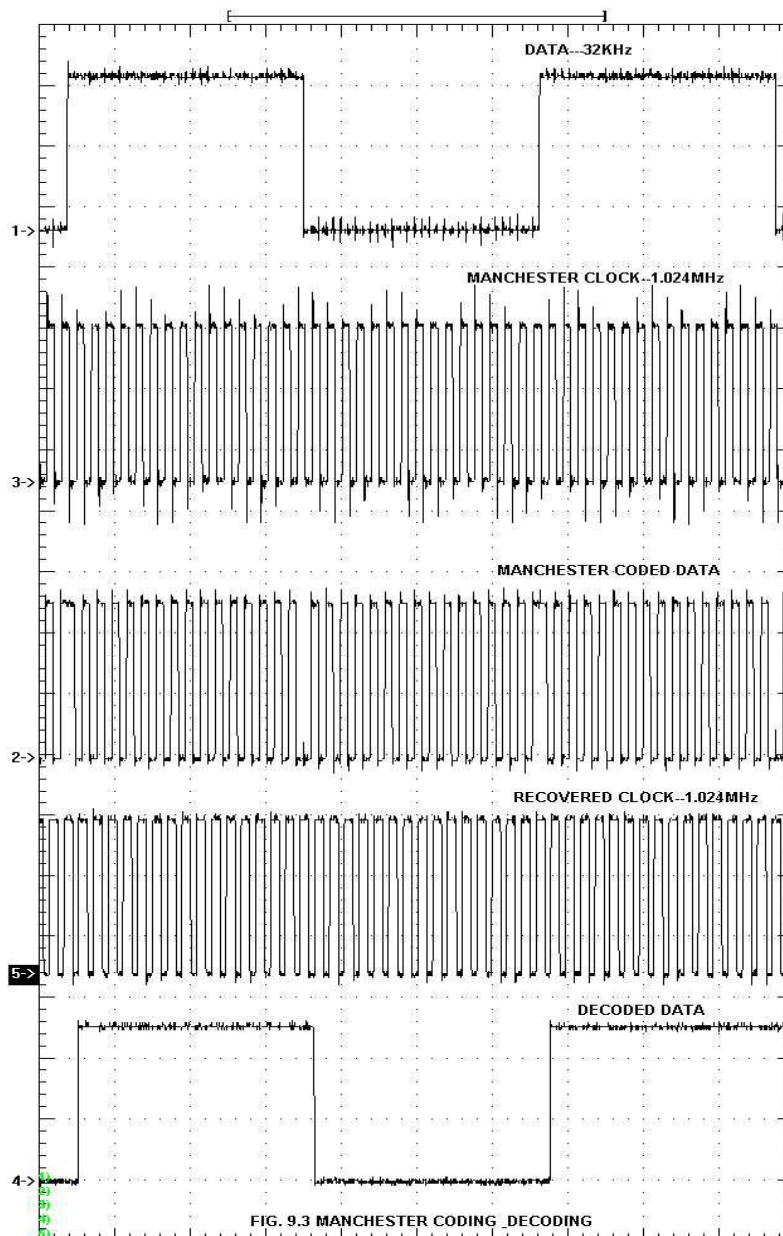
नोट: प्रक्रिया के अनुसार कनेक्शन रखें। अब संबंधित फॉल्ट स्विच बटन को **चालू स्थिति में स्विच करें** और आउटपुट पर अलग-अलग प्रभाव देखें। फॉल्ट का इस्तेमाल आम तौर पर एक-एक करके किया जाता है।

- स्विच फॉल्ट सेक्शन में स्विच **5(SF2) को चालू** स्थिति में रखें। इससे U19 (74HC86) का पिन 2 MCDCLK खुल जाएगा। इससे

मैनचेस्टर कोडिंग प्रभावित होगी और मैनचेस्टर कोडेड ऑपरेटिंग सिस्टम फॉर्मेट में होगा। फॉल्ट सेक्शन में **6 (SF2) को ऑन** पोजीशन पर रखें। इससे मैनचेस्टर डिकोडिंग ऑपरेटिंग सिस्टम गड़बड़ी होगी और में गड़बड़ी होगी। PR1 के समानांतर है और इसलिए समय स्थिरांक जाता है और RX में गड़बड़ी हो है।

- गलत स्विच स्विच

में डेटा R71 आता RC बदल CLK जाती



EXPERIMENT NO. 9

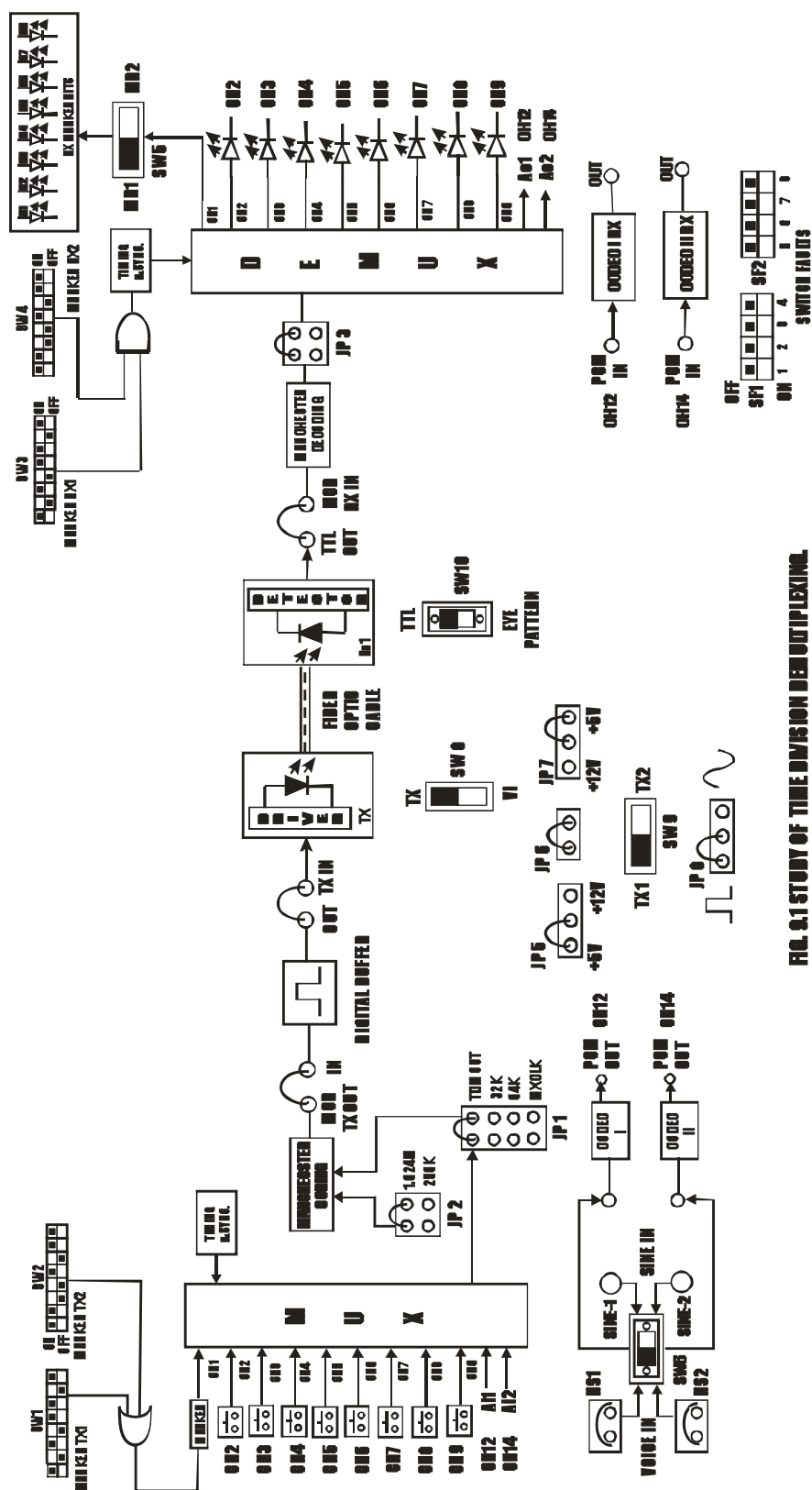


FIG. 2.1 STUDY OF TIME DIVISION DEMULTIPLEXING

प्रयोग संख्या 9

नाम

समय विभाजन डिमल्टीप्लेक्सिंग का अध्ययन

उद्देश्य

इस प्रयोग का उद्देश्य टाइम डिवीजन डिमल्टीप्लेक्सिंग की प्रक्रिया का अध्ययन करना है।

लिखित

टाइम डिवीजन डिमल्टीप्लेक्सिंग की प्रक्रिया एक इनपुट और कई आउटपुट की प्रक्रिया है। एकल लिंक पर टीडीएम डेटा को समय के आधार पर अलग किया जाता है, जो रिसीवर सेक्शन पर Q0, Q1, Q2 और Q3 घड़ियों पर निर्भर करता है।

मैनचेस्टर कोडित डेटा को पहले डिकोड किया जाता है और मूल TDM डेटा प्राप्त किया जाता है। साथ ही RX क्लॉक का उपयोग करके क्लॉक और टाइमिंग सिग्नल भी जनरेट किए जाते हैं। रिकवर किए गए TDM डेटा से मार्कर की तुलना RXMP1 और RXMP2 से की जाती है। जब मार्करों की पहचान हो जाती है या जब वे RX मार्कर तुलनित्र द्वारा समान पाए जाते हैं, तो तुलनित्र एक डिटेक्शन (सिंक) पल्स उत्पन्न करता है। इस प्रकार रिसीवर पर दो सिंक पल्स प्राप्त होते हैं, प्रत्येक मार्कर के लिए एक।

इन सिंक पल्स का उपयोग TDM डेटा को रिसीवर क्लॉक के साथ सिंक्रोनाइज़ करने के लिए किया जाता है। मार्कर RX1 को मार्कर TX1 के समान रखा जाता है और मार्कर RX2 को मार्कर TX2 के समान रखा जाता है जैसा कि ब्लॉक डायग्राम में दिखाया गया है।

उपकरणों

बिजली आपूर्ति के साथ FO-AP किट
पैच कॉर्ड्स
20 मेगाहर्ट्ज डुअल ट्रेस ऑसिलोस्कोप
1 मीटर फाइबर केबल

नोट: सभी स्विच दोषों को बंद स्थिति में रखें।

प्रक्रिया

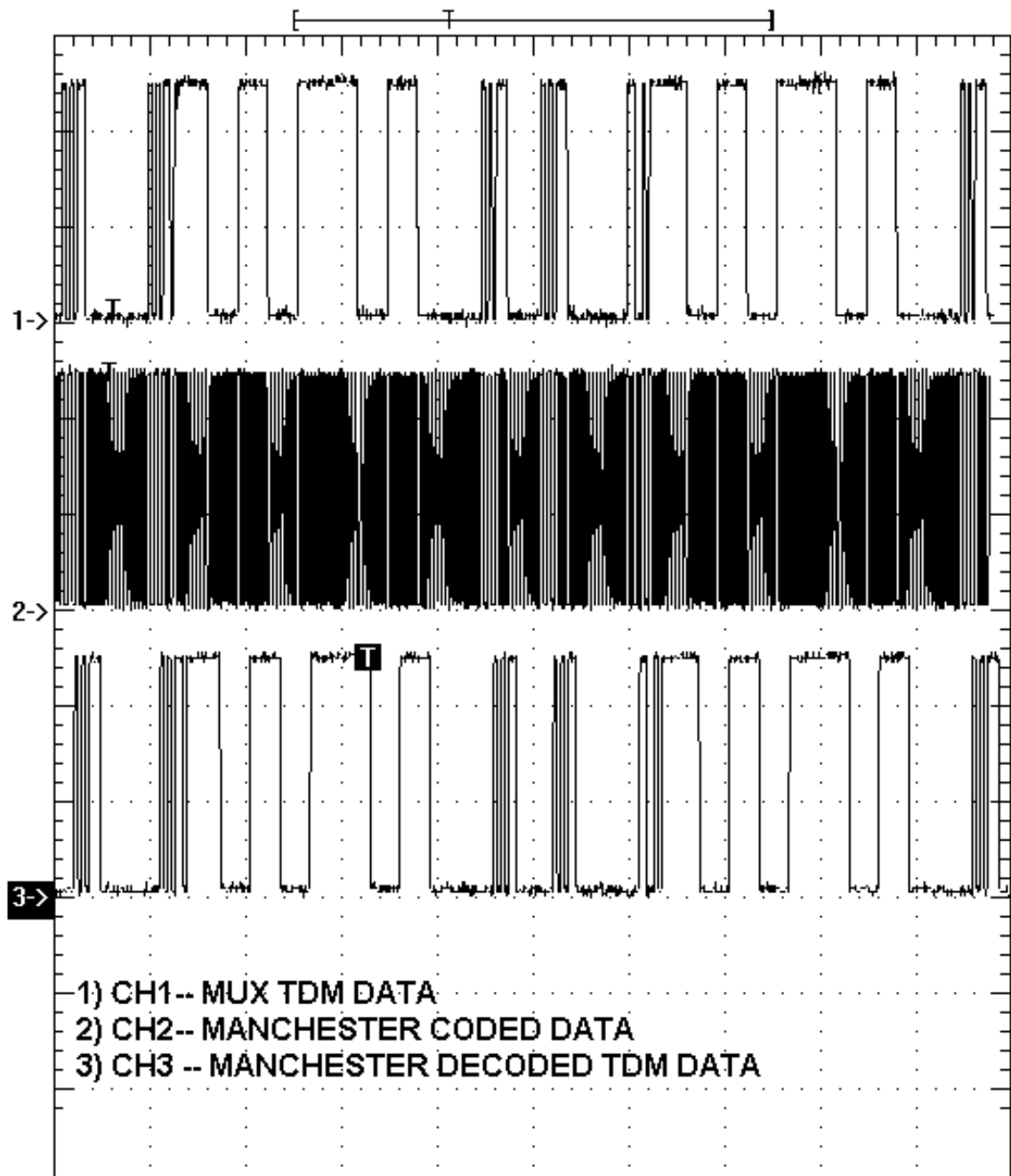
- चित्र में दिखाए अनुसार कनेक्शन बनाएं।
- जम्पर एवं स्विच सेटिंग्स को चित्र 9.1 में दिखाए अनुसार रखें।
- जम्पर और स्विच सेटिंग्स का उपयोग करके फाइबर ऑप्टिक ट्रांसमीटर TX1 SFH756 का चयन करें जैसा कि चित्र 9.1 में दिखाया गया है।
- SFH756V (660nm) की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। एक बार कैप ढीला हो जाने पर, एक मीटर फाइबर को कैप में डालें। अब कैप को वापस पेंच करके कस लें।

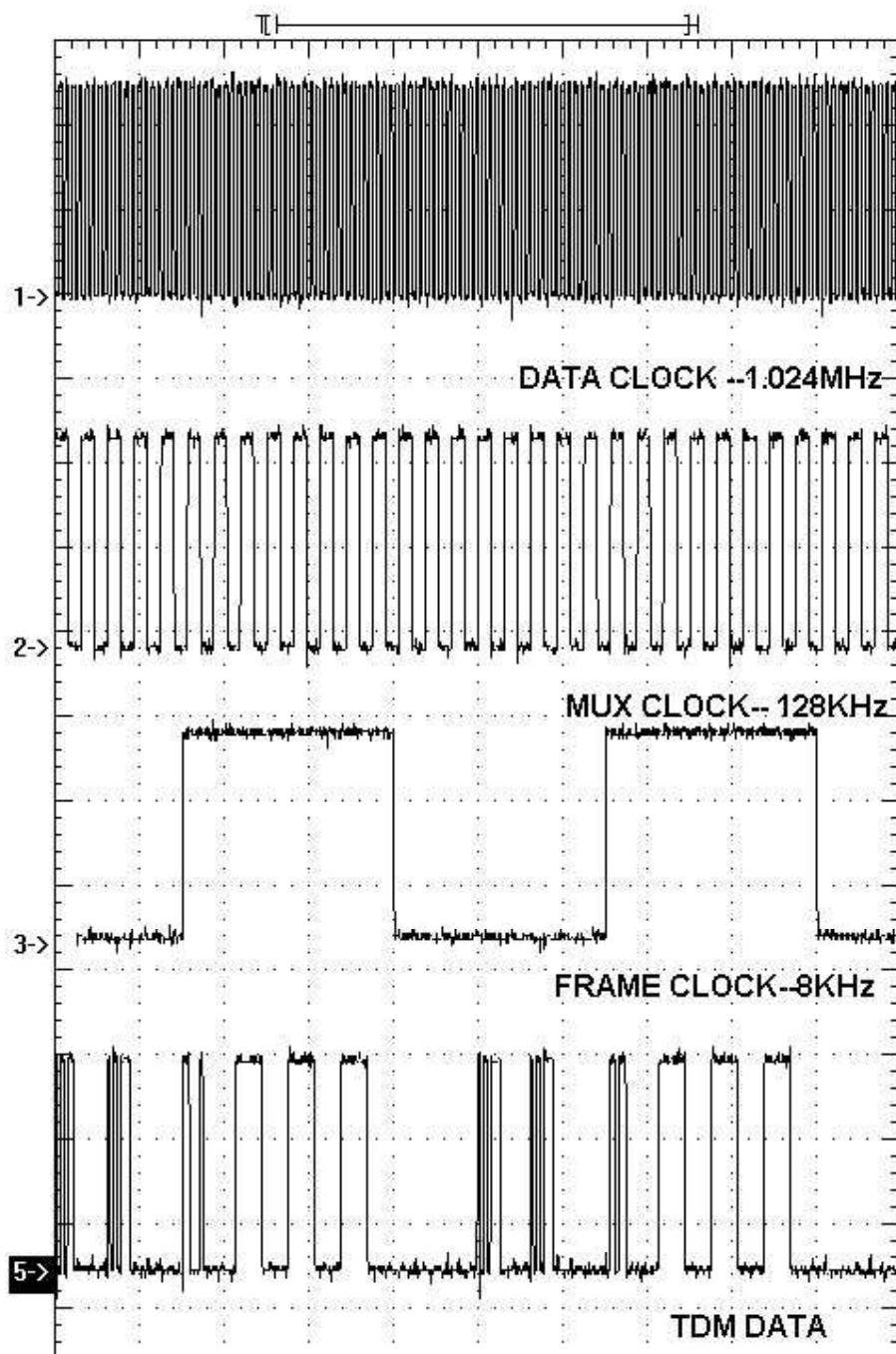
- TTL लॉजिक आउटपुट SFH551V के साथ RX1 फोटो ट्रांजिस्टर की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। एक बार कैप ढीला हो जाने पर, फाइबर के दूसरे सिरे को कैप में डालें। अब कैप को वापस स्कू करके कस लें।
- ऑसिलोस्कोप पर पोस्ट **TTL OUT** पर पता लगाए गए सिग्नल का निरीक्षण करें।
- प्राप्त सिग्नल को पोस्ट **TTL OUT** से पोस्ट **MCD RX IN** से कनेक्ट करें।
- **INT OUT** पर एकीकृत आउटपुट का निरीक्षण करें, **ET OUT** पर एज ट्रिगर आउटपुट का निरीक्षण करें जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।
- चित्र 9.3 में दर्शाए अनुसार पुनर्प्राप्त घड़ी का अवलोकन करें। **RX CLK** पोस्ट पर पुनर्प्राप्त घड़ी के कार्य चक्र ट्रांसमीटर घड़ी के समान नहीं हैं, लेकिन वे प्राप्त घड़ी में मामूली संचरण विलंब को छोड़कर सिंक्रनाइज़ हैं।
- **RX डेटा** पोस्ट पर डिकोड किए गए डेटा को देखें जैसा कि चित्र 9.4 में दिखाया गया है।
- स्विच SW5 का उपयोग करके प्रदर्शन के लिए मार्कर 1 या 2 का चयन करें।
- स्विच **SW9 का उपयोग करके TX2 SFH450 का** चयन करें और उपरोक्त प्रक्रिया को दोहराएं। (दोनों तरफ फाइबर डालने के बाद, यदि आवश्यक हो तो दोनों SFH डिवाइस के अंदर फाइबर संरेखण को ठीक से समायोजित करें ताकि o/p LED का उचित संकेत मिल सके।)
- मार्कर 1 और 2 के लिए उपरोक्त प्रक्रिया को दोहराएं जैसा कि नीचे मार्कर सेटिंग तालिका में दिया गया है।

टिप्पणी

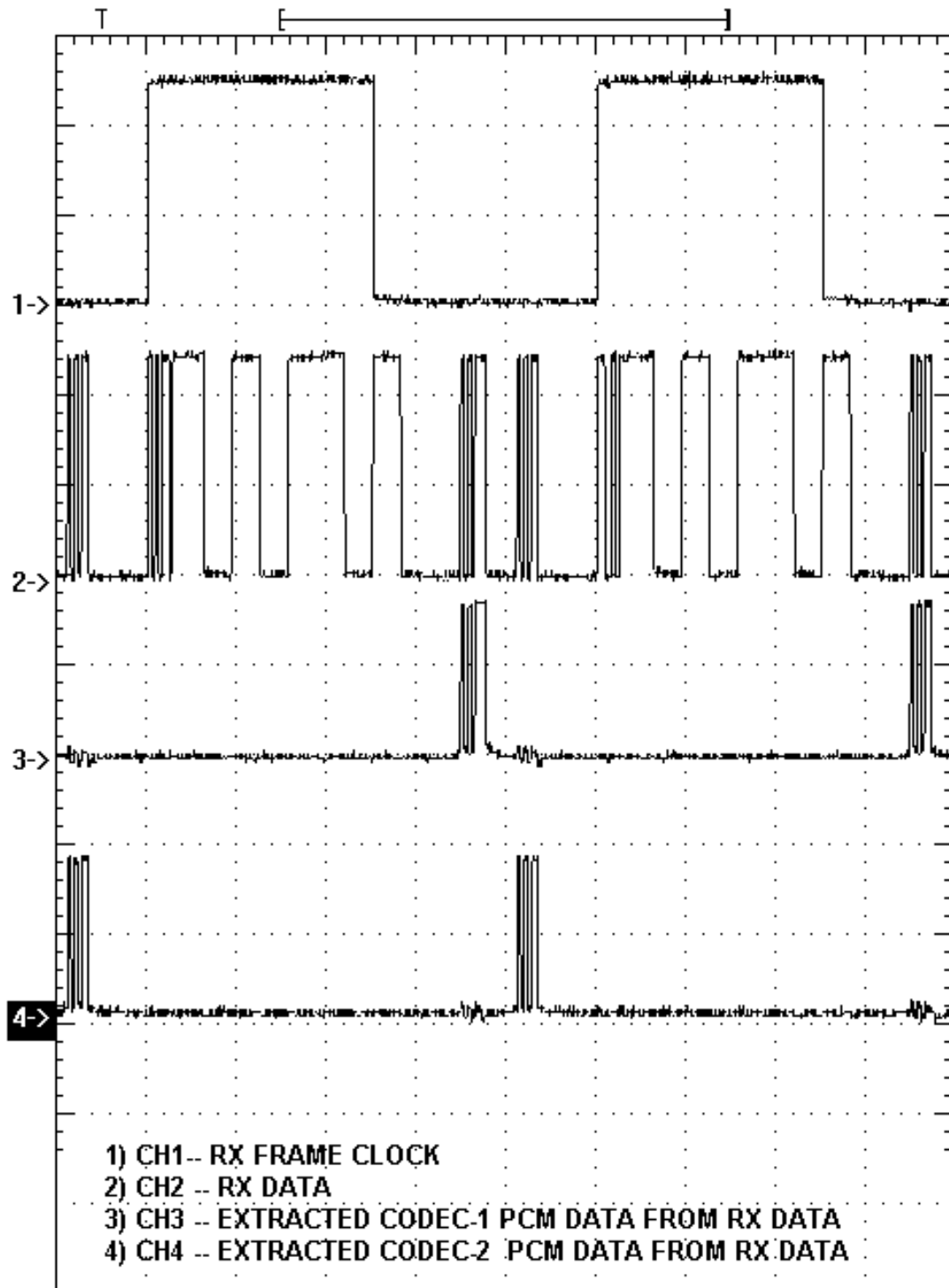
छात्र मार्कर सेटिंग टेबल के अलावा सैकड़ों अन्य संयोजन बना सकते हैं। कुछ सेटिंग्स उचित TDM संचालन नहीं दे सकती हैं। उचित TDM डेटा प्राप्त करने के लिए एकल मार्कर सेटिंग में लगातार 4 1 या 0 से बचें।

TX मार्कर -1	TX मार्कर -2
10010001	10110110
11011001	10110110
11011001	10001010
01011101	10001010
10101101	10001010
10101101	11001011
10111001	11001011
10110001	01101010
10011101	01100010
10010101	01011001





चित्र 9.3: समय विभाजन में फ्रेमिंग



चित्र 9.4: RX डेटा से निकाला गया PCM डेटा

स्विच दोष

स्विच फॉल्ट सेक्शन में 8 स्विच दिए गए हैं। इन स्विच का उपयोग सर्किट के विभिन्न भागों में फॉल्ट स्थितियों का अनुकरण करने के लिए किया जा सकता है। FO-AP किट को पूरी तरह से चालू रखने के लिए, उपयोग से पहले सभी स्विच को OFF स्थिति में सेट किया जाना चाहिए। स्विच फॉल्ट एक-एक करके पेश किए जाते हैं।

- स्विच फॉल्ट सेक्शन में स्विच **1 (SF1) को चालू** स्थिति में रखें। इससे U9 के i/p पर TX-मार्कर सिग्नल खुल जाएगा। इससे U9 (74LS150) का पिन 8 खुल जाएगा यानी MUX सेक्शन पर चैनल एक हटा दिया गया है। कोई मार्कर प्रसारित नहीं होता है और इसलिए रिसीवर सिंक्रोनाइज़ेशन में बाधा आती है।
- स्विच फॉल्ट सेक्शन में स्विच **2 (SF1) को चालू** स्थिति में रखें। इससे U9 (74LS150) का पिन 4 खुल जाएगा। Mux सेक्शन का चैनल 6 I/P खुल जाता है और इसलिए TDM DATA में चैनल 6 की स्थिति स्विच की स्थिति से स्वतंत्र हो जाती है और इसलिए CH6 O/P LED संकेत CH6 स्विच की स्थिति से स्वतंत्र होता है।
- स्विच फॉल्ट सेक्शन में स्विच **3(SF1) को ऑन** पोजीशन पर रखें। इससे U9 (74LS150) का पिन 13 खुल जाएगा। इससे MUX क्लॉक QC हट जाएगा। जिसके कारण MUX o/p पर कुछ चैनल खो जाएंगे। क्योंकि वे चयनित नहीं होंगे।
- स्विच फॉल्ट सेक्शन में स्विच **4(SF1) को चालू** स्थिति में रखें। इससे U12 (145502) का पिन 8 खुल जाएगा। MSIRX1 सिग्नल हटा दिया गया है। इससे डिमक्स के दौरान कोडेक चयन अक्षम हो जाएगा और कोडेक प्रतिक्रिया नहीं देखी जा सकेगी।
- स्विच फॉल्ट सेक्शन में स्विच **5(SF2) को चालू** स्थिति में रखें। इससे U19 (74HC86) का पिन 2 MCDCLK खुल जाएगा। इससे मैनचेस्टर कोडिंग प्रभावित होगी और मैनचेस्टर कोडेड ऑपरेटिंग सिस्टम गलत फॉर्मेट में होगा।
- स्विच फॉल्ट सेक्शन में स्विच **6 (SF2) को ऑन** पोजीशन पर रखें। इससे मैनचेस्टर डिकोडिंग ऑपरेटिंग सिस्टम में गड़बड़ी होगी और डेटा में गड़बड़ी होगी। R71 PR1 के समानांतर आता है और इसलिए RC समय स्थिरांक बदल जाता है और RX CLK में गड़बड़ी हो जाती है।
- स्विच फॉल्ट सेक्शन में स्विच **7(SF2) को ऑन** पोजीशन पर रखें। इससे U24 (74HCT154) का पिन 20 खुल जाएगा। Demux क्लॉक Q4 को Demux IC से हटा दिया जाएगा और इसलिए i/p पर कुछ चैनल नहीं चुने जाएंगे।
- स्विच फॉल्ट सेक्शन में स्विच **8 (SF2) को चालू** स्थिति में रखें। इससे U35 (74LS374) का पिन 11 खुल जाएगा। इससे U35 का लैचिंग सिग्नल और मार्कर सेटिंग खुल जाएगी, इसलिए U35 नई मार्कर सेटिंग स्वीकार नहीं करेगा और लैच सिग्नल कनेक्ट होने तक पिछली सेटिंग प्रदर्शित करेगा।

EXPERIMENT NO. 10

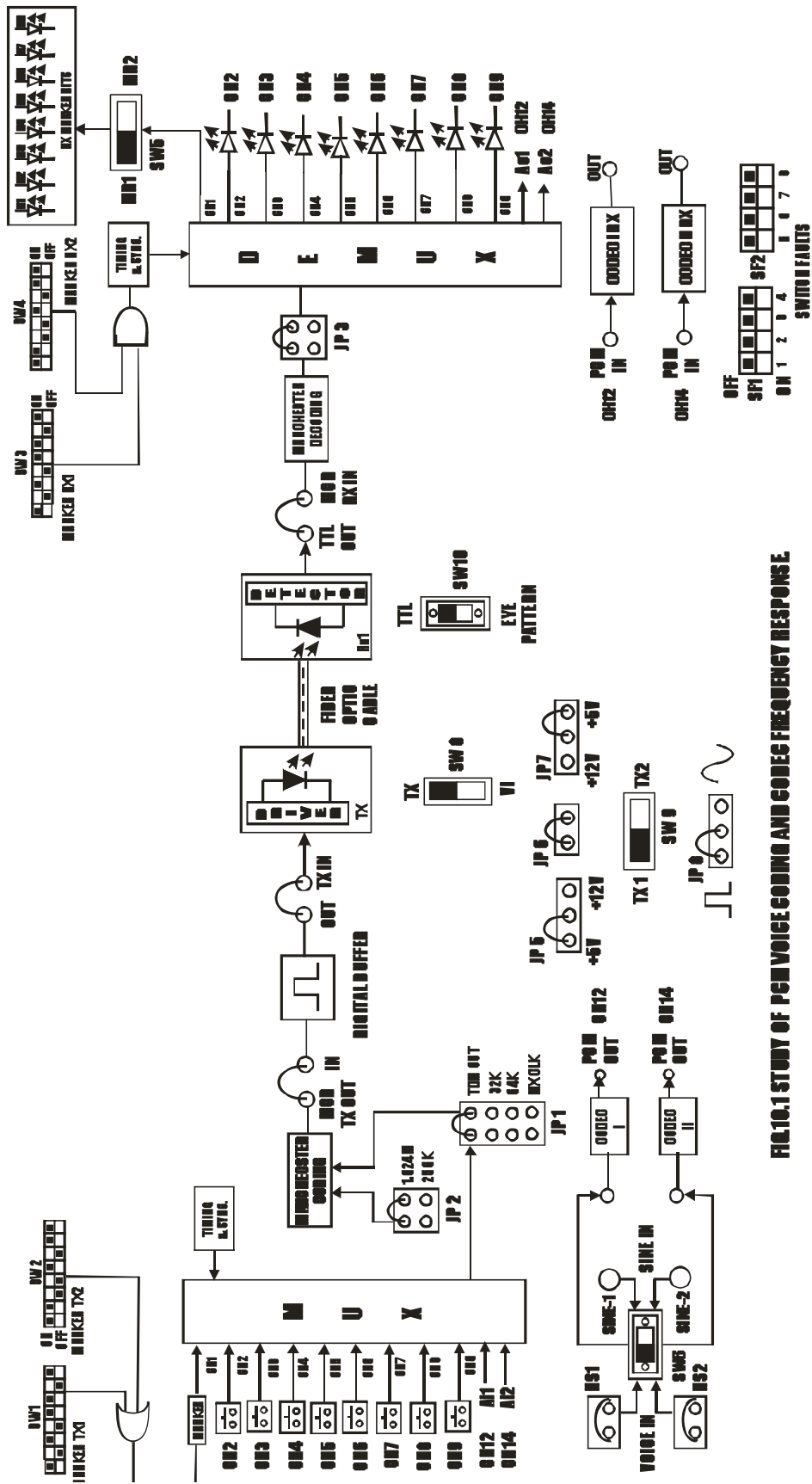


FIG.10.1 STUDY OF PCM VOICE CODING AND CODES FREQUENCY RESPONSE

प्रयोग संख्या 10

नाम

पीसीएम वॉयस कोडिंग और कोडेक फ्रीक्वेंसी रिस्पॉन्स का अध्ययन

उद्देश्य

इस प्रयोग का उद्देश्य रैखिककृत ए-लॉ पीसीएम कोडिंग का अध्ययन करना है। एनालॉग से डिजिटल रूपांतरण के साथ-साथ रिवर्स प्रक्रिया और इस किट में इस्तेमाल किए गए कोडेक चिप 145502 की फ़िल्टरिंग विशेषताओं का भी अध्ययन किया जाता है।

लिखित

वॉयस कम्युनिकेशन की वर्तमान तकनीकें 64 Kbits/sec पर A-law/-law कम्पांडेड PCM वॉयस कोडिंग जैसे मानकों का उपयोग करती हैं μ । जब एनालॉग स्पीच सिग्नल को पल्स कोड मॉड्यूलेशन में परिवर्तित किया जाता है, तो इसे सबसे पहले 3.4 KHz पर कट-ऑफ के साथ लो पास फ़िल्टर का उपयोग करके फ़िल्टर किया जाता है। एनालॉग सिग्नल को नाइक्विस्ट मानदंड के अनुसार 8KHz पर सैंपल किया जाता है। प्रत्येक सैंपल को क्वांटाइज़ किया जाता है और प्रति सैंपल आठ बिट्स में कोड किया जाता है।

दरअसल वॉयस सिग्नल में कुछ अवांछनीय विशेषता होती है और वह यह है कि इसका आयाम रेंज एक रूपांतरण से दूसरे रूपांतरण में बहुत भिन्न होता है। यदि क्वांटाइज़ेशन स्तर समान रूप से दूरी पर हैं तो यह निश्चित रूप से समस्याएँ पैदा करता है। यदि सिग्नल का आयाम छोटा है, तो क्वांटाइज़ेशन स्तरों को बारीकी से दूरी पर होना चाहिए। इससे उचित रिज़ॉल्यूशन मिलता है। लेकिन अगर सिग्नल का आयाम बड़ा है तो यह बढ़िया रिज़ॉल्यूशन कोड बिट्स की संख्या में वृद्धि करेगा।

इसलिए, आमतौर पर क्वांटाइज़ेशन स्तरों के असमान अंतराल की तकनीक का उपयोग किया जाता है। फाइबर FOL-AP किट में, टेलीफोन हैंडसेट से ऑडियो सिग्नल को टेलीफोन इंटरफ़ेस चिप का उपयोग करके संसाधित किया जाता है। फिर इसे वॉयस कोडर पर लागू किया जाता है। यह चिप वास्तव में एनालॉग से डिजिटल रूपांतरण और इसके विपरीत कार्य करती है।

डिजिटल डेटा आउटपुट पल्स कोड मॉड्यूलेटेड फॉर्म में है। इस्तेमाल की गई CODEC चिप A-लॉ और μ -लॉ दोनों कम्पैडिंग तकनीक प्रदर्शित करती है। यहाँ, हमने कम्पैडिंग के A-लॉ का चयन किया है। CODEC का डिजिटल आउटपुट मल्टीप्लेक्सर से i/p के रूप में जुड़ा हुआ है। प्राप्त डिजिटल डेटा को चिप द्वारा फिर से एनालॉग फॉर्म में कन्वर्ट किया जाता है। इस किट में इस्तेमाल की गई CODEC चिप की क्लॉक संबंधी जानकारी और अन्य विशेषताओं का विस्तृत अध्ययन मैनुअल के साथ दिए गए डेटाशीट से किया जा सकता है।

उपकरणों

बिजली आपूर्ति के साथ FO-AP किट
पैच कॉर्ड्स
1 मेगाहर्ट्ज फंक्शन जनरेटर
20 मेगाहर्ट्ज डुअल ट्रेस ऑसिलोस्कोप

नोट: सभी स्विच दोषों को बंद स्थिति में रखें।

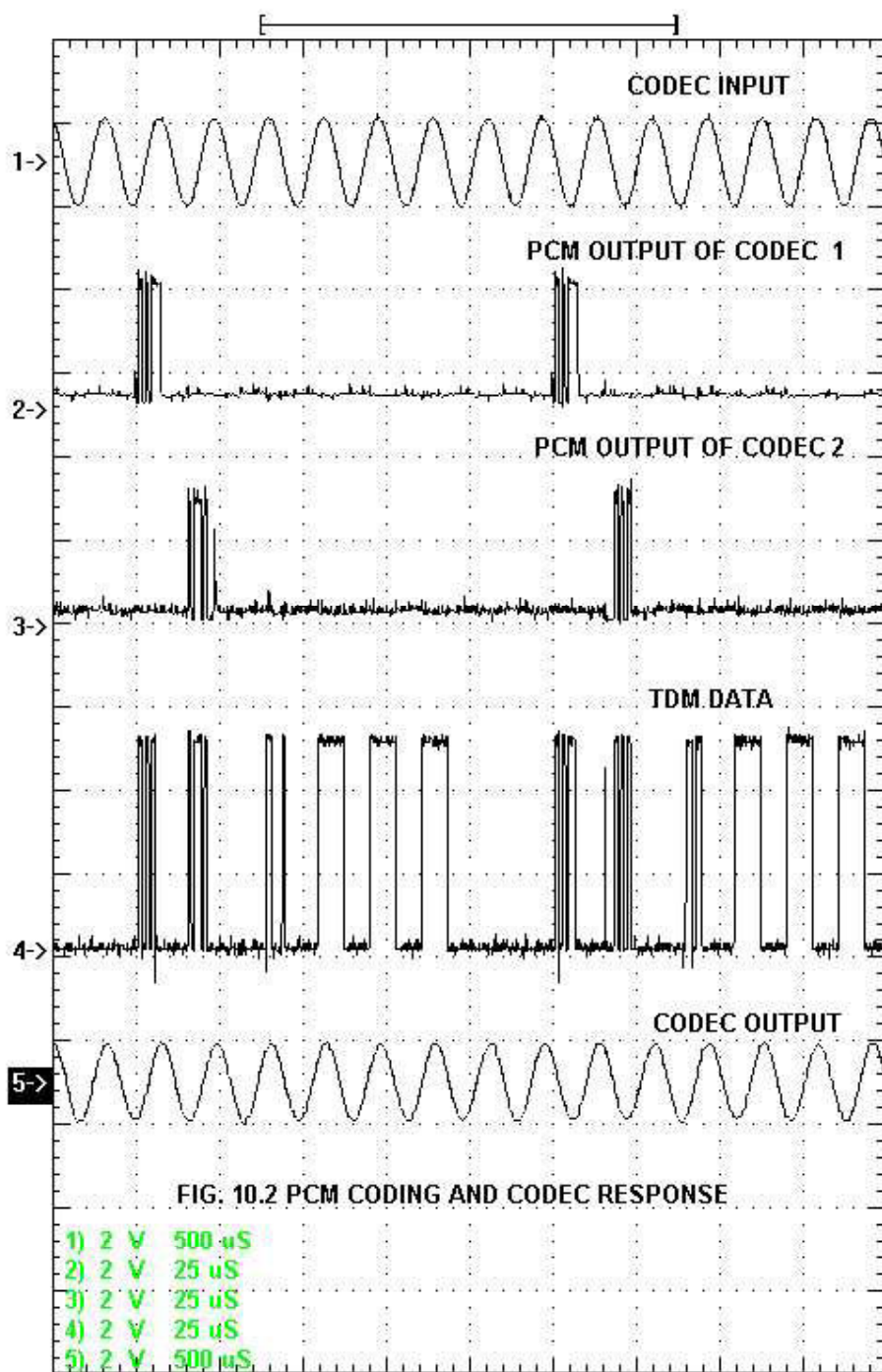
प्रक्रिया

- चित्र 10.1 में दिखाए अनुसार कनेक्शन बनाएँ। पावर सप्लाय केबल को उचित ध्रुवता के साथ FOL-AP किट से कनेक्ट करें। इसे कनेक्ट करते समय, सुनिश्चित करें कि पावर सप्लाय बंद है।
- अब टेलीफोन हैंडसेट का उपयोग करके दो ऑडियो चैनलों के बीच ध्वनि संचार किया जा सकता है।
- विभिन्न परीक्षण बिंदुओं पर ध्वनि संकेत पर प्रभाव का निरीक्षण करें।
- स्विच **SW6** को **SINE IN** स्थिति की ओर रखें।
- 1 KHz का साइनसॉइडल सिग्नल और 2Vpp तक के आयाम को **SINE 1** और **SINE 2** इनपुट टर्मिनल पर फीड करें। इससे दोनों CODEC को एनालॉग इनपुट मिलता है।
- OUT** पोस्ट पर तथा CODEC II RX के लिए **OUT पोस्ट पर** पुनर्निर्मित तरंगरूप का निरीक्षण करें जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। **चित्र 10.2** में दिखाए अनुसार ऑसिलोस्कोप पर लागू इनपुट तथा पुनर्निर्मित सिग्नल दोनों की तुलना करें। तरंगरूप बनाएं। (इनपुट के सापेक्ष आउटपुट सिग्नल में देरी हो सकती है या चरण परिवर्तन हो सकता है)
- विभिन्न परीक्षण बिंदुओं पर सिग्नल परिवर्तनों का अवलोकन करें।
- इनपुट आवृत्ति को चरणों में बदलें और साथ ही आउटपुट सिग्नल का निरीक्षण करें। प्रत्येक इनपुट आवृत्ति के लिए o/p सिग्नल के आयाम को मापें।
- वह आवृत्ति रीडिंग ज्ञात करें जिसके बाद कोडेक की प्रतिक्रिया कम हो जाती है। इससे कोडेक की बैंडविड्थ मिलती है।
- चूंकि यह ऑडियो रेंज के लिए काम करता है, इसलिए हमें लगभग 3.4 KHz का बैंडविड्थ मिलना चाहिए।

स्विच दोष

नोट: प्रक्रिया के अनुसार कनेक्शन रखें। अब संबंधित फॉल्ट स्विच बटन को **चालू स्थिति में स्विच करें** और आउटपुट पर अलग-अलग प्रभाव देखें। फॉल्ट का इस्तेमाल आम तौर पर एक-एक करके किया जाता है।

- स्विच फॉल्ट सेक्शन में स्विच **4 (SF1)** को **चालू** स्थिति में रखें। इससे U12 (145502) का पिन 8 खुल जाएगा। MSIRX1 सिग्नल हटा दिया जाता है। इससे डिमक्स के दौरान कोडेक चयन अक्षम हो जाएगा और कोडेक1 प्रतिक्रिया बाधित हो जाएगी या कोई सिग्नल उत्पन्न नहीं हो सकता है।



EXPERIMENT NO. 11

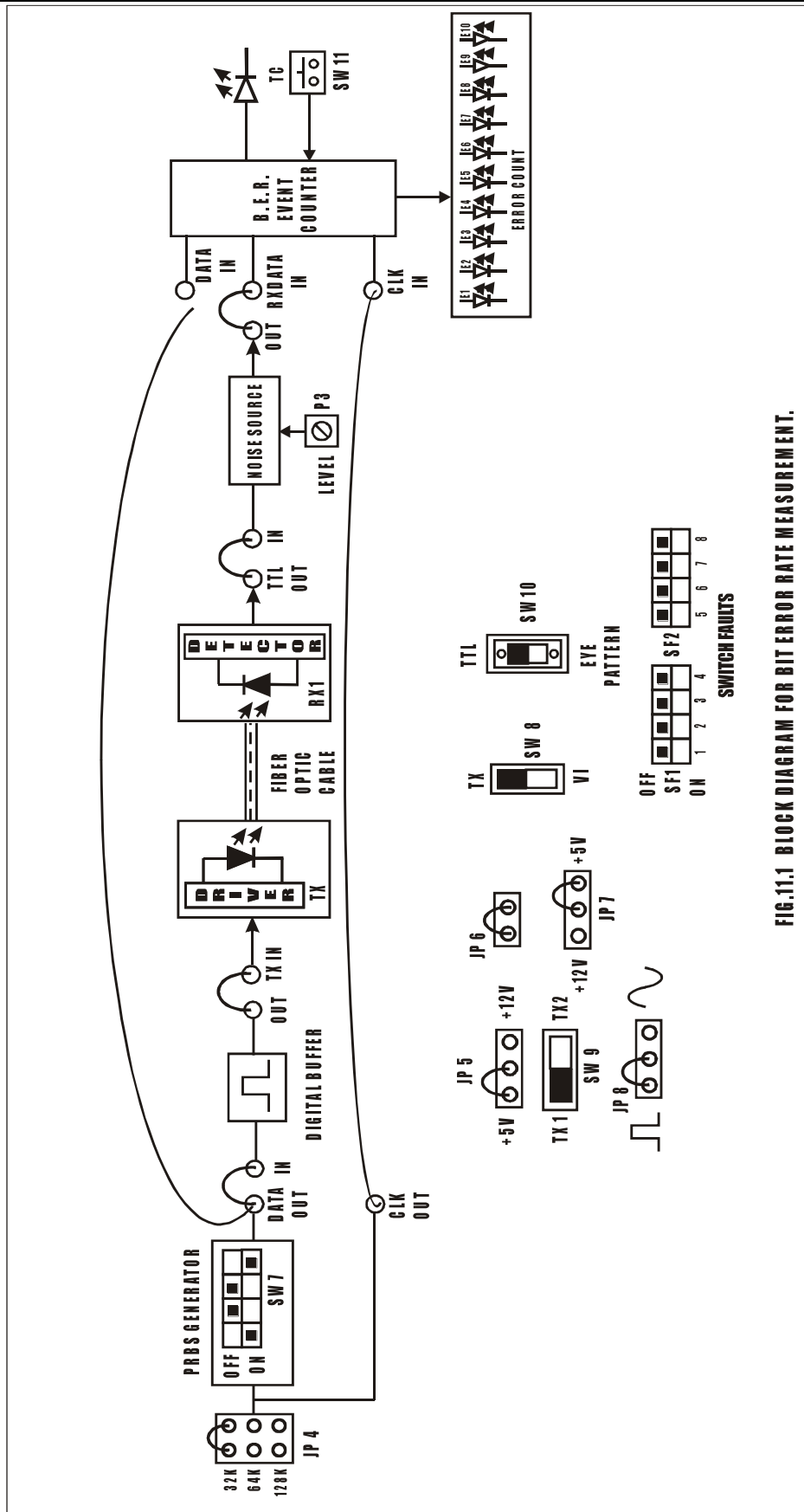


FIG.11.1 BLOCK DIAGRAM FOR BIT ERROR RATE MEASUREMENT.

प्रयोग संख्या 11

नाम

बिट त्रुटि दर का मापन

उद्देश्य

बिट त्रुटि दर मापने के लिए

लिखित

बिट त्रुटि दर

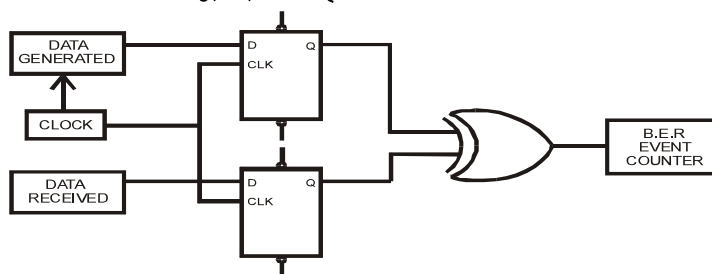
दूरसंचार संचरण में, बिट त्रुटि दर (BER) बिट्स का अनुपात है जिसमें संचरण में प्राप्त कुल बिट्स की संख्या के सापेक्ष त्रुटियाँ होती हैं। BER इस बात का संकेत है कि त्रुटि के कारण पैकेट या अन्य डेटा इकाई को कितनी बार पुनः प्रेषित करना पड़ता है। बहुत अधिक BER यह संकेत दे सकता है कि धीमी डेटा दर वास्तव में प्रेषित डेटा की दी गई मात्रा के लिए समग्र संचरण समय में सुधार करेगी क्योंकि BER को कम किया जा सकता है, जिससे पुनः भेजे जाने वाले पैकेट की संख्या कम हो जाती है।

बिट त्रुटि दर मापना

BERT (बिट एरर रेट टेस्टर) एक प्रक्रिया या उपकरण है जो किसी दिए गए ट्रांसमिशन के लिए BER को मापता है। डिजिटल लिंक की BER या गुणवत्ता की गणना त्रुटि में प्राप्त बिट्स की संख्या को प्रेषित बिट्स की संख्या से विभाजित करके की जाती है।

$$BER = (\text{त्रुटि में बिट्स}) / (\text{कुल प्रेषित बिट्स})$$

बेंच टेस्ट सेटअप का उपयोग करके, इसे एक तुलनित्र के माध्यम से आसानी से मापा जाता है जिसमें प्रेषित बिट्स को प्राप्त बिट्स के साथ XOR गेट में मिलान किया जाता है। चित्र निम्नलिखित मापों के लिए उपयोग किए गए उपकरण का योजनाबद्ध दिखाता है।



BIT ERROR RATE TESTER (B.E.R.T.)

यदि बिट्स XOR गेट इनपुट पर समान हैं, तो D फ्लिप फ्लॉप से क्लॉक किए जाने पर, आउटपुट कम होता है। यदि वे भिन्न हैं, तो XOR आउटपुट उच्च हो जाता है, जिससे इवेंट काउंट होता है। इवेंट काउंटर को विभिन्न समय अवधि के लिए सेट किया जा सकता है। सामान्य तौर पर, समय अवधि जितनी लंबी होगी, गिनती उतनी ही सटीक होगी।

इन मापों के लिए एक यादृच्छिक वर्ण जनरेटर और श्वेत शोर स्रोत का उपयोग किया जाना चाहिए।

बिट त्रुटियों की संख्या सिस्टम में प्रवेश करने वाले शोर की मात्रा पर निर्भर करती है। श्वेत शोर या पृष्ठभूमि शोर का एक औसत या RMS मान होता है जो समय-समय पर चोटियों से अधिक होता है जो उस स्तर से कई गुना बढ़ सकता है। ये चोटियाँ बहुत कम समय के लिए ही मौजूद रहती हैं। जब चोटी सिग्नल स्तर के बराबर या उससे अधिक होती है, यानी शोर ऊर्जा = बिट ऊर्जा, तो त्रुटि की 50/50 संभावना होती है। त्रुटि फ़ंक्शन से सांख्यिकीय रूप से चोटी समय अवधि की गणना की जा सकती है।

लिंग-बी में, पीआरबीएस अनुक्रम 4-बिट दाएं शिफ्ट रजिस्टर का उपयोग करके उत्पन्न किया जाता है जिसका फीडबैक EX-OR गेट द्वारा पूरा किया जाता है।

मान लीजिए कि प्रारंभ में 1001 SW7 पर 4-बिट स्विच सेटिंग है।

घड़ी की स्थितियाँ D1D2D3D4
 एबीसी

1	10011
2	11000
3	01101
4	10110
5	01011
6	10101
7	11011
8	11101
9	11110
10	01110
11	00110
12	00011
13	10000
14	01000
15	00101
16	10011

इस प्रकार यह अनुक्रम 16 घड़ी अवस्थाओं के अनुरूप अवधि के साथ लगातार दोहराया जाता है।

अनुक्रम की लम्बाई = $2^4 = 16$

अब छद्म यादृच्छिक अनुक्रम पैटर्न C = 1010111100010011 है

उपकरणों

बिजली आपूर्ति के साथ FO-AP किट

पैच कॉर्ड्स

1 मीटर फाइबर केबल

पैच कॉर्ड्स

20 मेगाहर्ट्ज डुअल चैनल ऑसिलोस्कोप

नोट: सभी स्विच दोषों को बंद स्थिति में रखें।

प्रक्रिया

- चित्र 11.1 में दिखाए अनुसार कनेक्शन बनाएँ। पावर सप्लाय केबल को उचित ध्रुवता के साथ FO-AP किट से कनेक्ट करें। इसे कनेक्ट करते समय, सुनिश्चित करें कि पावर सप्लाय बंद है।
- PRBS सिग्नल उत्पन्न करने के लिए **PRBS** स्विच **SW7** को चित्र 11.1 में दिखाए अनुसार रखें।

- **SW8 को TX** स्थिति की ओर रखें ।
- **SW9 को TX1** स्थिति की ओर रखें ।
- फाइबर ऑप्टिक रिसीवर आउटपुट पर स्विच **SW10 को TTL** स्थिति पर रखें।
- **JP4 को 32K** स्थिति पर रखकर PRBS जनरेटर घड़ी को 32 KHz पर चुनें ।
- जम्पर **JP5 को +5V** स्थिति की ओर रखें।
- **जेपी6 को छोटा** रखें ।
- **JP8 को पल्स** स्थिति की ओर रखें ।
- बिजली की आपूर्ति चालू करें.
- PRBS जनरेटर के पोस्ट **DATA OUT** को डिजिटल बफर के **IN पोस्ट से और** बिट एरर रेट इवेंट काउंटर के **DATA IN पोस्ट से भी कनेक्ट करें।**
- डिजिटल बफर के **OUT पोस्ट को TX IN** पोस्ट ट्रांसमीटर से कनेक्ट करें ।
- LED SFH756V (660nm) की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। कैप के ढीले हो जाने पर, एक मीटर फाइबर को कैप में डालें। अब कैप को वापस स्कू करके कस लें।
- TTL लॉजिक आउटपुट SFH551V के साथ RX1 फोटो ट्रांजिस्टर की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। एक बार कैप ढीला हो जाने पर, फाइबर के दूसरे सिरे को कैप में डालें। अब कैप को वापस स्कू करके कस लें।
- पता लगाए गए सिग्नल **TTL OUT** को शोर स्रोत के पोस्ट **IN से कनेक्ट करें।**
- शोर स्रोत के पोस्ट **OUT** को बिट त्रुटि दर घटना काउंटर के पोस्ट **RXDATA IN से कनेक्ट करें।**
- PRBS जनरेटर के पोस्ट **CLK OUT** को बिट त्रुटि दर इवेंट काउंटर के पोस्ट **CLK IN से कनेक्ट करें।**
- काउंटर शुरू करने के लिए स्विच **SW11 दबाएँ।**
- त्रुटि गणना पर शोर स्तर के प्रभाव का निरीक्षण करने के लिए **शोर स्तर** के लिए पॉट **P3 में परिवर्तन करें।**
- **चित्र 11.2** में दिखाए अनुसार 10 सेकंड में प्राप्त सिग्नल में त्रुटि गणना के लिए त्रुटि गणना एलईडी का निरीक्षण करें ।

बीईआर माप

परिभाषा के अनुसार BER, t सेकंड की समयावधि में त्रुटि बिट्स (Eb) और कुल प्रेषित बिट्स (Tb) का अनुपात है।

यानी बीईआर = ईबी / टीबी

उदाहरण के लिए, इस प्रयोग में यदि PRBS डेटा को 10 सेकंड की अवधि के लिए 32Kbits प्रति सेकंड (अर्थात् जम्पर चयन 32KHz पर) प्रेषित किया जाता है।

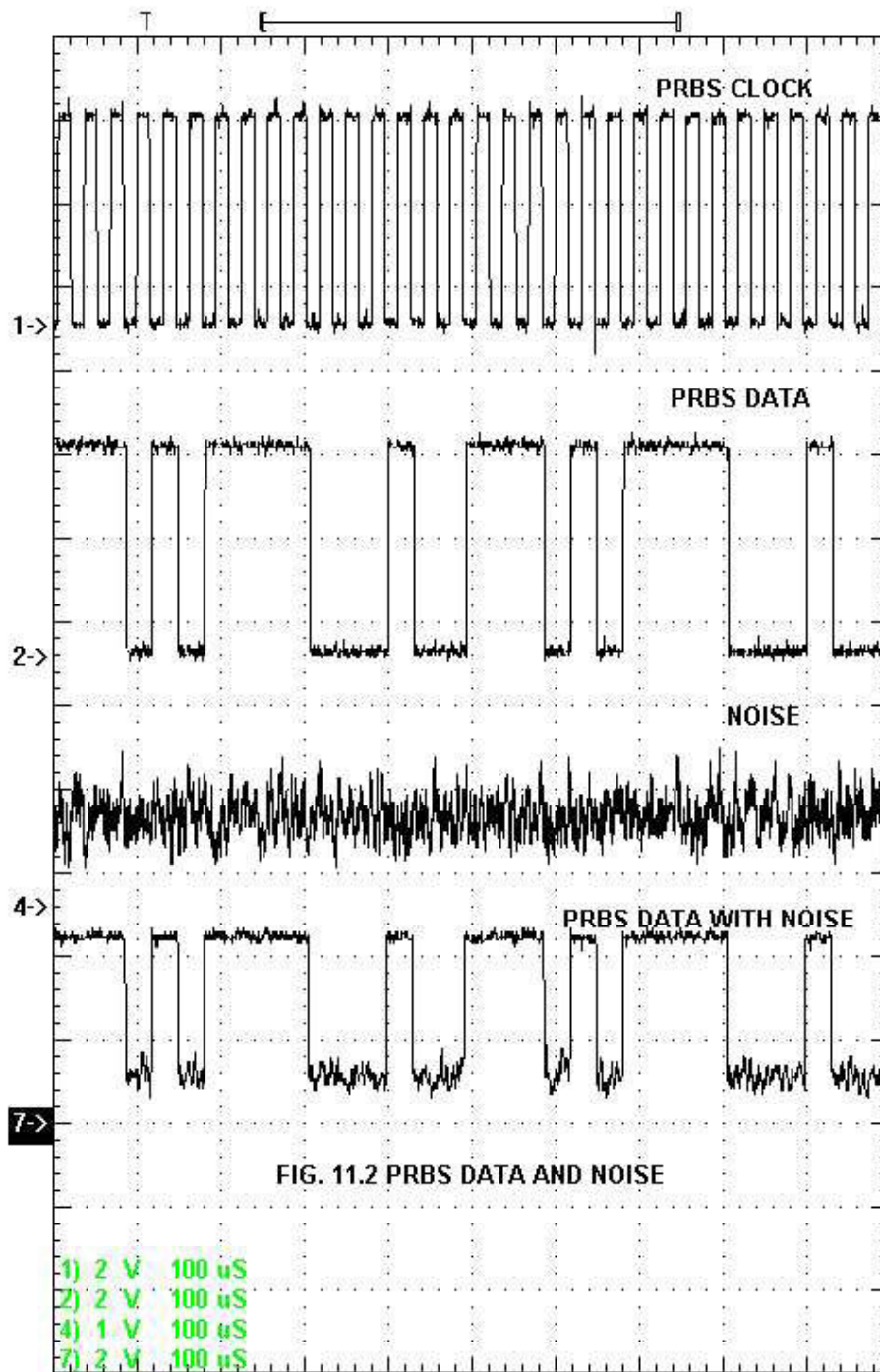
अतः 10 सेकंड में प्रेषित कुल बिट्स (Tb) = 320Kbits.

टीटीएल आउट डेटा और शोर के साथ डेटा को बीईआर काउंटर में भेजा जाता है जो प्रत्येक क्लॉक इनपुट पर दो डेटा इनपुट की तुलना करता है।

काउंटर एलईडी पर त्रुटि गणना (ईबी) को 10-बिट बाइनरी फॉर्म (जैसे 0000001010) में प्रदर्शित करता है, जिसे दशमलव रूप में परिवर्तित किया जाना चाहिए (यह 10 हो जाता है) इसलिए बीईआर अनुपात तब बन जाता है

$$\text{बीईआर} = 10 / (320 \times 10^3) \\ = 0.00003125$$

यानी चैनल बिट त्रुटि दर अनुपात 3.1×10^{-5} ($3 / 100000$) है या दूसरे शब्दों में हम कह सकते हैं कि चैनल के माध्यम से प्रेषित 100000 बिट्स में से चैनल 3 बिट त्रुटि देता है।



EXPERIMENT NO. 12

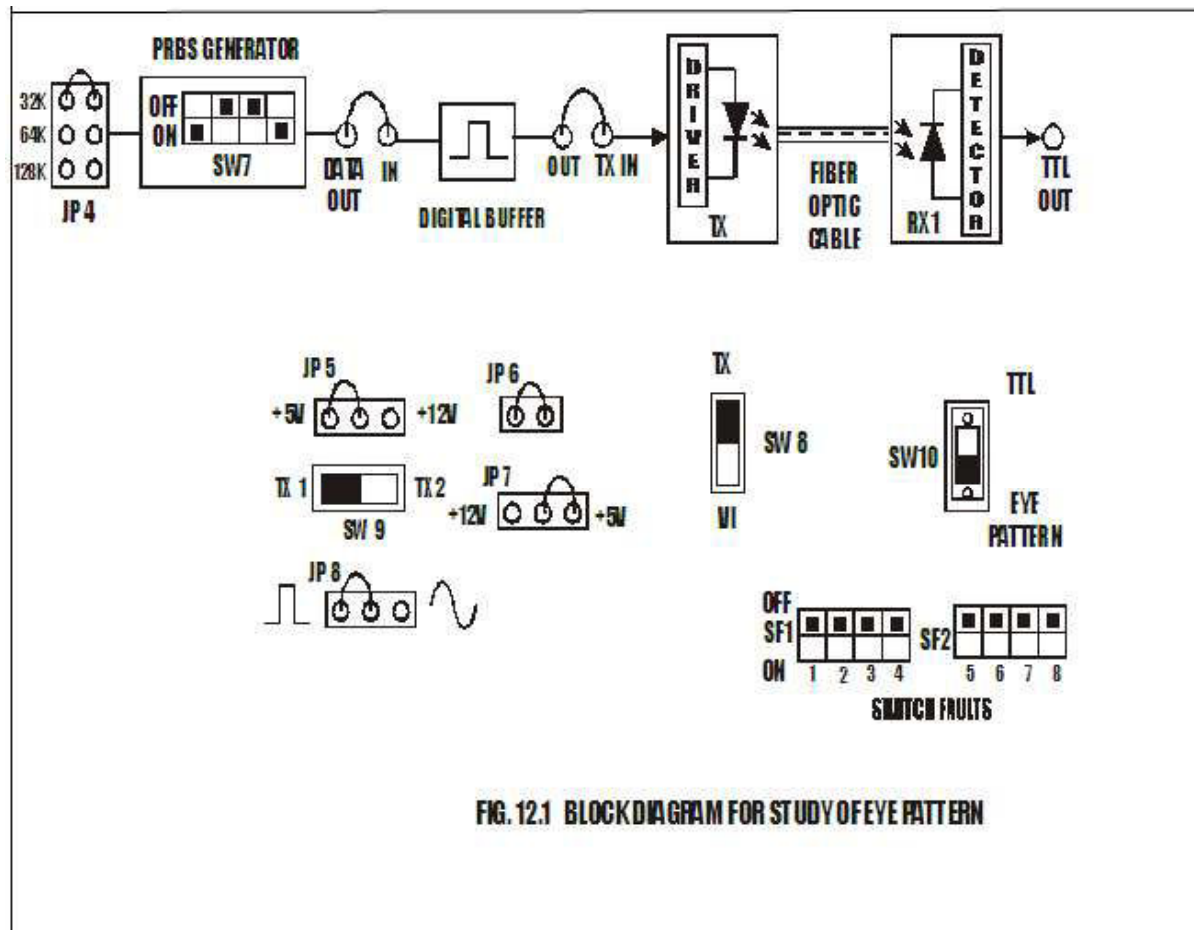


FIG. 12.1 BLOCK DIAGRAM FOR STUDY OF EYE PATTERN

प्रयोग संख्या 12

नाम

नेत्र पैटर्न का अध्ययन

उद्देश्य

इस प्रयोग का उद्देश्य फाइबर ऑप्टिक लिंक का उपयोग करके आंखों के पैटर्न का अध्ययन करना है।

लिखित

आई-पैटर्न तकनीक डिजिटल ट्रांसमिशन सिस्टम की डेटा-हैंडलिंग क्षमता का आकलन करने के लिए एक सरल लेकिन शक्तिशाली माप पद्धति है। इस पद्धति का उपयोग वायर सिस्टम के प्रदर्शन के मूल्यांकन के लिए बड़े पैमाने पर किया गया है और इसे ऑप्टिकल फाइबर डेटा लिंक पर भी लागू किया जा सकता है। आई-पैटर्न माप समय डोमेन में किए जाते हैं और तरंग विरूपण के प्रभावों को ऑसिलोस्कोप पर तुरंत दिखाने की अनुमति देते हैं।

चित्र 12.1 में दिखाए गए मूल उपकरण से एक आँख-पैटर्न देखा जा सकता है। छद्म यादृच्छिक डेटा पैटर्न जनरेटर से आउटपुट को ऑसिलोस्कोप के ऊर्ध्वाधर इनपुट पर लागू किया जाता है और डेटा दर का उपयोग क्षैतिज स्वीप को ट्रिगर करने के लिए किया जाता है। इसके परिणामस्वरूप चित्र 12.2 में दिखाए गए पैटर्न का प्रकार बनता है, जिसे **आँख पैटर्न कहा जाता है** क्योंकि डिस्प्ले का आकार मानव आँख जैसा दिखता है। यह देखने के लिए कि डिस्प्ले पैटर्न कैसे बनता है, आठ संभावित 4-बिट-लंबे NRZ संयोजनों पर विचार करें। जब इन सोलह संयोजनों को एक साथ आरोपित किया जाता है, तो चित्र 12.2 में दिखाए गए अनुसार एक आँख पैटर्न बनता है।

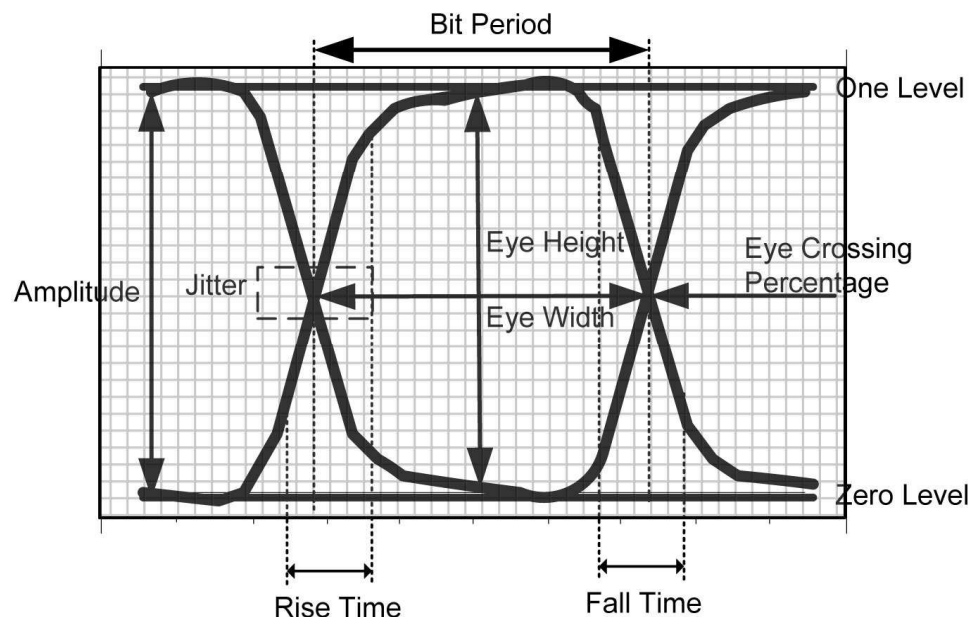
आई-पैटर्न विधि से सिस्टम के प्रदर्शन को मापने के लिए, विभिन्न प्रकार के शब्द पैटर्न प्रदान किए जाने चाहिए। एक सुविधाजनक दृष्टिकोण एक यादृच्छिक डेटा सिग्नल उत्पन्न करना है, क्योंकि यह व्यवहार में पाए जाने वाले डेटा स्ट्रीम की विशेषता है। इस प्रकार का सिग्नल एक समान दर पर लेकिन यादृच्छिक तरीके से वन और जीरो उत्पन्न करता है। इस उद्देश्य के लिए कई प्रकार के छद्म यादृच्छिक पैटर्न जनरेटर उपलब्ध हैं। छद्म यादृच्छिक शब्द का अर्थ है कि वन और जीरो का उत्पन्न संयोजन या अनुक्रम अंततः दोहराया जाएगा लेकिन यह परीक्षण उद्देश्यों के लिए पर्याप्त रूप से यादृच्छिक है। एक छद्म यादृच्छिक बिट अनुक्रम में चार अलग-अलग 2-बिट-लंबे संयोजन, आठ अलग-अलग 3-बिट-लंबे संयोजन, सोलह अलग-अलग 4-बिट-लंबे संयोजन और इसी तरह (यानी, विभिन्न N-बिट-लंबे संयोजनों के अनुक्रम) शामिल होते हैं जो उपकरण द्वारा निर्धारित सीमा तक होते हैं। इस सीमा के उत्पन्न होने के बाद, डेटा अनुक्रम दोहराया जाएगा।

आई-पैटर्न डिस्प्ले से सिस्टम के प्रदर्शन की बहुत सी जानकारी प्राप्त की जा सकती है। आई पैटर्न की व्याख्या करने के लिए, आगे दी गई प्रक्रिया का पालन करें।

आई पैटर्न, जिसे आई डायग्राम के नाम से भी जाना जाता है, एक ऑसिलोस्कोप डिस्प्ले है, जिसमें रिसीवर से डिजिटल सिग्नल को बार-बार सैंपल किया जाता है और ऊर्ध्वाधर इनपुट पर लागू किया जाता है, जबकि डेटा दर का उपयोग क्षैतिज स्वीप को ट्रिगर करने के लिए किया जाता है।

यदि सिग्नल बहुत लंबे, बहुत छोटे, सिस्टम क्लॉक के साथ ठीक से सिंक्रोनाइज़ नहीं किए गए हैं, बहुत ऊंचे, बहुत कम, बहुत शोरगुल वाले, या बदलने में बहुत धीमे हैं, या उनमें बहुत ज़्यादा अंडरशूट या ओवरशूट है, तो इसे आई डायग्राम से देखा जा सकता है। एक ओपन आई पैटर्न न्यूनतम सिग्नल विरूपण से मेल खाता है।

इंटर के कारण सिग्नल वेवफॉर्म का विरूपण प्रतीक हस्तक्षेप और शोर आंख पैटर्न के बंद होने के रूप में प्रकट होता है।



चित्र 12.3: नेत्र पैटर्न का मापन

उपकरणों

बिजली आपूर्ति के साथ FO-AP किट
 पैच कॉर्ड्स
 1 मीटर फाइबर केबल
 पैच कॉर्ड्स
 20 मेगाहर्ट्ज डुअल चैनल ऑसिलोस्कोप

नोट: सभी स्विच दोषों को बंद स्थिति में रखें।

प्रक्रिया

- चित्र 12.1 में दिखाए अनुसार कनेक्शन बनाएँ। पावर सप्लाय केबल को उचित ध्रुवता के साथ FO-AP किट से कनेक्ट करें। इसे कनेक्ट करते समय, सुनिश्चित करें कि पावर सप्लाय बंद है।
- **SW7** को चित्र 12.1 में दिखाए अनुसार रखें।
- **SW8** को **TX** स्थिति की ओर रखें।
- **SW9** को **TX1** स्थिति की ओर रखें।
- स्विच **SW10** को **EYE PATTERN** स्थिति पर रखें।
- **JP4** को **32K** स्थिति पर रखकर PRBS जनरेटर घड़ी को 32 KHz पर चुनें।
- जम्पर **JP5** को **+5V** स्थिति की ओर रखें।
- **जेपी6** को छोटा रखें।
- जम्पर **JP8** को **TTL** स्थिति की ओर रखें।
- बिजली की आपूर्ति चालू करें.
- PRBS जेनरेटर के पोस्ट **डेटा आउट** को डिजिटल बफर के इन पोस्ट से कनेक्ट करें।

- डिजिटल बफर के **OUT पोस्ट को TX IN** पोस्ट से कनेक्ट करें।
- LED SFH756V (660nm) की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। कैप के ढीले हो जाने पर, एक मीटर फाइबर को कैप में डालें। अब कैप को वापस स्कू करके कस लें।
- TTL लॉजिक आउटपुट SFH551V के साथ RX1 फोटो ट्रांजिस्टर की कैप को थोड़ा सा खोलें। कनेक्टर से कैप को न हटाएं। एक बार कैप ढीला हो जाने पर, फाइबर के दूसरे सिरे को कैप में डालें। अब कैप को वापस स्कू करके कस लें।
- PRBS जेनरेटर के **CLK OUT** को ऑसिलोस्कोप के **EXT. TRIG.** से जोड़ें।
- वर्टिकल चैनल **Y इनपुट** से डिटेक्ट किए गए सिग्नल **TTL OUT** को कनेक्ट करें। फिर **EXT** का चयन करके **EYE PATTERN** का निरीक्षण करें। चित्र 12.2 में दिखाए अनुसार ऑसिलोस्कोप पर TRIG KNOB दबाएं। विभिन्न क्लॉक आवृत्तियों के लिए आई पैटर्न का निरीक्षण करें। जैसे-जैसे क्लॉक आवृत्ति बढ़ती है, आई ओपनिंग छोटी होती जाती है।
- आवृत्ति में परिवर्तन (जेपी4 पर) से नेत्र आरेख पर प्रभाव देखा गया।
- TTL OUT पोस्ट को शोर स्रोत IN पोस्ट से कनेक्ट करें।
- शोर के साथ नेत्र आरेख का अवलोकन किया।

आवृत्ति (डेटा दर)	आयाम (नेत्र आरेख)	बिट अवधि (नेत्र आरेख)
32 किलोहर्ट्ज		
64 किलोहर्ट्ज		
128 किलोहर्ट्ज		

