UNIT-2

Three Phase Transformer

तीन फेज परिणामित्रों को शक्ति प्रणाली के विभिन्न चरणों में वोल्टता को ऊंचाई तथा अपचाई करने हेतु उपयोग किया जाता है। तीन फेस परिपथ के परिणामित्र को इन दो तरीकों से बनाया जा सकता है:-

(i) तीन अलग एकल कला (single phase) परिणामित्रों को 3-फेस कार्य हेतु जोड़ा जाता है। इस संयोजन को 3-फेस "बैंक ऑफ ट्रांसफार्मर्स" कहा जाता है।

(ii) एक तीन-फेस परिणामित्र, जिसमें कोर तथा कुण्डलनों को, सभी फेसों के, एक ही संरचना में लगाया जाता है।

→ तीन-फेज इकाई परिणामित्र के लाभ :-

(i) यह कम स्थान लेता है।
(ii) यह हल्का, छोटा तथा सस्ता है।
(iii) ये ज्यादा दक्षता वाले होते हैं।
(iv) बस-बार संरचना, स्विचगीयर तथा वायरिंग की जटिलता कम होती है।

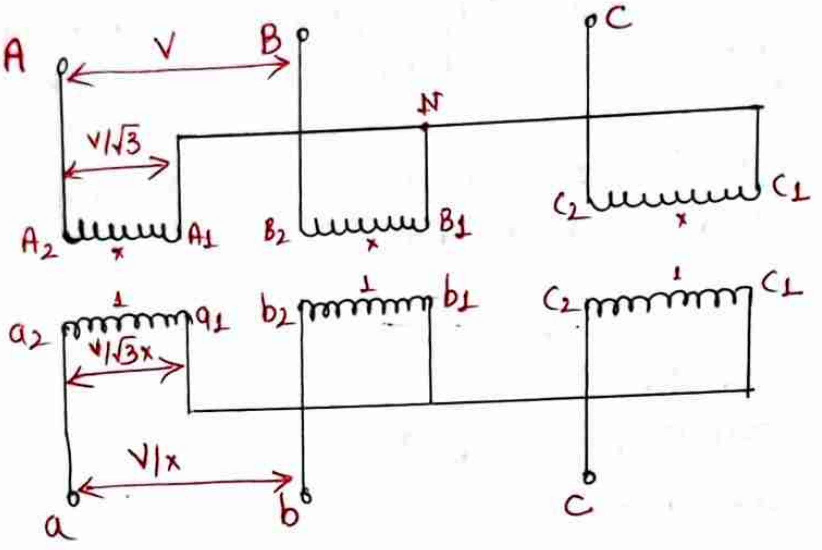
→ परिणामित्र बैंक के लाभ :-

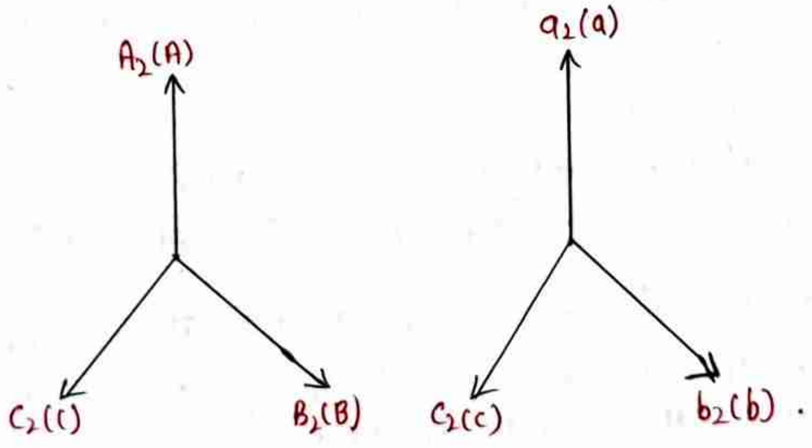
(i) एक 1ϕ परिणामित्र को बैंक में उच्च KVA रेटिंग का लगाया जा सकता है, जिससे वह असंतुलित (imbalanced) भार को सप्लाई करें।
(ii) जब एक 1ϕ परिणामित्र खराब हो जाए तो उसे सेवा से हटाकर, बाकी दो इकाईयों को खुला डेल्टा (open delta) या V-V प्रकार से कम क्षमता में उपयोग किया जा सकता है।
(iii) इनकी अतिरिक्त मांग कम होती है।
(iv) 1ϕ परिणामित्रों का स्थानांतरण / परिवहन सुचारु होता है।

→ तीन फेज परिणामित्र संयोजन (Three Phase Transformer Connections) :-

तीन फेज परिणामित्रों में प्राथमिक तथा द्वितीयक में तीनों कुण्डलनों का संयोजन अथवा संबंधन अग्रलिखित प्रकार से किया जा सकता है :-

(i) स्टार-स्टार (Y-Y) संयोजन :- इस संयोजन में फेज वाइंडिंग सिरों को एक साथ संयोजित करके प्रत्येक साइड पर स्टार संयोजन बनाया जाता है। फेजर आरेख में यह स्पष्ट है कि अनुरूपी फेजों (corresponding phase) के वोल्टेज फेज में हैं। इसे 0° संयोजन कहते हैं।

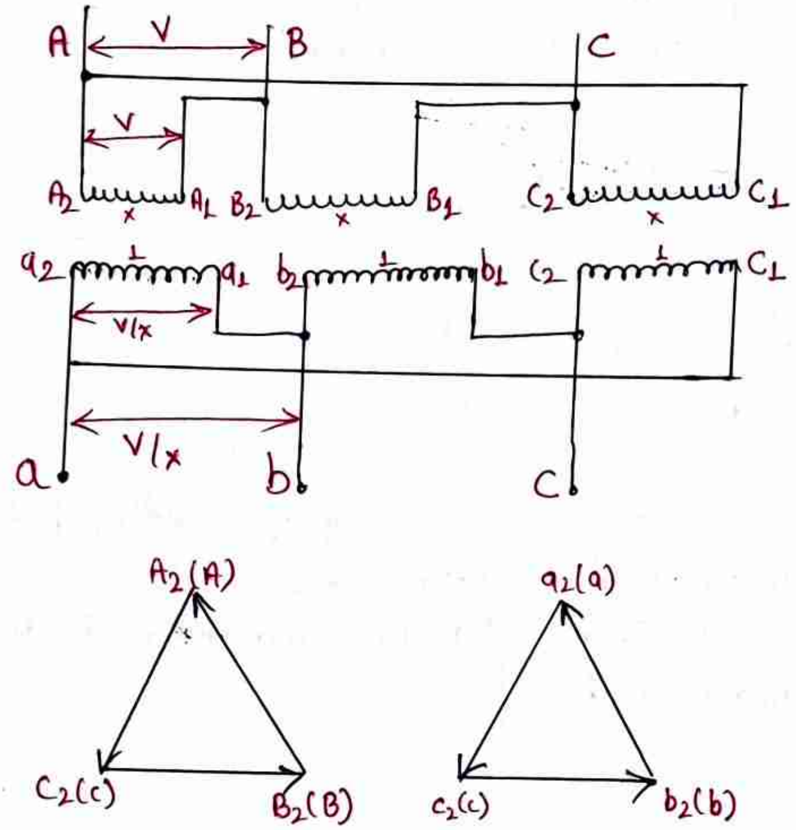




स्टार-स्टार संयोजन.

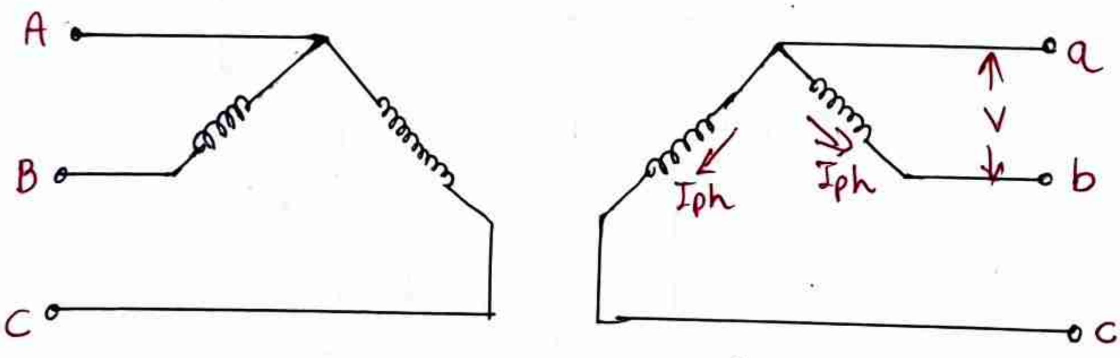
(ii) डेल्टा-डेल्टा संयोजन (D-D) :- द्वितीयक डेल्टा के चारों ओर वोल्टेजों का योग शून्य होना चाहिए। द्वितीयक तथा प्राथमिक साइड पर ध्रुवीयता अंकित करके, यदि a_1b_2, b_1c_2 तथा c_1a_2 को जोड़कर डेल्टा बनाया जाये

तो फेजर आरेख के अनुसार वोल्टेज $V_{a_2a_1}$, $V_{b_2b_1}$ तथा $V_{c_2c_1}$ जुड़कर शून्य होंगे। प्राथमिक तथा द्वितीयक लाइन वोल्टेज फेज में हैं इसलिए यह 0° संयोजन है।



डेल्टा- डेल्टा संयोजन.

Δ-Δ संयोजन में यदि परिणामित्रों में से एक को हटा (disconnect) कर दिया जाए तो परिणामी खुला-डेल्टा (open-delta) कहलाता है।



खुला - डेल्टा या V-V संयोजन.

यदि अधिकतम अनुज्ञेय द्वितीयक फेज धारा I_{ph} है, तो परिणामित्र का वोल्ट एम्पियर,

$$S_{open-delta} = \sqrt{3}\ V I_{ph}.$$

तथा सामान्य डेल्टा- डेल्टा संयोजन के लिए,

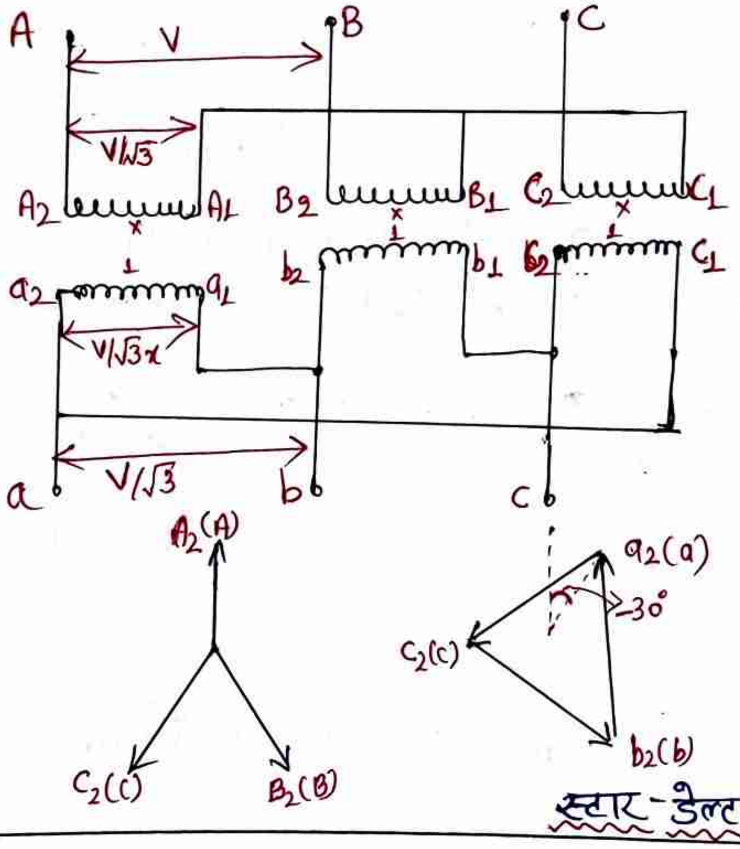
$$S_{delta} = 3 V I_{ph}.$$

इस प्रकार, खुला-डेल्टा संयोजन की VA रेटिंग

$$S_{V-V} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.58\, S_{delta}.$$

$$\therefore \boxed{S_{V-V} = \frac{S_{delta}}{\sqrt{3}}}$$

(iii) स्टार - डेल्टा (Y-D) संयोजन :- 1 अनुलग्न (suffix) वाले सिरों को एक साथ संयोजित करके प्राथमिक साइड पर स्टार संयोजन बनाया जाता है। 2 अनुलग्न वाले सिरों को विनियोजित लाइनों (appropriate lines) से संयोजित करते हैं।



स्टार-डेल्टा संयोजन.

(iv) डेल्टा-स्टार (D-Y) संयोजन :- स्टार-डेल्टा संयोजन में प्राथमिक तथा द्वितीयक को विनियम करके यह संयोजन प्राप्त होता है। यदि डेल्टा-स्टार में फेज ट्रांसफार्मेशन अनुपात x:1 है, तो लाइन ट्रांसफार्मेशन अनुपात $(x/\sqrt{3}):1$ होगा।

→ **समान्तर प्रचालन (Parallel operation) :-** परिणामित्रों का समानांतर संबंधन करके विद्युत प्रदाय की क्षमता बढ़ायी जा सकती है। क्योंकि एक परिणामित्र की अपनी निर्धारित क्षमता किलोवाट एम्पियर (KVA) में होती है। उस परिणामित्र से उसकी क्षमता से अधिक कार्य नहीं लिया जा सकता है। जब एक परिणामित्र की क्षमता से अधिक भार लेना होता है, तब दो परिणामित्रों का समानांतर संबंधन कर दिया जाता है। अब दोनों परिणामित्रों पर भार एक परिणामित्र की तुलना में कम पड़ता है तथा दोनों परिणामित्र अपने सामान्य भार पर कार्य करते है।

→ **दो परिणामित्रों के समानान्तर प्रचालन की शर्तें (Conditions of Parallel Operation of Two Transformer) :-** परिणामित्रों की सफल समानांतर कार्य हेतु, दो मुख्य स्थितियाँ आवश्यक होती हैं। इसके अलावा दो ऐच्छिक (desirable) स्थितियाँ भी होती हैं, जिसका पालन सामानांतर प्रचालन हेतु होना चाहिए।

आवश्यक स्थितियाँ (Necessary conditions) :-

(i) परिणामित्रों की ध्रुवता (polarities) समान होनी चाहिए।

(ii) परिणामित्रों की वर्त अनुपात (turns ratio) समान होना चाहिए।

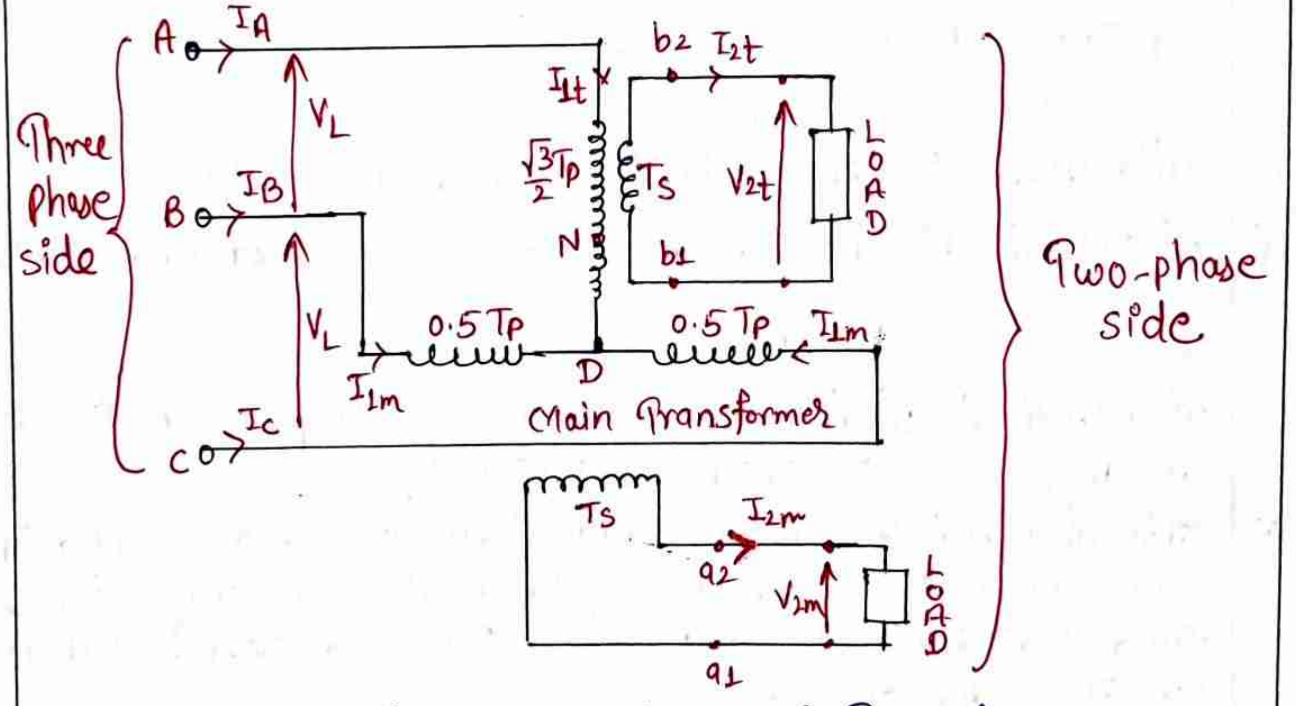
ऐच्छिक स्थितियाँ (Desirable conditions) :-

(i) परिणामित्रों के आंतरिक प्रतिबाधा (internal impedance) के समक्ष वोल्टता पूर्ण भार पर बराबर होनी चाहिए।

(ii) दोनों परिणामित्रों का कुण्डलन प्रतिरोध तथा प्रतिघात का अनुपात बराबर होना चाहिए। यह स्थिति ये सुनिश्चित करती है कि दोनों परिणामित्र समान शक्ति गुणांक पर कार्य करेंगे, अत: अपने रेटिंग के अनुसार KW तथा KVAr शेयर करेंगें।

> **स्कॉट संयोजन (Scott Connection) :-** इस संयोजन में दो एकल फेजीय परिणामित्रों की सहायता से त्रिफेजीय से द्विफेजीय रूपांतरण अथवा इसका विलोम (reverse) प्राप्त किया जाता है। एक परिणामित्र की प्राथमिक और 50% टैपिंग बिन्दु D निकाला जाता है। इस परिणामित्र को मुख्य परिणामित्र (main transformer) की संज्ञा दी जाती है। इस परिणामित्र की प्राथमिक कुण्डलन के दोनों सिरों B तथा C को तीन फेज प्रदाय के B तथा C फेज से जोड़ा जाता है। दूसरे परिणामित्र में 86.6% टैपिंग बिन्दु A पर निकाला जाता है तथा इस बिन्दु को तीन फेज प्रदाय के फेज A से जोड़ा जाता है। इस परिणामित्र को टीजर परिणामित्र (Teaser transformer) की संज्ञा दी जाती है। इसके अंतिम सिरे को मुख्य परिणामित्र 50% टैपिंग के बिंदु D से जोड़ा जाता है।

अब यदि दोनों परिणामित्रों की द्वितीयक वर्तनों की संख्या का मान बराबर हो तो प्राथमिक और संतुलन तीन फेज प्रदाय देने पर दोनों परिणामित्रों की द्वितीयक कुण्डलनों से प्राप्त वोल्टता का मान आयाम में परस्पर बराबर होगा परंतु परिणामस्वरूप द्वितीयक में दो फेज प्रदाय उपलब्ध होगी।



Scott connections of Transformers.

→ त्रिकला फेज परिणामित्र के रखरखाव की प्रक्रिया (Maintenance procedures of 3-Phase Transformer) → परिणामित्र, विशेषत: शक्ति परिणामित्र (power transformer) एक महत्वपूर्ण एवं कीमती उपकरण होता है। इस प्रकार यह परम आवश्यक हो जाता है कि इनका रखरखाव ठीक विधि से किया जाए। एक शक्ति परिणामित्र के विविध दैनिक रखरखाव हेतु उसके विभिन्न पैरामीटरों की जांच एवं मापन आवश्यक होता है।

परिणामित्र के रख-रखाव के मुख्यत: दो प्रकार होते हैं ÷

(i) नियमित रख-रखाव (Routine Maintenance) या निवारक रख-रखाव (preventative maintenance).

(ii) तदर्थ रख-रखाव (Ad-hoc maintenance).

इसके अलावा भी यदि परिणामित्र को आवश्यकतानुसार रख-रखाव किया जा सकता है, जिसे आपातकाल (emergency) या कार्य भंग (break down) रख-रखाव भी कहा जाता है। परंतु नियमित रख-रखाव उचित विधि एवं सतर्कता से किया जाए, तो आपातकाल की स्थिति उत्पन्न होने की संभावना कम हो जाती है। परिणामित्र की नियमित (दैनिक) जाँच एवं रख-रखाव को स्थिति रख-रखाव (condition maintenance) भी कहा जा सकता है। अत: उचित नियमित/दैनिक रख-रखाव से आपातकाल या ब्रेकडाउन की स्थिति को टाला जा सकता है। इसलिए तकनीकि कर्मचारियों को नियमित रख-रखाव पर अधिक ध्यान देना चाहिए।

शक्ति परिणामित्र में बहुत से निवारक रख-रखाव क्रियाएँ की जाती हैं। ये क्रियाएँ दैनिक, मासिक, त्रैमासिक, अर्ध-वार्षिक, एवं वार्षिक समयानुसार हो सकती हैं।

→ मासिक आधार पर रखरखाव → मासिक आधार पर परिणामित्र में किए जाने वाले कार्यों का उल्लेख निम्नांकित हैं ÷

(i) सिलिका जेल ब्रीदर के नीचे तेल का स्तर को देखना चाहिए, यदि परिणामित्र तेल कप में निर्दिष्ट स्तर से नीचे हो, तो तेल को भरा जाना चाहिए।

(ii) ब्रीदर (Breather) में सीलिका जेल के छिद्रों को जाँचा जाना चाहिए एवं आवश्यक होने पर साफ भी किया जाना चाहिए, ताकि श्वसन (Breathing) स्वस्थ हो।

(iii) यदि परिणामित्र की बुशिंग तेल से भरी हुई हो, तो परिणामित्र तेल की जाँच करनी चाहिए।

→ दैनिक आधार पर रख-रखाव → शक्ति परिणामित्र में तीन प्रमुख चीजों की जाँच करना चाहिए :

(1) Magnetic Oil Guage (MOG) की रीडिंग (मुख्य टैंक तथा कंसर्वेटर टैंक में स्थित)।

(2) ब्रीदर में सिलिका जेल का रंग।

(3) परिणामित्र के किसी भी बिंदु से तेल का रिसाव।

यदि तेल स्तर निर्दिष्ट मान से कम हो, तो तेल को परिणामित्र में भरा जाना चाहिए। तेल रिसाव की स्थिति में उचित देखभाल करना आवश्यक है। यदि सिलिका जेल का रंग गुलाबी (असामान्य) हो गया हो, तो उसे बदलना चाहिए।

→ वार्षिक आधार पर रख-रखाव →

(1) तेल पम्प, पंखे और शीतलन में लगे अन्य भागों के सही कार्य की जाँच वर्ष में होना आवश्यक है।

(2) परिणामित्र की बुशिंग को साल में एक बार नरम सूती कपड़े से साफ करना चाहिए।

(3) OLTC (On Load Tap Changers) में तेल स्तर की जाँच वर्ष में जरूरी है। तेल का नमूना डाईवर्टर टैंक से लेकर भंजन वोल्टता (Break down voltage) परीक्षण तथा आर्द्रता परीक्षण किया जाता है।

(4) Bucchholz रिले का यांत्रिक परीक्षण वार्षिक आधार पर होना चाहिए।

(5) सभी रिले, अलार्मों एवं नियंत्रण स्विचों की सफाई, उनके परिपथों एवं पैनल के साथ, साल में आवश्यक है।

→ परिणामित्र की विभिन्न सहायक उपकरण (Different Accessories of Transformer) →.

(1) प्रवाह सूचक (Flow Indicator) → तेल संचरण प्रणाली में यह लगा होता है। प्रवाह दर को यह सूचित करता है। नियंत्रण प्रणाली में इसे फ्लोट स्विचों के साथ तेल पंपों को चालू एवं बंद करने में किया जाता है।

(2) दबाव मुक्ति वाल्व (Pressure Relief Valve) → टैंक में लगे हुए पाइप के साथ लगा होता है एवं तेल से निर्मित गैस को बाहर करने का कार्य करता है।

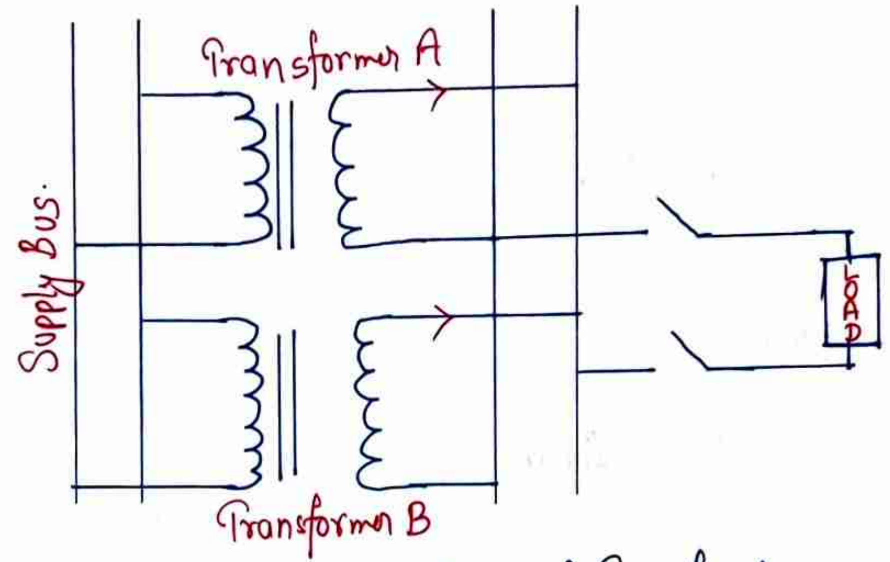
(3) बुकॉल रिले (Buchholz Relay) → गैस संचालित यांत्रिक रिले होता है। मुख्य टैंक एवं कंसर्वेटर टैंक के मध्य लगा होता है। प्रारंभिक (incipient) त्रुटि के लिए अलार्म परिपथ को सक्रिय करता है एवं लघु परिपथ (short circuit) त्रुटि के लिए ट्रिप परिपथ को सक्रिय करता है। लघु परिपथ त्रुटि के अवसर पर दबाव में परिवर्तन से पारा स्विच ट्रिप परिपथ को ON कर देगा। परिणामित्र इसके द्वारा आंतरिक त्रुटि से सुरक्षित रहता है।

(4) कंसर्वेटर → यह एक लंबा बेलनाकार (cylindrical) भाग होता है, जो परिणामित्र के मुख्य टैंक से पाइप द्वारा लगा होता है। तेल को इस भाग में एक निश्चित स्तर (लगभग 70%) तक भरा जाता है। तेल का फैलाव एवं संकुचन को खाली भाग द्वारा स्थान देकर दबाव को कम किया जाता है।

(5) ब्रीदर (Breather) → कंसर्वेटर पाइप द्वारा मुख्य टैंक से जुड़ा होता है। इसका एक भाग कंसर्वेटर से तथा दूसरा बाह्य वायु के संपर्क में रहता है। ब्रीदर की सहायता से परिणामित्र एक तरह से श्वसन की क्रिया करता है। गर्म गैस भितर से बाहर जाती है तथा बाह्य वायु अंदर आती है। ब्रीदर में उपस्थित सिलिका जेल द्वारा बाह्य वायु से नमी अवशोषित किया जाता है। यदि नमी से भरी हवा अंदर प्रवेश कर लेती है, तो तेल का भंजन वोल्टता प्रभावित होगी एवं दक्षता में कमी आएगी।

इसके अलावा भी विभिन्न उपकरणों का प्रयोग होता है, जैसे - कंट्रोल कैबिनेट, सर्ज अरेस्टर, आदि।

→ **परिणामित्र का समानांतर संचालन (Parallel Operation of Transformer) →** परिणामित्र का प्राथमिक कुण्डल (primary winding) एक समान सप्लाई वोल्टेज से जुड़ा हो और द्वितीयक कुण्डलन (Secondary winding) एक समान भार (load) से जुड़ा हो, तो इस परिचालन को समानांतर संचालन (parallel operation) कहा जाता है। समानांतर परिचालन का परिपथ आरेख निम्नलिखित रूप से व्यक्त कर सकते हैं :



Parallel Operation of Transformer.

समानांतर संचालन के कुछ लाभ होते हैं, यथा - ये सिस्टम की दक्षता को बढ़ाता है तथा सिस्टम को अधिक लचीला एवं भरोसेमंद बनाता है। परंतु ये परिणामित्र के लघु-परिपथ धारा (short circuit current) को बढ़ा देता है।

→ **समानांतर संचालन की आवश्यकता** → समानांतर संचालन की आवश्यकता निम्नलिखित कारणों से पड़ती है :

(i) बड़े भारों (large loads) के लिए एक ही बड़ा परिणामित्र लगाना अप्रायोगिक (impractical) तथा अमितव्ययी (uneconomical) होता है।

(ii) उपकेंद्र (substation) के कुल भार को परिणामित्र (मानक आकार) के सही संख्या द्वारा वहन किया जा सकता है, परिणामस्वरूप यह उपकेंद्र

के अतिरिक्त क्षमता को कम करता है।

(iii) यदि परिणामित्रों को समानांतर जोड़ा गया हो, तो भविष्य में ये उपकेंद्र की क्षमता वृद्धि में भी सहायक होता है।

(iv) यदि एक परिणामित्र में खराबी आती है, तो सप्लाई करने में बाधा उत्पन्न नहीं होती, यदि समानांतर में परिणामित्र लगे हो।

(v) सिस्टम से यदि एक परिणामित्र को सुधार हेतु (maintenance) हेतु अलग किया जाता है, तो भी सप्लाई की निरंतरता बनी रहती है।

→ समानांतर संचालन की आवश्यक शर्तें (Necessary condition for Parallel Operation) → समानांतर संचालन की दो अति महत्वपूर्ण शर्तें निम्नानुसार है:-

(i) परिणामित्रों की ध्रुवता (polarities) एक समान होनी चाहिए।

(ii) टर्न अनुपात (Turns Ratio) एक समान होना चाहिए।

→ वांछित शर्तें (Desirable Conditions) →

(i) पूर्ण भार पर परिणामित्र के आंतरिक प्रति (internal impedance) पर समान वोल्टता होना चाहिए।

(ii) कुण्डलन प्रतिरोध एवं प्रतिघात का अनुपात समान होना चाहिए। इससे यह सुनिश्चित हो जाता है कि दोनों परिणामित्र समान शक्ति गुणांक (power factor) पर कार्य करें, तथापि अपने रेटिंग के अनुसार क्रियाशील शक्ति (active power) एवं प्रतिक्रियाशील (reactive) VA को शेयर करें।