

## บทที่ 4

รีเลย์ที่ใช้ป้องกันในระบบการจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง

4.1 หน้าที่ของรีเลย์ตัว ๆ ไป การทำงานของรีเลย์ คือการป้องกันหรือจำกัดขอบเขตความเสียหายของ power system ที่จะเกิดขึ้นในระหว่างที่เกิด fault หรือ over loads และทำให้ส่วนที่ยังเหลือใน system มีผลกระทบกระเทือนน้อยที่สุด ซึ่งทำได้โดยแบ่ง system ออกเป็นหลาย ๆ protecting zone แต่ละ zone แยกแยกออกจากกันโดย circuit breaker

ดูรูปที่ 4.1 เมื่อเกิด fault ภายใน zone, circuit breaker ที่อยู่ภายใน protecting zone จะ break contact เพื่อแยก zone นั้น ๆ ออกจาก operating system ดังนั้น relays ที่ใช้ใน system ต้องเป็น relays ที่สามารถรับการเกิด fault ภายใน protecting zone

คุณสมบัติของรีเลย์ตัว ๆ ไป จะต้อง มี

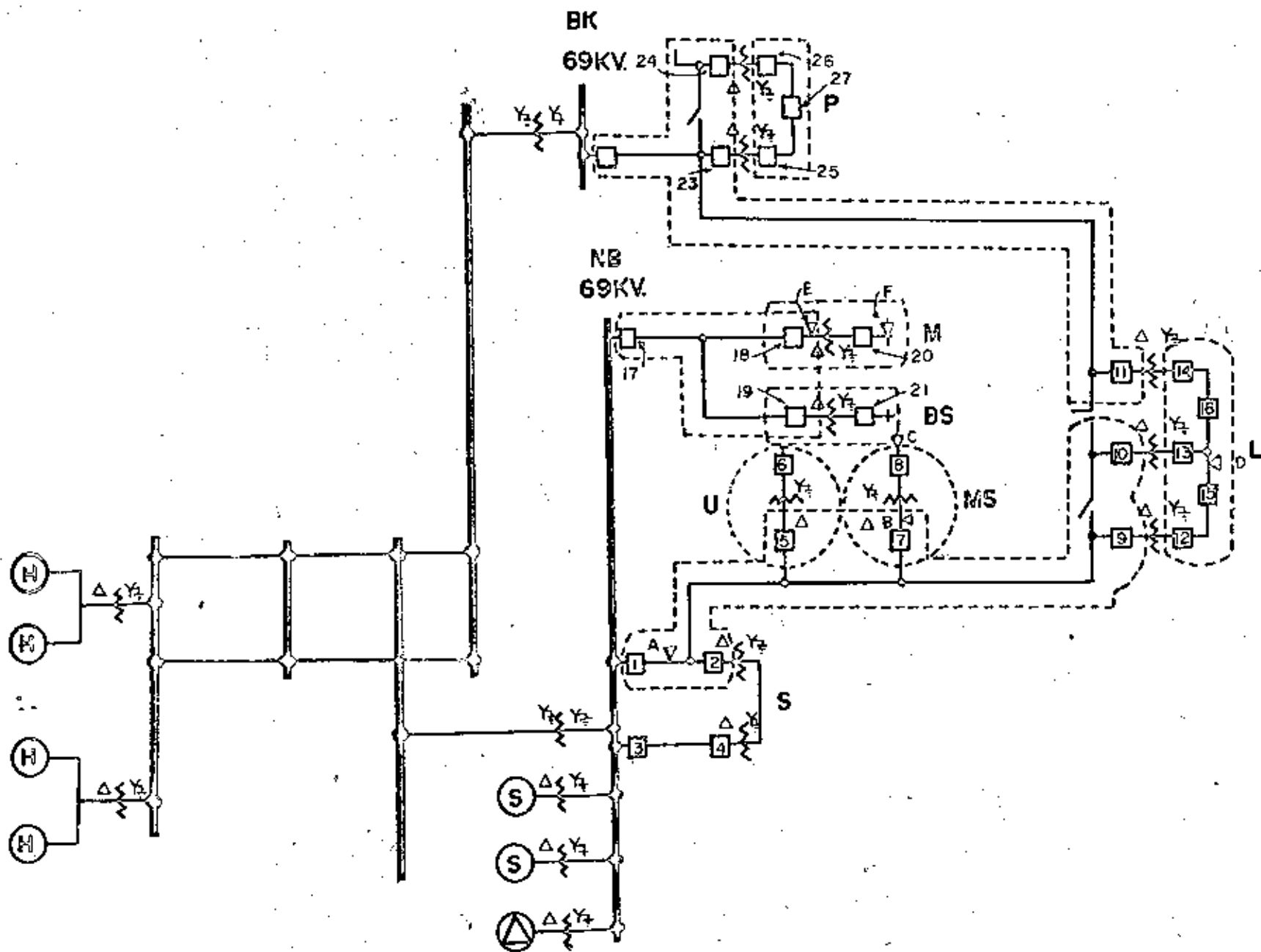
1. Selectivity
2. Speed
3. Back-up protection.

Circuit breakers อย่างเดียวไม่สามารถที่จะ clear fault ได้ ต้องอาศัย protective relays รีเลย์มีหน้าที่ค้นหาจุดที่เกิด fault และพิจารณาว่าควร จะ Trip breaker ตัวไหน เมื่อเลือกได้ breaker ตัวที่เหมาะสมแล้ว รีเลย์จะ close วงจร trip, trip breaker ออก ส่วน breaker อื่นจะยังคง close อยู่ตามเดิม คุณสมบัติของรีเลย์ชนิดนี้เรียกว่า "Selectivity"

คุณสมบัติข้อที่ 2 คือ "speed" เมื่อมี fault เกิดขึ้น รีเลย์ควรจะพิจารณาได้ทันทีว่า fault ที่เกิดขึ้นอยู่ในหรือภายนอก protecting zones ของ breaker ที่รีเลย์ป้องกันอยู่ ถ้าเป็น fault ที่เกิดขึ้นภายใน zone ที่รีเลย์ป้องกันอยู่ รีเลย์ตัวนั้นจะต้อง trip breaker ออกทันที รีเลย์ที่ป้องกัน zone อื่นจะยังไม่เข้ามาเกี่ยวข้องกับ นอกเสียจากว่ารีเลย์ที่ป้องกันใน zone ที่เกิด fault ไม่ทำงาน เนื่องจาก selectivity มีความสำคัญกว่า speed รีเลย์จะต้องรอชั่วขณะหนึ่งเพื่อดูว่า breaker ตัวอื่น ๆ จะปฏิบัติอย่างไร

คุณสมบัติประการที่สามของ breaker คือ "Back-up protection" ในกรณีที่ breaker บางตัวไม่ trip ทั้ง ๆ ที่มันควรจะ trip รีเลย์ที่อยู่ใกล้เคียง จะต้องทำหน้าที่

\* Edward Wilson Kimbark Sc.D., Power System Stability. Vol. II  
John Wiley & Sons, Inc., New York. p. 67 - 104



รูปที่ 4.1 แสดงวงจรบางส่วนของระบบไฟฟ้าแรงดันสูงที่แบ่งออกเป็น protective sections.

เป็น back-up protection คือ trip breaker แทน

ตามรูปที่ 4.1 แสดงถึงวงจรมางส่วนของกาไฟฟ้าแรงสูงที่แบ่งออกเป็น protective section เพื่อความสะดวกในการพิจารณา การทำงานของรีเลย์แต่ละตัว เมื่อเกิด fault ใน protecting zone ก็จะได้ออกผลการทำงานของรีเลย์เป็นบางจุด ดังต่อไปนี้

1. สมมติว่ามี fault เกิดที่จุด A breaker 1 จะ trip แล้ว reclose ทันทีภายในเวลา 0.5 sec. ถ้า fault ที่เกิดขึ้นยังไม่ clear, breaker 1 จะ trip และ lock out ทันที ส่วน breaker 2, 9 และ 10 จะ trip ด้วย Directional over current relay และอาจทำให้ breaker 14, 15 และ 16 trip ไม่ด้วย เนื่องจาก over load เพราะเหลือหม้อแปลงเพียงตัวเดียว

2. สมมติว่ามี fault เกิดที่จุด B breaker 7 จะ trip ทันที ถ้า breaker 7 ใต้ของ breaker 1 ซึ่งเป็น back-up protection จะทำหน้าที่ trip แทน ด้วย time delay อย่างไรก็ตาม breaker 1 จะตรวจสอบให้เห็นว่า breaker 7 ไม่ trip, breaker 1 จึงจะ trip แทน ซึ่งจะเข้าในกรณีของ selectivity หลังจาก breaker 1 trip แล้ว breaker 2, 9 และ 10 จะ trip ด้วย Direction over current relay และอาจทำให้ breaker 14, 15, 16 trip ไม่ด้วย เนื่องจาก over load เพราะเหลือหม้อแปลงเพียงตัวเดียว

3. สมมติว่ามี fault เกิดที่จุด C breaker 8 จะ trip ทันที ถ้า breaker 8 ใต้ของ breaker 7 ซึ่งเป็น back-up protection จะ trip แทน ด้วย time delay สำหรับ breaker 1 ถ้าการตั้งรีเลย์ถูกต้องแล้ว จะยังมี trip การตั้งรีเลย์ผิดพลาดของ breaker ที่สถานีคนทางทุกแห่งจะต้องไม่ trip ในกรณีที่เกิด fault ทางด้าน 12 KV

รีเลย์ที่ใช้กันทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 group:-

1. Ground relays เป็นรีเลย์ที่ clear one-line to ground faults
2. Phase relays หรือ line relays เป็นรีเลย์ที่ clear line to line, two-line-to ground และ three phase faults

การป้องกันของรีเลย์ ส่วนใหญ่ใช้ป้องกันอยู่ 3 ชนิด

1. ใช้ป้องกันสายส่งเมื่อเกิด fault
2. ใช้ป้องกันพวก Apparatus เช่น หม้อแปลงหรือ generator
3. ใช้ป้องกัน bus

4.2 ชนิดของรีเลย์ที่ใช้ป้องกันระบบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง

ชนิดของรีเลย์ที่การไฟฟ้านครหลวงใช้ป้องกัน system ทางความแรงดัน 12 และ 69 กิโลโวลท์ มีดังนี้

สำหรับทางความแรงดัน 12 กิโลโวลท์

1. Over current relay (มีทั้ง Time delay และ instantaneous unit อยู่ในตัวเดียวกัน)

2. Earth fault relay (มีทั้ง Time delay และ instantaneous unit อยู่ในตัวเดียวกัน)

3. Auto reclose relay

4. Under frequency relay

5. Under voltage relay

6. Synchronizing relay

สำหรับทางความแรงดัน 69 กิโลโวลท์

1. Directional over current relay (มีทั้ง Time delay & Inst. unit)

2. Percentage differential relay

3. Neutral displacement relay

4. Tripping relay

5. Auxiliary relay

ส่วนทางความแรงดัน 69 กิโลโวลท์ที่สถานีต้นทางใช้รีเลย์อยู่ 2 ชนิด คือ

1. Over current relay

2. Earth fault relay

รีเลย์ทุกชนิดสร้างจากบริษัท English Electric

\* Servicing Instructions for Relays. The English Electric Co., Ltd., for 12 vols.

\* Protective and Auxiliary Relays. The English Electric Co., Ltd., p. 1-12

\* Applied Protective Relaying. A New Silent Sentinels, Westinghouse Electric Corp., Relay Instrument Division, New Jersey. p. 1 - 288

#### 4.2.1 Over current relay

ในตัวรีเลย์มีทั้ง time delay และ instantaneous unit, time delay unit  
จัดอยู่ในพวก slow speed relay และ instantaneous unit จัดอยู่ในพวก high speed relay

Time delay unit เป็นชนิด induction disc มีลักษณะคล้ายกับ  
induction watt hour meter มี metal disc หมุน ซึ่งทำหน้าที่ปิด-เปิด contact  
characteristic curve จะเป็นสัดส่วนกลับกับ current ทั้ง time และ current setting  
สามารถปรับได้ ดังนั้น ถ้า impedance ระหว่าง fault และ source มาก fault current  
จะน้อย ถ้าระยะของ fault เพิ่มขึ้น relay operating time ก็จะมีเพิ่มขึ้น

Instantaneous unit เป็นชนิด Hinged armature โดยใช้ coil  
ดูด plunger ถ้ามี current ผ่านรีเลย์เท่ากับค่าที่ตั้งไว้ รีเลย์จะ trip ทันที

รีเลย์ที่ใช้มีด้วยกัน 2 type คือ CDG 14 และ CDG 11, type CDG 14 เป็น  
แบบ extremely inverse time relay, type CDG 11 เป็น inverse time relay  
ทั้ง type CDG 11 เป็น relay ที่สามารถนำ operating coil ของ relay แยกออกเป็น  
7 taps โคนใช้เป็น amp plug setting bridge เริ่มจาก 2.5A., 3A., 3.75A., 5A.,  
6A., 7.5A. และ 10A. ส่วน time multiplier เริ่มจาก 0.1 - 1.0

Type CDG 14 รีเลย์สามารถจะ close contact ได้ไม่เกิน 130% ของ  
plug setting value และ initial movement (pick up) ของ disc จะอยู่ระหว่าง  
103 - 105% ของ plug setting value

Type CDG 11 รีเลย์สามารถจะ close contact ได้ไม่เกิน 115% ของ  
plug setting value และ initial movement (pick-up) ของ disc จะอยู่ระหว่าง  
103 - 105%

Resetting time คือเวลาที่จานหมุนจากตำแหน่ง close contact กลับ  
มาอยู่ในตำแหน่งเดิม จากการทดลองของบริษัทที่สร้างโกเบคัง Time multiplier ไว้ 1.0 แล้ว  
ปลด operating current ออกจานจะหมุนจากตำแหน่ง close contact กลับมาอยู่ตำแหน่งปกติ  
ใช้เวลาทั้ง table ข้างล่างนี้

CDG 11 1 V.A	CDG 11 3. V.A	CDG 12	CDG 13	CDG 14
11 sec.	9 sec.	80 sec.	50 sec.	45 sec.

Temperature error

ถ้า ambient temperature เพิ่มขึ้นจาก  $20^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$  จะทำให้ operating time เปลี่ยนไปดังใน table A และถ้า ambient temperature ลดจาก  $20^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}$  จะทำให้ operating time เปลี่ยนไปดังใน table B

	CDG 11 (1V.A)	CDG 11 (3V.A)	CDG 13	CDG 14
table A	3% decrease	4% decrease	4% increase	4% decrease
table B	3% increase	3% increase	negligible	6% increase

Frequency error

ถ้า frequency เปลี่ยนแปลงไป  $\pm 2$  cycle error จะเกิดขึ้นน้อยกว่า 8% สำหรับทุก ๆ type นอกจาก CDG 12 จะน้อยกว่า 14%

ส่วนรีเลย์ type pbo เป็นรีเลย์รุ่นเก่ามาก ซึ่งทางการไฟฟ้านครหลวงใช้อยู่ในขณะนี้ค่อนข้างมาก characteristic ของรีเลย์ type นี้ ก็คล้ายกับ type CDG

Characteristic curve ได้แสดงไว้ในหน้าบทนี้

4.2.2 Earth fault relay

เป็นรีเลย์ที่ใช้สำหรับ clear ground fault จะ operate ตาม zero sequence current หรือ zero sequence current และ voltage

รีเลย์ที่ใช้อยู่กันทางภาคนี้ 12 และ 69 กิโลโวลต์เหมือนกันกับ over current relay ทุกดวง เป็น type CDG 11 นอกจาก operating coil ของรีเลย์แบ่งออกเป็น 7 taps เริ่มจาก 1.0, 1.2, 1.5, 2.0, 2.4, 3 และ 4A time multiplier เริ่มจาก 0.1 - 1.0

Characteristic curve ของรีเลย์ชนิดนี้ ได้แสดงไว้ในหน้าบทนี้

#### 4.2.3 Auto reclose relay

ทางคาน 69 กิโลโวลท์ ไร้เกทที่สถานีคานทาง คือที่ระบบกรเหนือ บางกอกน้อย และบางกะปิ ส่วนทางคาน 12 กิโลโวลท์ใช้กับสายป้อนทุกสถานีย่อย

Auto reclose relay ที่ใช้เป็นชนิด type VAR 42 สามารถจะตั้งให้ reclose breaker ได้ถึง 4 ครั้ง แต่ที่ช่วงโวลท์นี้ ทางคาน 69 กิโลโวลท์ให้ reclose ได้เพียง 1 ครั้ง ถ้า breaker ยังสัมผัสผิด (fault ยังไม่ clear) Auto reclose relay จะ lock out ทันที time ที่ตั้งสำหรับจะให้ reclose กินเวลาประมาณ 0.5 sec. ทางคานแรงดัน 12 กิโลโวลท์จะให้ reclose ถึง 2 ครั้ง ถ้าไม่คลี่คลายจะ lock out ครั้งแรก ใช้เวลาสำหรับ reclose 1.0 sec. ครั้งที่ 2 ใช้เวลา reclose 59 sec.

#### 4.2.4 Directional over current relays

หน้าที่ของ Directional unit คือจำกัดรีเลย์ให้ trip faults ที่เกิดขึ้น เพียง direction เดียว phase angle ของ directional units จะ vary ตาม construction

Directional relays มีลักษณะคล้ายกับ contact - making wattmeter แตกต่างกันแต่เพียงไม่ develop maximum torque เมื่อ line current in phase กับ line - to neutral voltage แต่จะ develop maximum torque เมื่อ current lag voltage เป็นมุม  $\alpha$  หนึ่ง ขึ้นอยู่กับ การ design และการก่อสร้าง และยังขึ้นอยู่กับ การ approximate angle ของ impedance ของ protected line ถ้ามี power flow ออกจาก bus torque จะทำหน้าที่ close contact และจะ open contact เมื่อ power flow เข้าหา bus contact ของ directional relay ท่อ series กับ contact ของ over current relay ถัดไป trip circuit จะ close ก็ต่อเมื่อเกิด over current และมี power flow ออกจาก bus

Directional relays มีทั้งแบบ single phase และ poly phase ส่วน การ connection อาจจะเป็น  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  และ  $90^\circ$  โดยทั่วไปจะเป็น  $90^\circ$  torque ของแต่ละ element อาจจะเป็นเป็นสูตรได้ ดังนี้

$$T = KVI \cos(\phi - \psi) = K \operatorname{Re}(\bar{V}I / \psi) \quad (4.1)$$

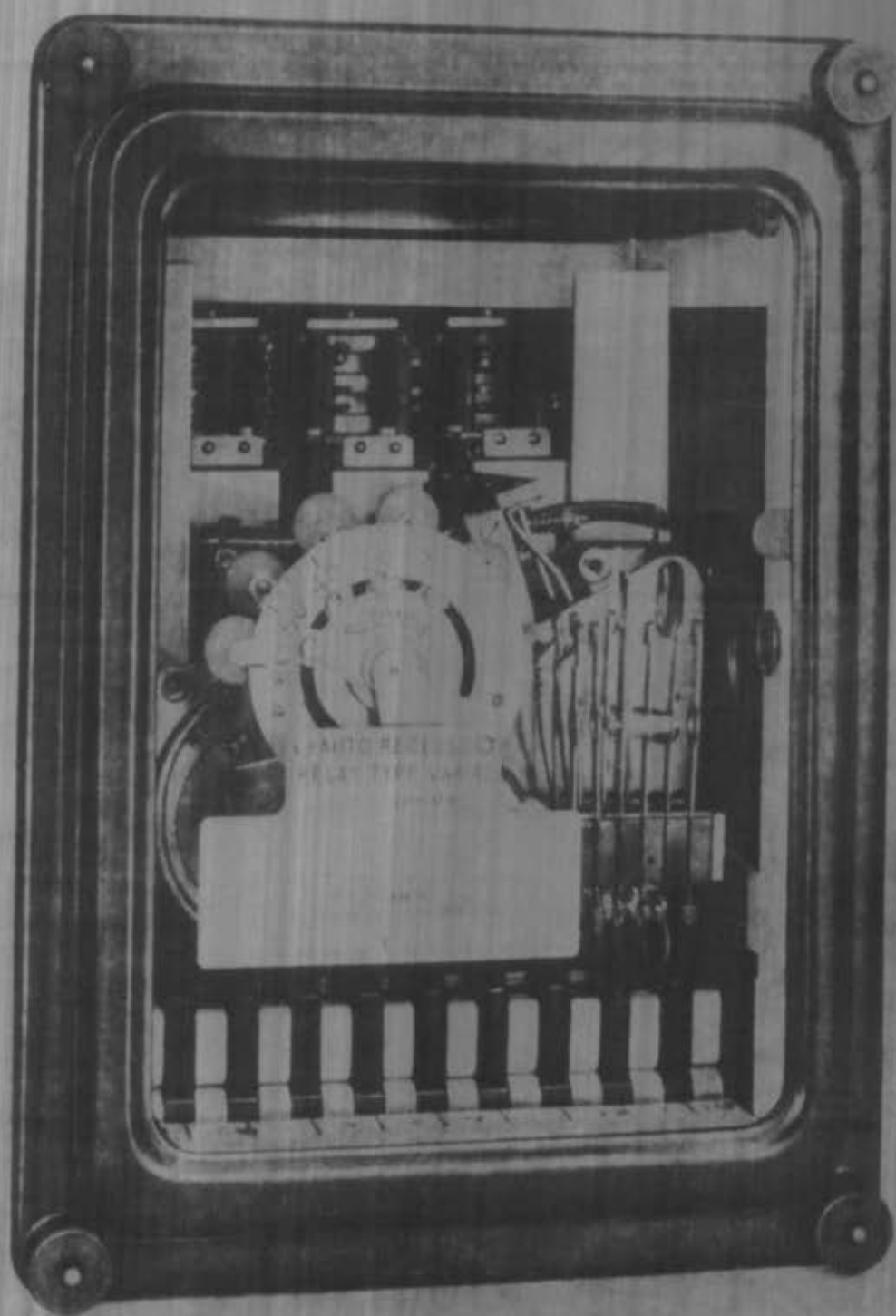
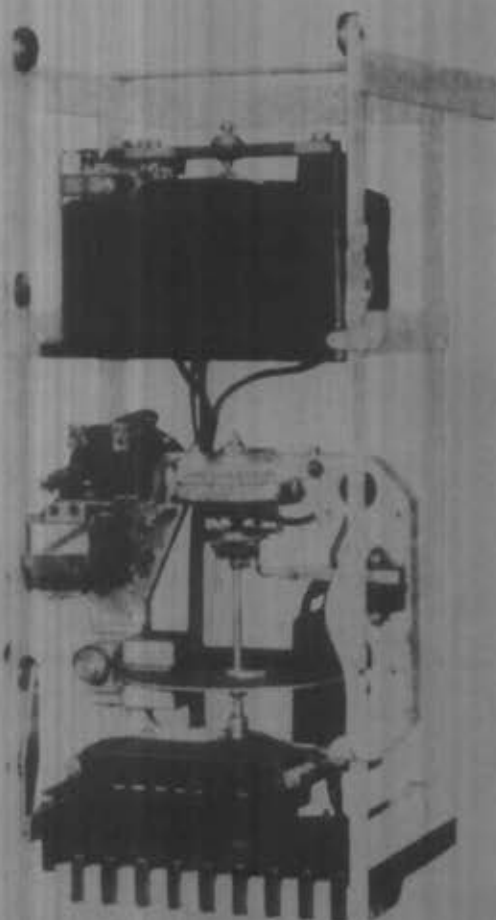


Fig. 4.3 VAR42 in single-pole drawout case

Fig. 4.3 Auto reclose relay  
10



These instructions are intended to provide the information necessary for the installation, operation and maintenance of the equipment described. If additional information is needed, please write to The English Electric Co. Ltd., Relay Department, Stafford, England.



Type CID relay in drawout chassis

$K$  = ค่า constant

$V$  = voltage ที่ apply เข้าไปใน voltage winding ของ relay

$I$  = current ใน current winding

$\phi$  = มุมที่  $V$  lead  $I$

$\psi$  = ค่าของ  $\phi$  ที่ทำให้ได้ maximum closing torque

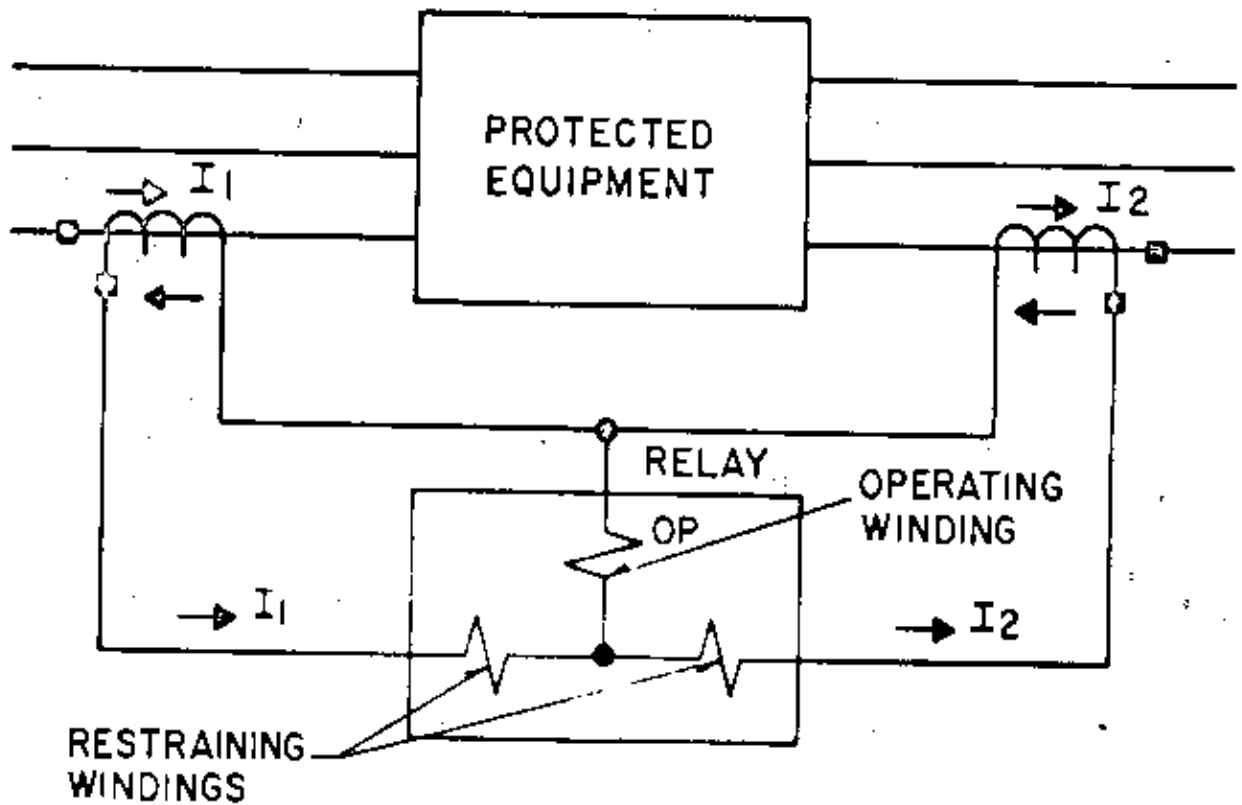
รีเลย์ชนิดนี้ใช้สำหรับป้องกัน power reverse ทางคาน 69 กิโลโวลต์มีตั้งแต่ 2 banks ขึ้นไป ส่วนรีเลย์ชนิดนี้ของทางคาน 69 กิโลโวลต์มี bank เดียว รีเลย์ชนิดนี้จะคือใช้เป็นแบบ over current ธรรมดา รีเลย์ที่ใช้เป็นชนิด type CDD ประกอบด้วย over current relay กับ directional unit รวมกัน จำนวน tap ของ plug setting และ time multiplier เหมือนกับ over current relay type CDG 14 ทุกประการ และ characteristic curve ก็ใช้ชนิดเดียวกับของ over current type CDG 14 ดังได้แสดงไว้ในหัวข้อนี้

#### 4.2.5 Percentage differential relay

รีเลย์ที่เหมาะสมสำหรับป้องกัน fault ที่เกิดที่ apparatus เช่นที่ generator หรือ transformer คือ percentage differential relay

รีเลย์ชนิดนี้ใช้สำหรับเปรียบเทียบ current ที่ opposite end ของแต่ละ phase winding ผลต่างของ current ทั้งสองจะเป็น current ที่ผ่าน operating winding ของรีเลย์ ที่สภาวะปกติ current ทั้งสองจะเท่ากัน แต่เมื่อมี fault เกิดขึ้น current ทั้งสองจะไม่เท่ากัน จะมีผลต่างของ current คำนึงผ่าน operating winding ทำให้รีเลย์ทำงาน

ดังนั้นค่า pick-up current ของรีเลย์จะต้อง set ในสูงพอสมควร เพื่อป้องกันรีเลย์ทำงานผิด ในกรณีที่เกิด external fault เนื่องจาก characteristic ของ C.T. แตกต่างกับ เพื่อจำกัดปัญหาอันนี้ รีเลย์จะต้องเพิ่ม Restraining winding เข้าไป รีเลย์ชนิดนี้เรียกว่า "percentage differential relay" หรือ "ratio differential relay" จะ operate ก็คือเมื่ออัตราส่วนของ current ใน operating winding คือ

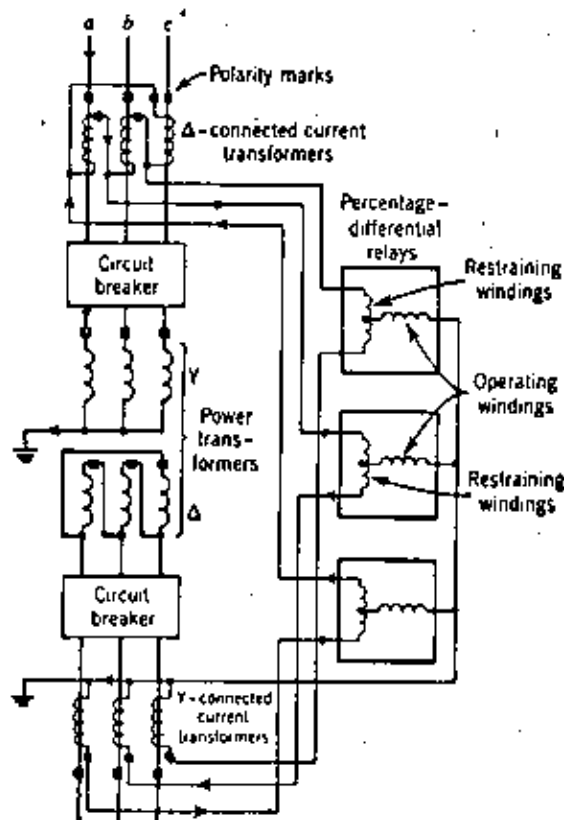


รูปที่ 4.5 Schematic Connections of the Percentage Differential Type Relay. Only One Phase Connections are Shown.

current ใน restraining winding สูงเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้

การป้องกัน transformer ขนาดใหญ่ ๆ ที่เกิดจาก internal fault ก็คล้ายกันกับการป้องกัน generator สำหรับ transformer คือทางด้าน high side อาจจะต่อเป็น star และ low side ต่อเป็น delta ทำให้ current ไม่เท่ากัน และ phase บัง shift กันอีกด้วย แต่เราก็สามารถแก้ไขได้โดยใช้ C.T. ที่มี ratio ต่างกัน และทางด้าน high side (star) เราใช้ C.T. เป็นแบบ delta ส่วนทางด้าน low side (delta) ใช้ C.T. เป็นแบบ star ดังในรูปที่ 4.6

ที่เลือกใช้ type DDT เป็นแบบ induction disc และมี "c" shape electromagnet อยู่สองข้าง เป็นตัวทำให้เกิด torque เพื่อให้จานหมุน electromagnetic ข้างหนึ่งทำหน้าที่เป็น restraining คือทำให้เกิด torque หมุนจนไปไม่ถึงทางที่จะ open contact

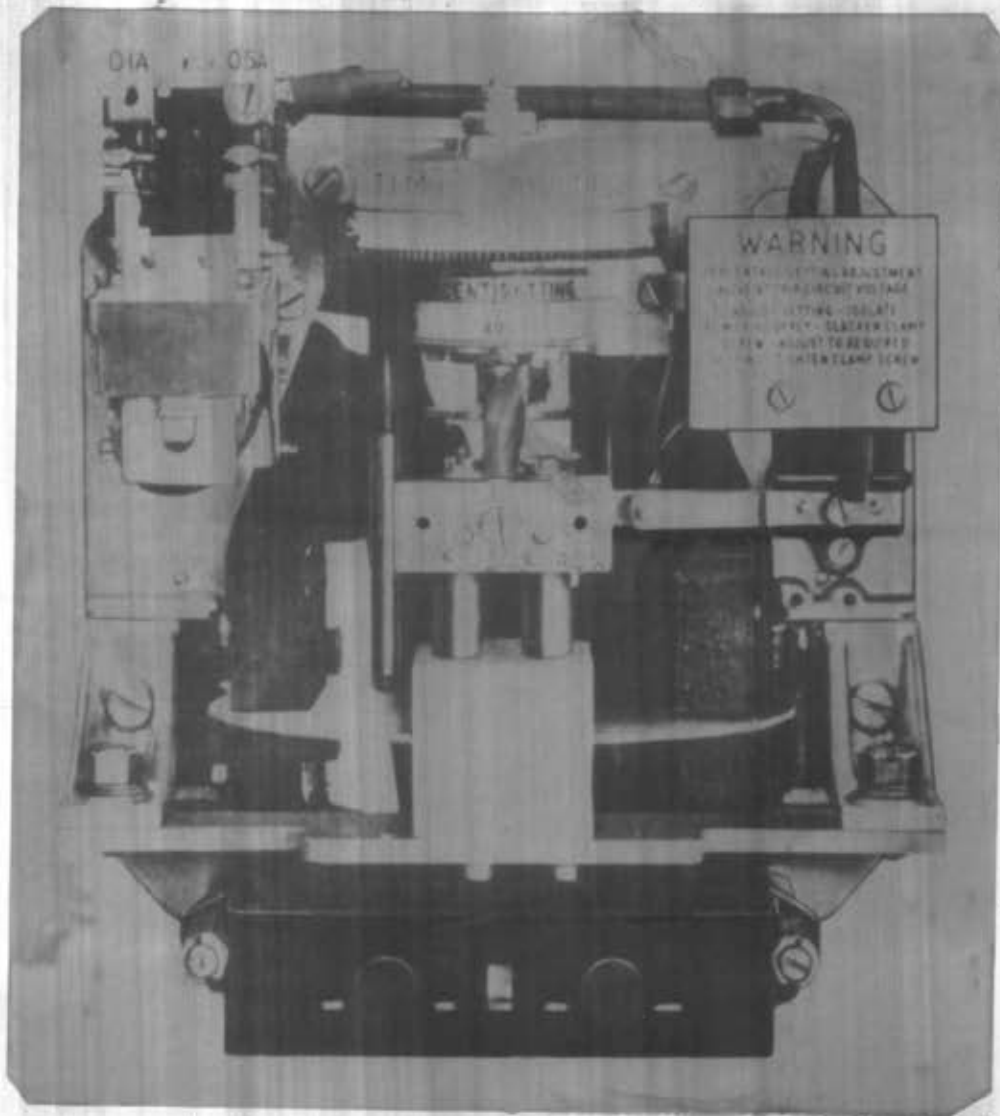


รูปที่ 4.6 Protection of a Y- $\Delta$ -connected bank of power transformers by percentage-differential relays. Note that the current transformers are connected in  $\Delta$  on the Y side, and in Y on the  $\Delta$  side. The windings of the power transformer have been drawn in a manner to facilitate comparison with the current-transformer connections. The arrowheads represent the paths of unit current resulting from an external fault from conductor a to ground on the Y side of the bank.

และอีกข้างหนึ่งทำหน้าที่เป็น operating ก็ทำให้เกิด torque พุ่งจนไปในทิศทาง closing contact

ในตัวรีเลย์มีอยู่ 3 characteristic ความชัน ที่จะตั้ง percentage bias slope คือ 20%, 30%, และ 40% โดยทั่วไป 20% tap ใช้สำหรับหม้อแปลงที่มี ratio ค่า และไม่มี tap changer gear 30% tap ใช้สำหรับหม้อแปลงที่มี tap changer gear ส่วน 40% tap ใช้สำหรับหม้อแปลงที่มี ratio สูง ๆ (เช่น 132/3.3 KV) สำหรับ percent setting ตั้งได้ตั้งแต่ 40% - 100%

Characteristic curve ได้แสดงไว้ในหน้าบทนี้แล้ว



รูปที่ 4.7 Differential Relay Type DDT

#### 4.2.6 Under frequency relay

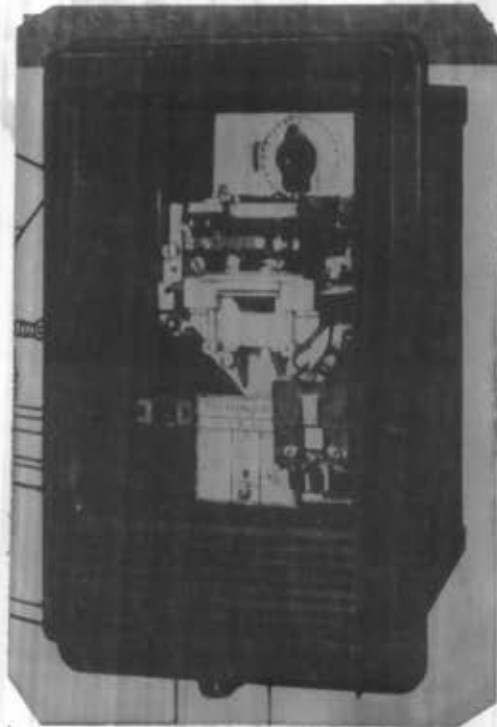
รีเลย์ที่ใช้เป็นของบริษัท Westinghouse type CF-1 สามารถปรับ frequency ได้ตั้งแต่ 42 - 50 c.p.s. ส่วน time setting dial ปรับได้ตั้งแต่ 0 - 10 การออกแบบของรีเลย์ชนิดนี้ มี pole ขั้วเหนือ disc และใต้ disc แห่งละขั้ว ที่ frequency ปกติ (50 c.p.s.) current ของ pole ขั้วบนจะพ่วงกับ lead current ของ pole ขั้วล่าง จะมี out of phase flux เกิดขึ้น ทำให้เกิด torque หมุน disc ไปอยู่ในตำแหน่งเปิด contact เมื่อ frequency drop ลงจนกระทั่งเท่ากับรีเลย์ที่ตั้งไว้

current ของ pole ซุกกลางจะห้าม lead current ของ pole ซุกบน ทำให้เกิด torque กลับทางหมุน disc ไปอยู่ตำแหน่งเปิด contact เพื่อ trip breaker ออก

ขณะนี้ U.F. relay ใช้ป้องกัน feeder ทางคานแรงดัน 12 กิโลโวลต์ บางสถานี ขอบถี่วิ่งไม่เท่ากัน (48.5, 47.0, 46.0 c.p.s.) ขึ้นอยู่กับความสำคัญของสถานที่ว่าควรจะให้ ไฟดับก่อนหรือคืบทีหลัง

รีเลย์ชนิดนี้มีไว้เพื่อช่วยทางการไฟฟ้าบ้านอิ เมื่อ system บางส่วนของการไฟฟ้า บ้านอิขาดของ frequency ใน system ต่ำลง จะได้ช่วยตัด load บางส่วนออกมา มีฉนวนแล้ว จะทำให้ system ของการไฟฟ้าบ้านอิ trip หมด เนื่องจาก over load

Characteristic curve ของรีเลย์ชนิดนี้ได้แสดงไว้ท้ายบทนี้



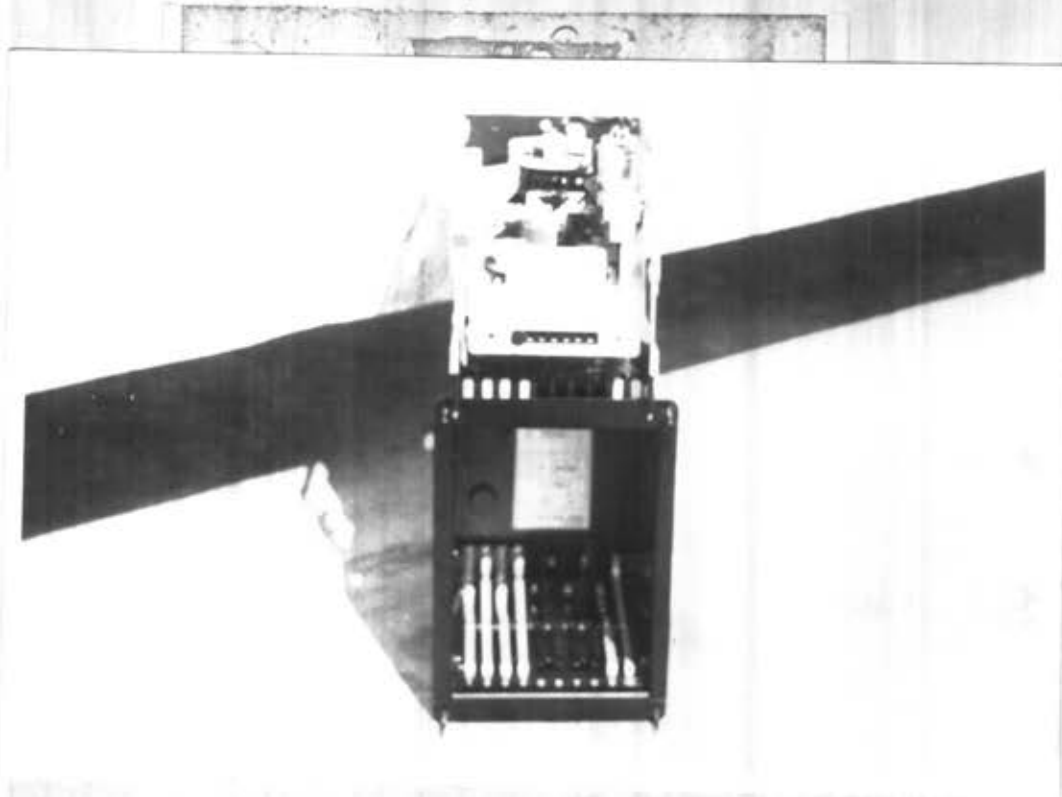
รูปที่ 4.8 Under frequency relay type CF-1

#### 4.2.7 Neutral Displacement Relay

รีเลย์ที่ใช้ type VDG เป็นแบบ induction disc มี time multiplier setting ตั้งแต่ 0.1 - 1.0 และ voltage setting แบ่งเป็น 4 taps คือ 5.4, 7.5, 16.5 และ 20 volt

รีเลย์ชนิดนี้ใช้ป้องกันทางคานแรงดัน 69 กิโลโวลต์ จะทำงานก็ต่อเมื่อ voltage

ใน system มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เมื่อ voltage ใน line หายไป 1 phase หรือ 2 phase หรือ voltage แต่ละ line มีการแตกต่างกันมาก รีเลย์จะ trip สวิตช์ตัดคน 69 กิโลโวลตออก



รูปที่ 4.9 Neutral Displacement Relay

relay setting ตั้งไว้เท่ากันหมดทุกสถานีย่อย

$$V = 12.5 \text{ V}$$

$$T = 0.5 \text{ sec.}$$

Characteristic curve ได้แสดงไว้ในท้ายบทนี้



#### 4.2.8 Auxiliary Relay

รีเลย์ที่ใช้ Type VAA เป็นแบบ Hinged Armature โดยใช้ coil  
คูด plunger รีเลย์ชนิดนี้ใช้สำหรับป้องกันอันตรายต่าง ๆ ที่เกิดกับ power transformer  
เช่น

1. เมื่อหม้อแปลงมีอุณหภูมิสูงมากผิดปกติ รีเลย์จะทำงานไป close circuit ของ alarm ทำให้ alarm ดัง แต่ไม่ trip สวิตช์ตัดคนน้ำมัน

2. เมื่อหม้อแปลงเกิด sudden gas pressure ที่ภายใน รีเลย์จะ trip สวิตช์คัทคอนน้ำมันออก และ alarm ก็ดังควบ

3. Trip on load tap changer เนื่องจาก power transformer รองการไฟฟ้านครหลวงไม่ใช้ on load tap changer เวลาจะเลื่อน tap จำเป็นจะต้องปลดสวิตช์คัทคอนน้ำมันหัวท้ายออก และถาเลื่อน tap โดยไม่ปลดสวิตช์คัทคอนน้ำมันแล้ว รีเลย์จะ trip สวิตช์คัทคอนน้ำมันหัวท้ายออกเอง

#### 4.2.9 Tripping Relay

รีเลย์ที่ใช้ Type VAJ เป็นแบบ Hinged Armature มีทุก ๆ อย่างคล้ายกับ Auxiliary type VAA รีเลย์ชนิดนี้ทำหน้าที่เป็น Auxiliary คือเมื่อไรที่เกิด fault แล้ว Differential relay ทำงาน หรือ Auxiliary relay type VAA ทำงานเนื่องจาก sudden gas pressure และเนื่องจากเลื่อน tap on load แล้ว tripping relay จะทำหน้าที่ช่วย trip breaker ทางด้าน 69 และ 12 กิโลโวลต์ออกพร้อมกันทันที (ดูในรูปที่ 4.11)

ส่วน Under voltage relay และ Synchronizing relay ขณะนี้ไม่ได้ใช้งาน เนื่องจากที่เชื่อมภูมิพลและพระนครเหนือ การไฟฟ้ายังไม่ได้ synchronize เข้าเป็น system เดียวกัน แล้วจากโครงการไฟฟ้านครหลวง ทางฝ่ายการไฟฟ้านครหลวงเล็กแน่นอนที่จะเป็นผู้ generate เอง



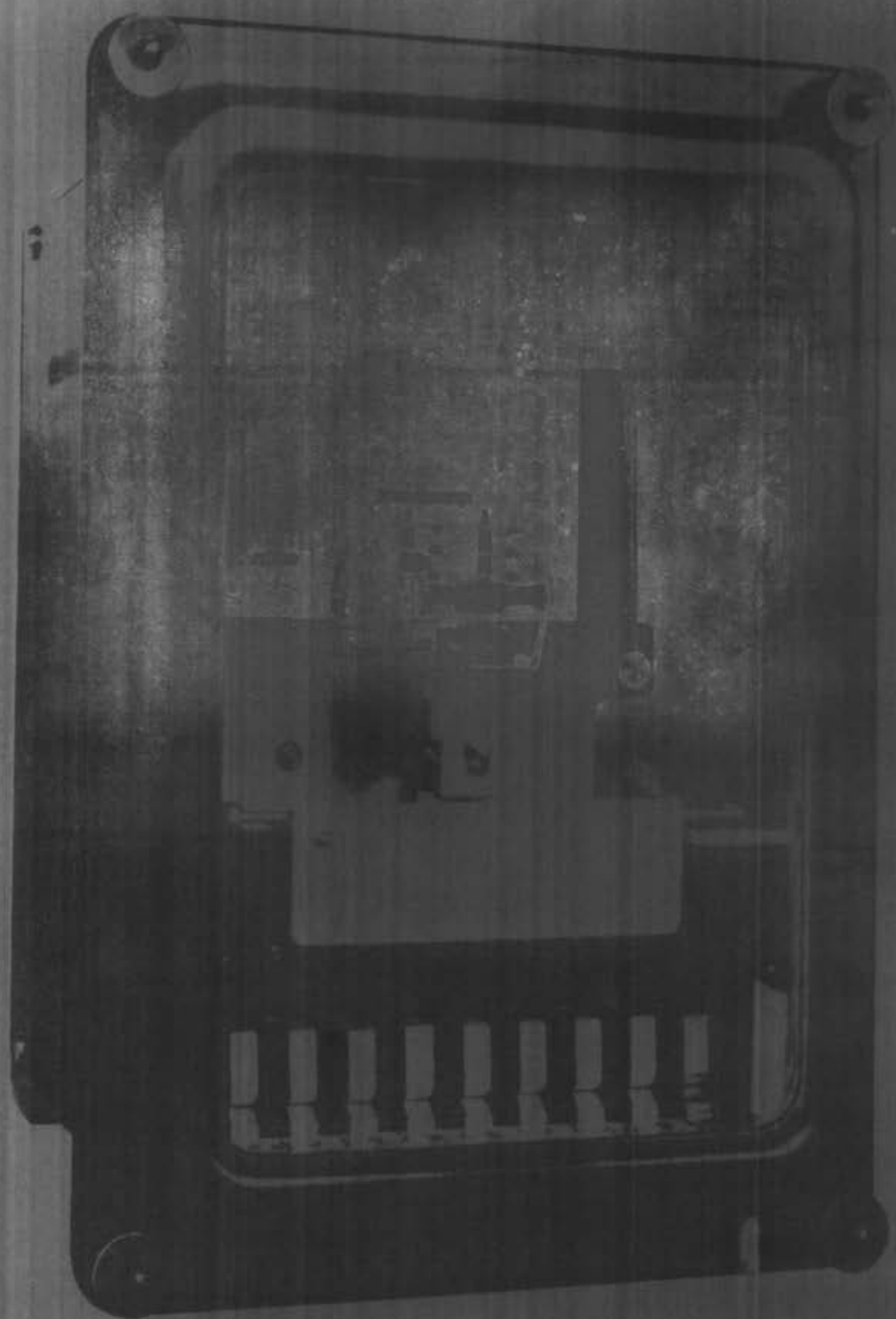
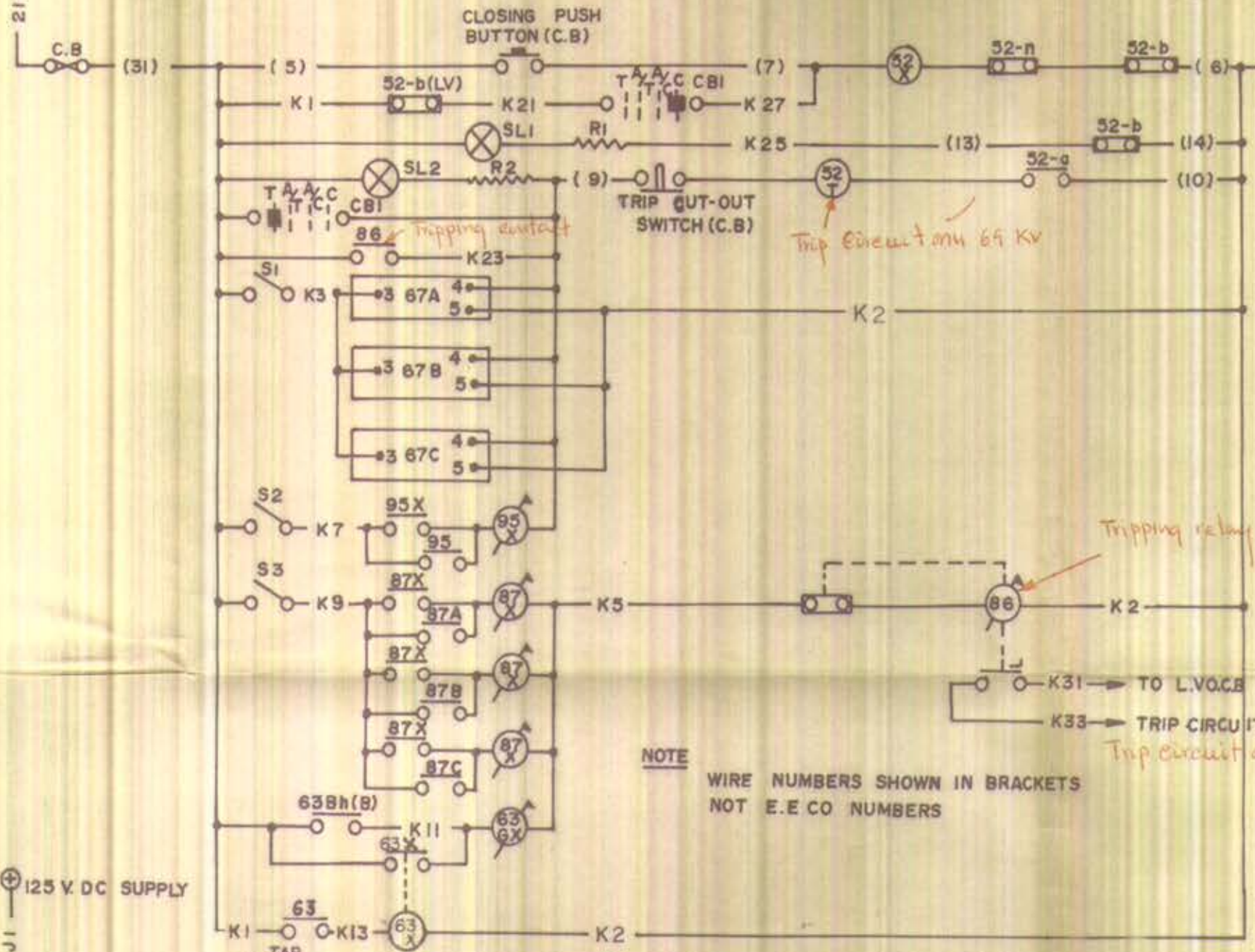


Fig. 4.10 Auxiliary Relay Type 14A

125 V. D.C. SUPPLY



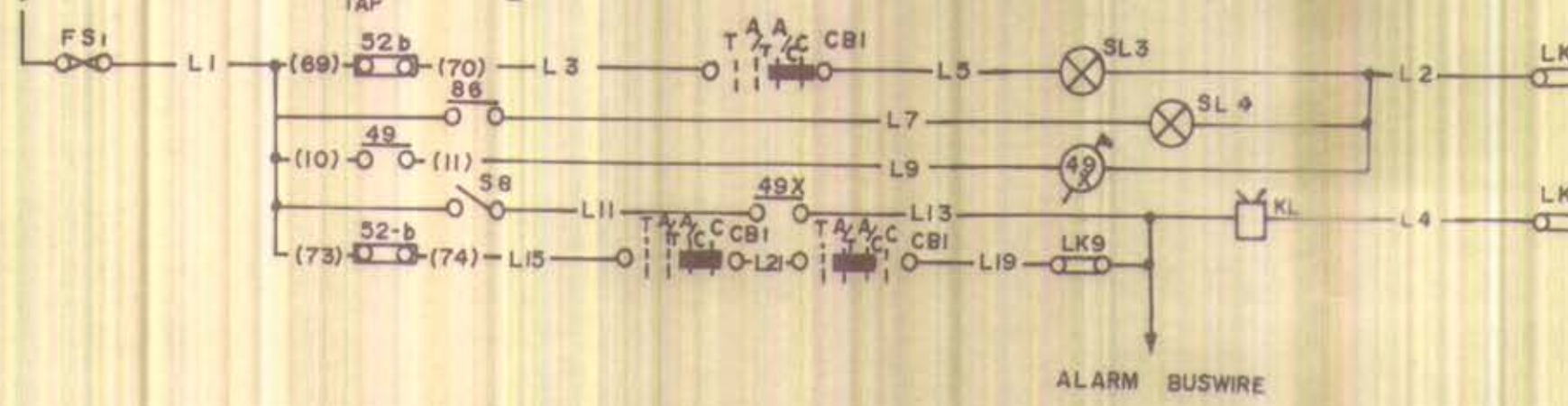
*Trip circuit only 69 KV*

*Tripping relay*

*Trap circuit*

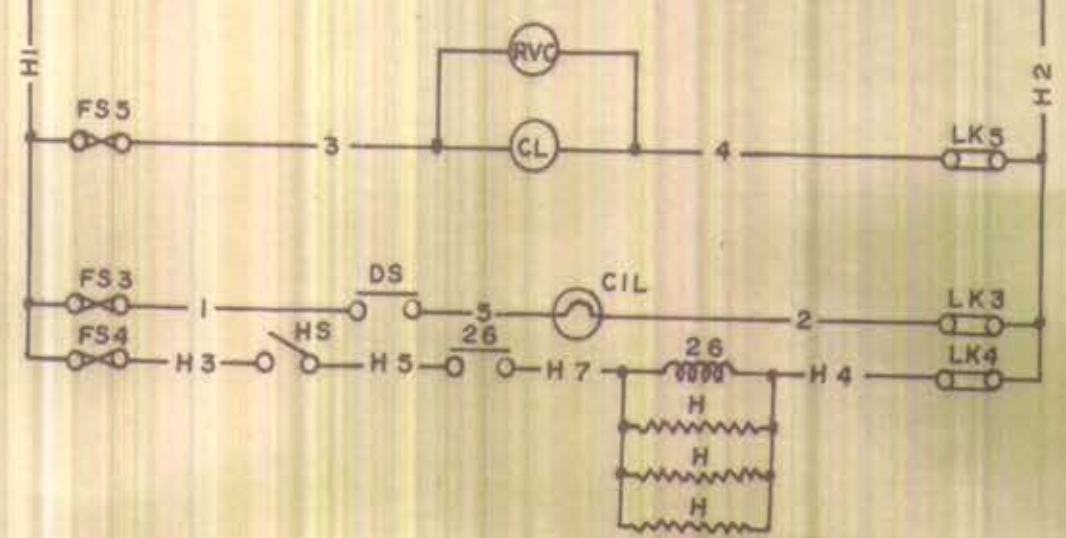
**NOTE**  
WIRE NUMBERS SHOWN IN BRACKETS  
NOT E.E. CO NUMBERS

125 V. DC SUPPLY



ALARM BUSWIRE

230 V. A.C. SUPPLY



# S 5500 S 21142

## 69 K.V CONTROL & INDICATION SCHEMATIC

### THE ENGLISH ELECTRIC CO. LTD.

REF	DESCRIPTION	LOCATION
C.I.L.O.D.S	CUBICLE ILLUMINATION & DOOR SWITCH	C.P & S.P
C.L	CLOCK	S.P
C.B.I	C.B CONTROL SWITCH (TRIP-AFTER TRIP - AFTER CLOSE - CLOSE)	C.P
H	HEATER	C.P & S.P
H.S	HEATER SWITCH	S.P
KL	ALARM KLAXON	S.P
49	CONTACT ON OIL TEMPERATURE ALARM DEVICE	TRANS <sup>FR</sup>
R.V.C	RECORDING VOLTMETER CLOCK	SP
SL1	INDICATING LAMP (C.B OPEN)	CP
SL2	INDICATING LAMP (C.B CLOSE)	CP
SL3	INDICATING LAMP (AUTO TRIP)	CP
SL4	INDICATING LAMP (86 LOCKED OUT)	CP
S1	TRIP RELAY CUT OFF SWITCH	CP
S2	TRIP RELAY CUT OFF SWITCH	CP
S3	TRIP RELAY CUT OFF SWITCH	CP
S8	ALARM CANCELLATION FOR 49X	CP
26	HEATER THERMOSTAT SATCHWEL TYPE Q	SP
49X	FLAG RELAY (OVER TEMPERATURE) E.E CO. TYPE VAA	CP
52T	C.B SHUNT TRIP COIL	CB
52X	C.B CLOSING COIL	CB
63 BH(S)	CONTACT ON SUDDEN GAS PRESSURE DEVICE	TRANS
63GX	FLAG RELAY (SUDDEN GAS PRESSURE) E.E CO. TYPE CAA	CP
67A-C	DIRECTIONAL O/C RELAY E.E CO. TYPE CDD/CAG17	CP
86	TRIPPING RELAY E.E CO TYPE VAJ	CP
87A-C	DIFFERENTIAL RELAY E.E CO TYPE DDT	CP
95	NEUTRAL DISPLACEMENT RELAY TYPE CDG 12	CP
R <sub>1</sub> & R <sub>2</sub>	RESISTANCES FOR SL1 & SL2 INDICATING LAMPS	
63X	FLAG RELAY (TAP CHANGER) E.E CO. TYPE VAA	CP

REF.	LABEL	LOCATION
FS 1	ALARM & INDICATION + VE 2 A 125V	C P
LK 1	ALARM & INDICATION - VE 125 V	C P
FS 3	CUBICLE ILLUMINATION 2 A 230V	S P
LK 3	CUBICLE ILLUMINATION 230 V	S P
FS 4	HEATERS 2 A 230 V	S P
LK 4	HEATERS 230 V	S P
FS 5	CLOCK 2 A 230 V	S P
LK 5	CLOCK 230 V	S P
LK 9	AUTO TRIP ALARM BUS + VE 125 V	C P
LK 13	ALARM KLAXON - VE 125 V	S P

#### AUXILIARY SWITCH DETAILS

52-a	CLOSES WHEN CIRCUIT BREAKER CLOSES
52-b	CLOSES WHEN CIRCUIT BREAKER OPENS
52-n	CLOSES WHEN SPRING IS FULLY CHARGED

#### LOCATIONS

CP - CONTROL PANEL  
 SP - SUMMATION PANEL  
 TRANS<sup>FR</sup> - MAIN TRANSFORMER  
 C.B - CIRCUIT BREAKER

#### ASSOCIATED DIAGRAM

AC SCHEMATIC S 5500 S 14932

SUBSTATIONS	ITEM
MOCHIT	1
DON MUANG	2
PAK NAM	3
SOUTH THONBURI	4

11/11 4.11

# S 5500 S 21142

DRAWN

TRACED *Sam B...*

CHECKED

CHIEF OF SECT.

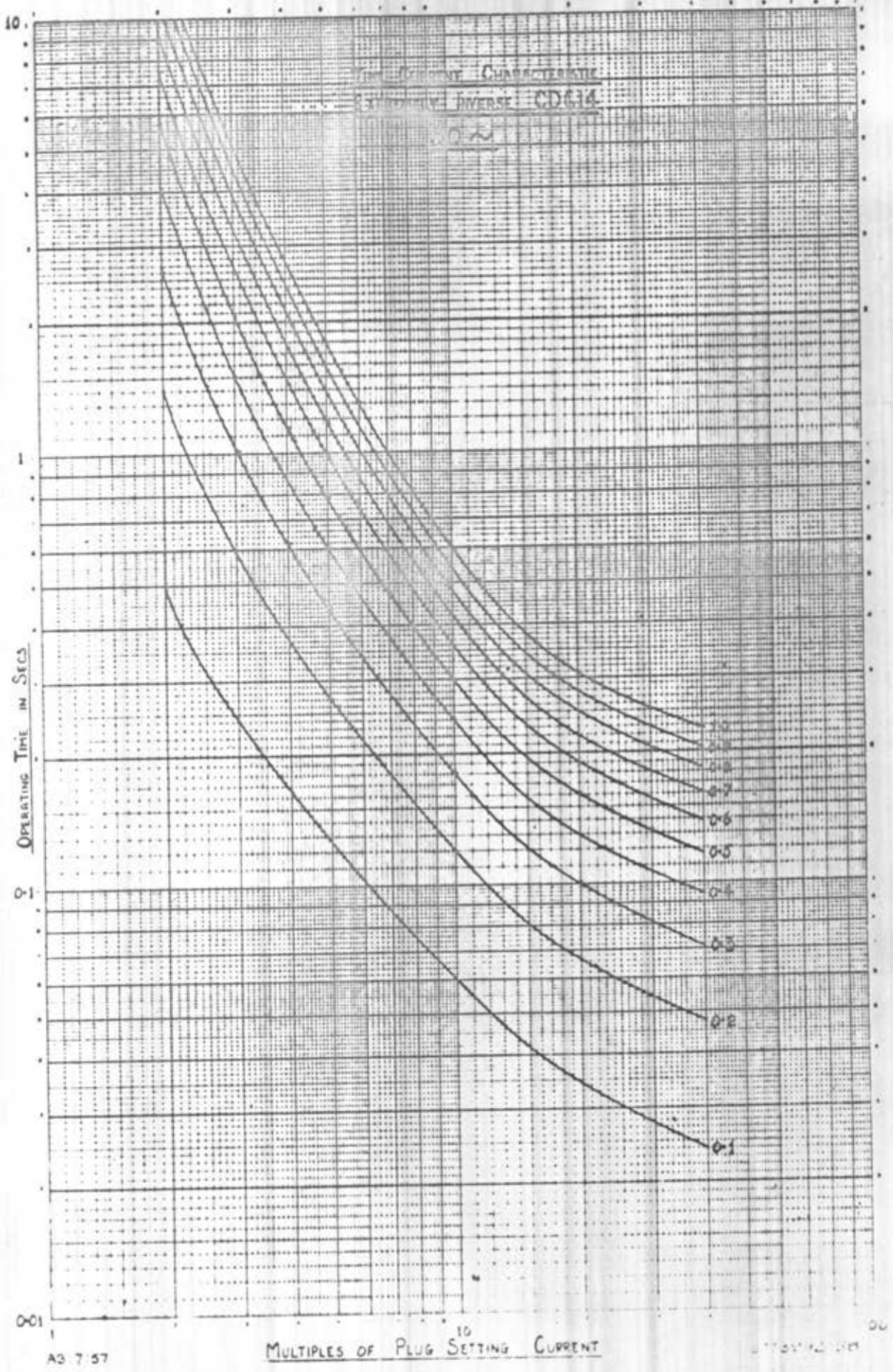
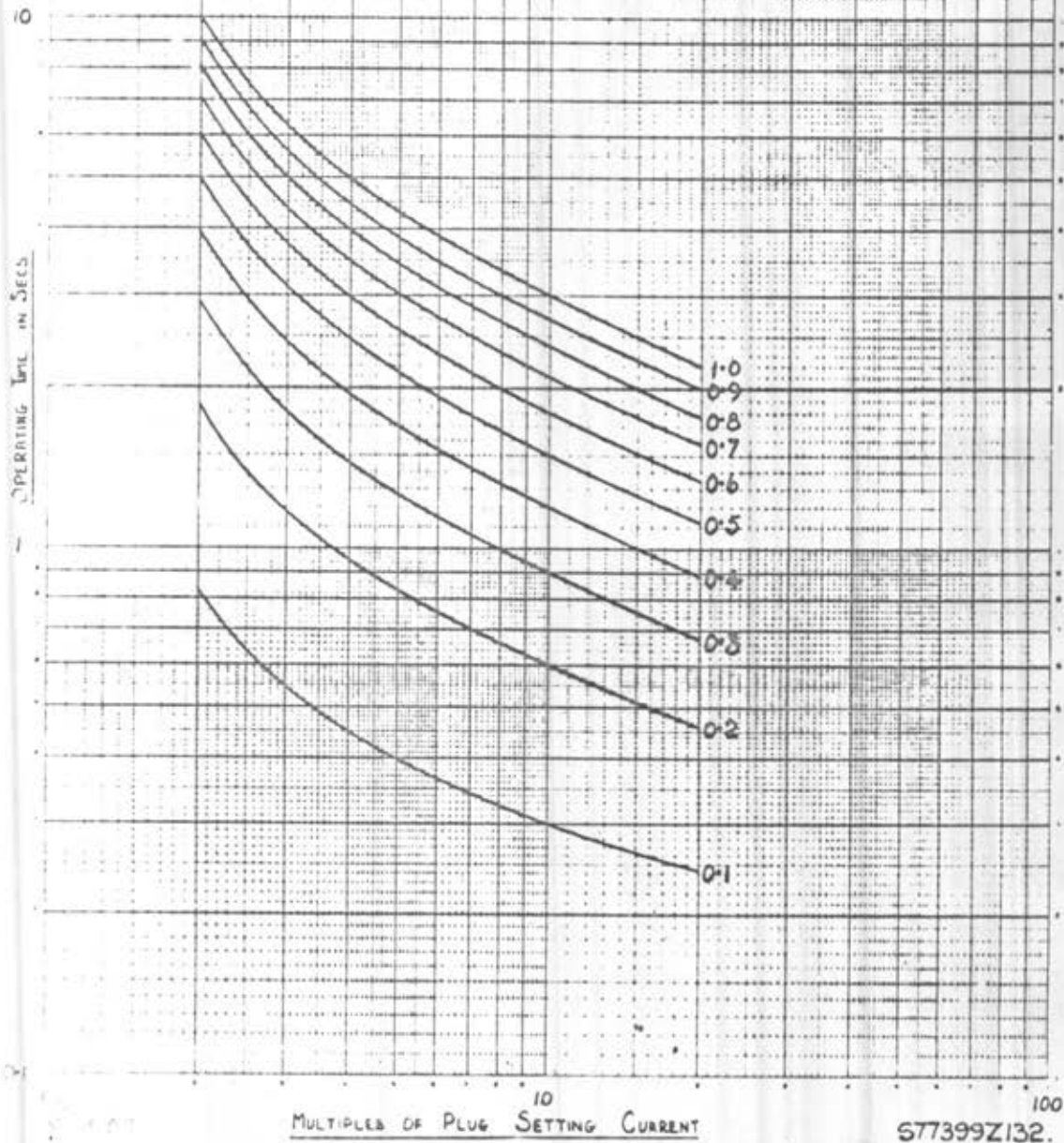


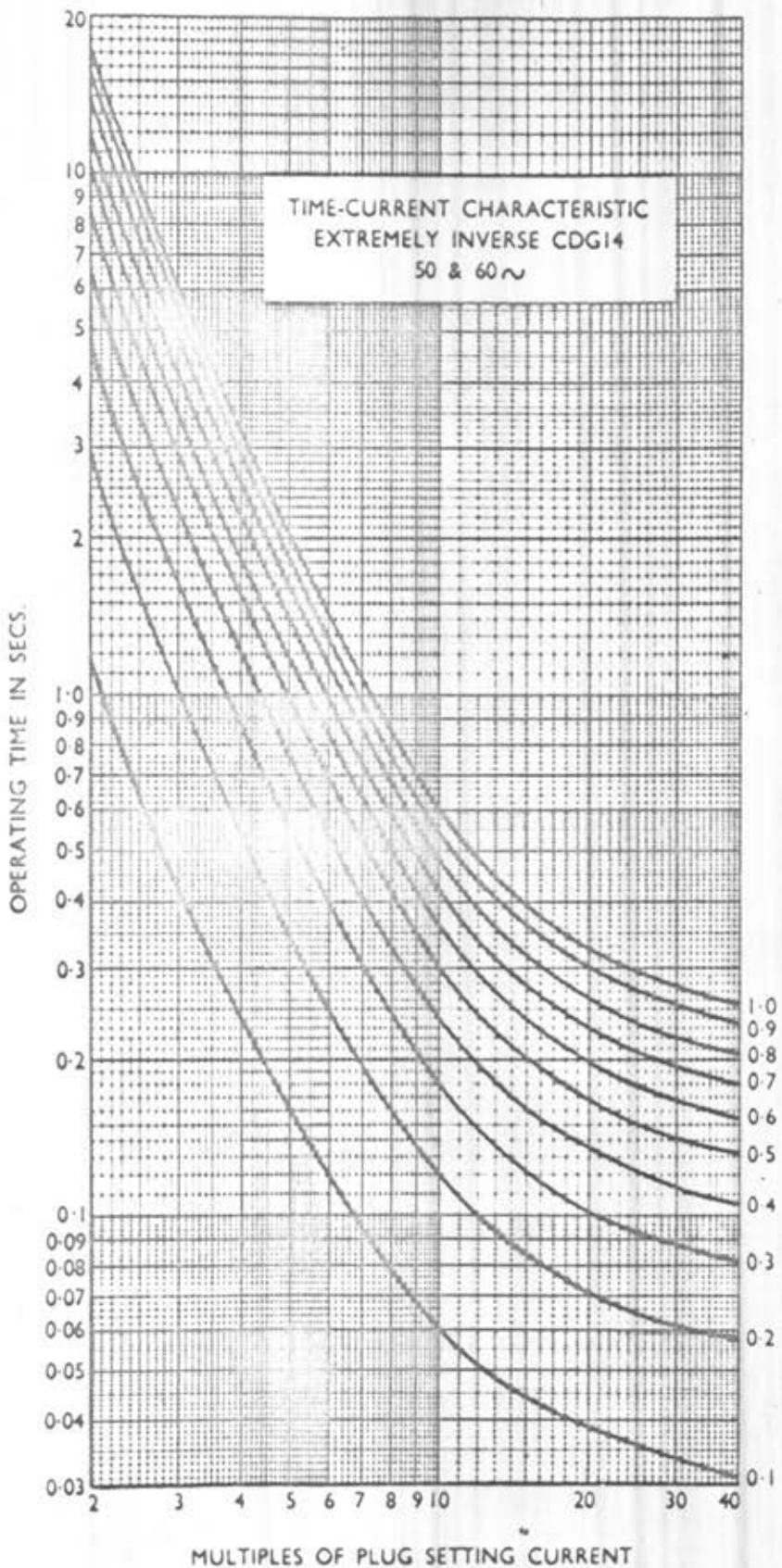
FIG 4.12

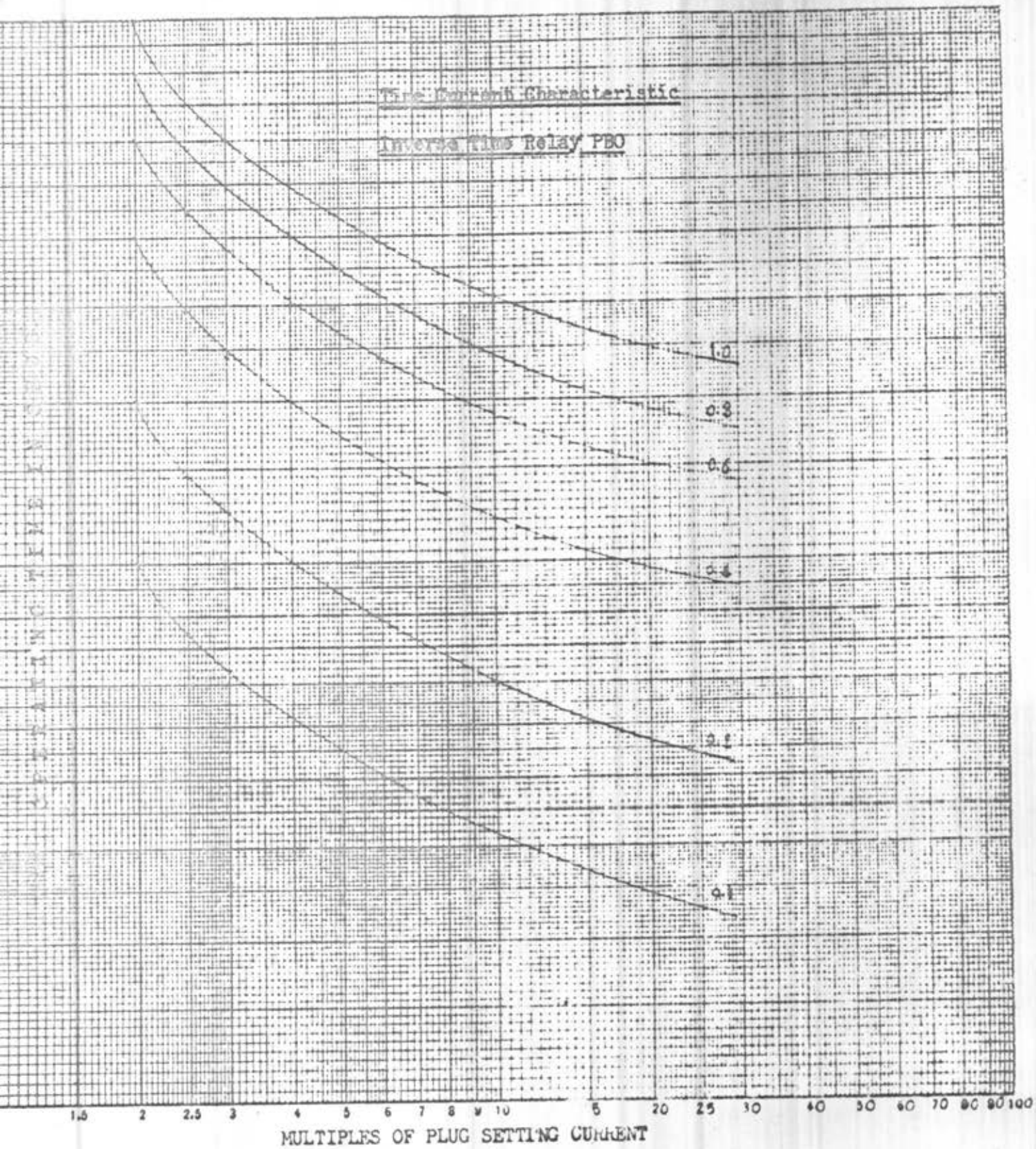
TIME CURRENT CHARACTERISTIC  
 INVERSE TIME RELAY CDG11  
 3 Sec. to BS142  
 50 & 60~



577399Z132.

PLN 4.13





11M 4.15



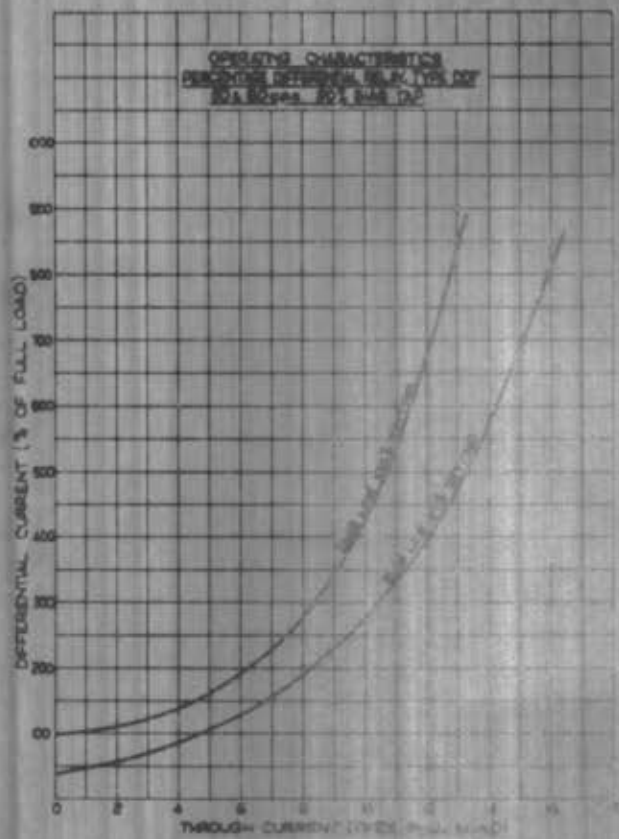


Fig. 11.

Operating characteristics 20% bias.

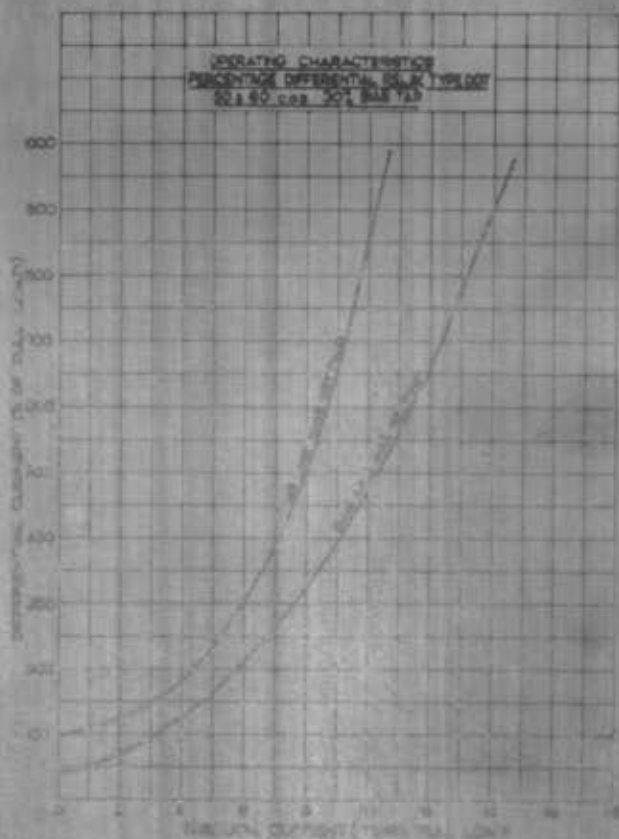


Fig. 12.

Operating characteristics 30% bias.

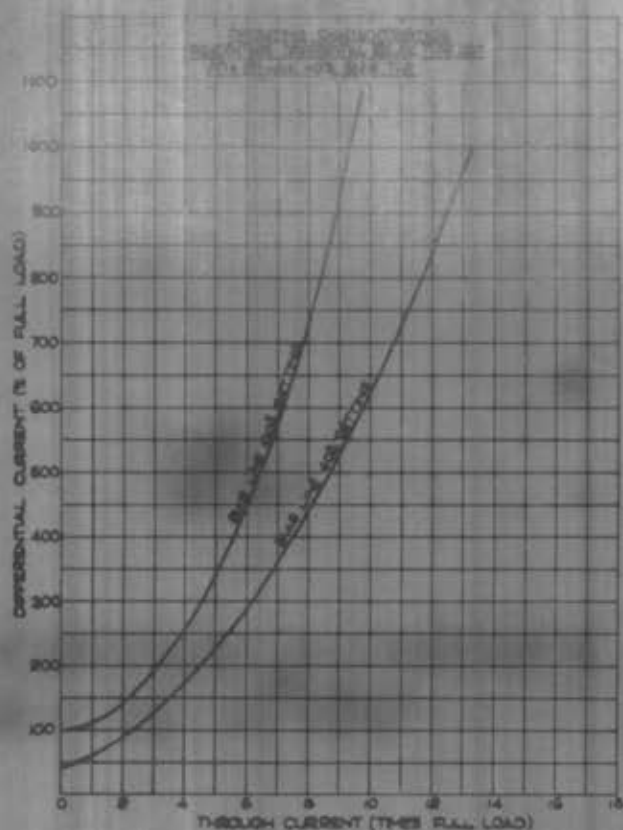
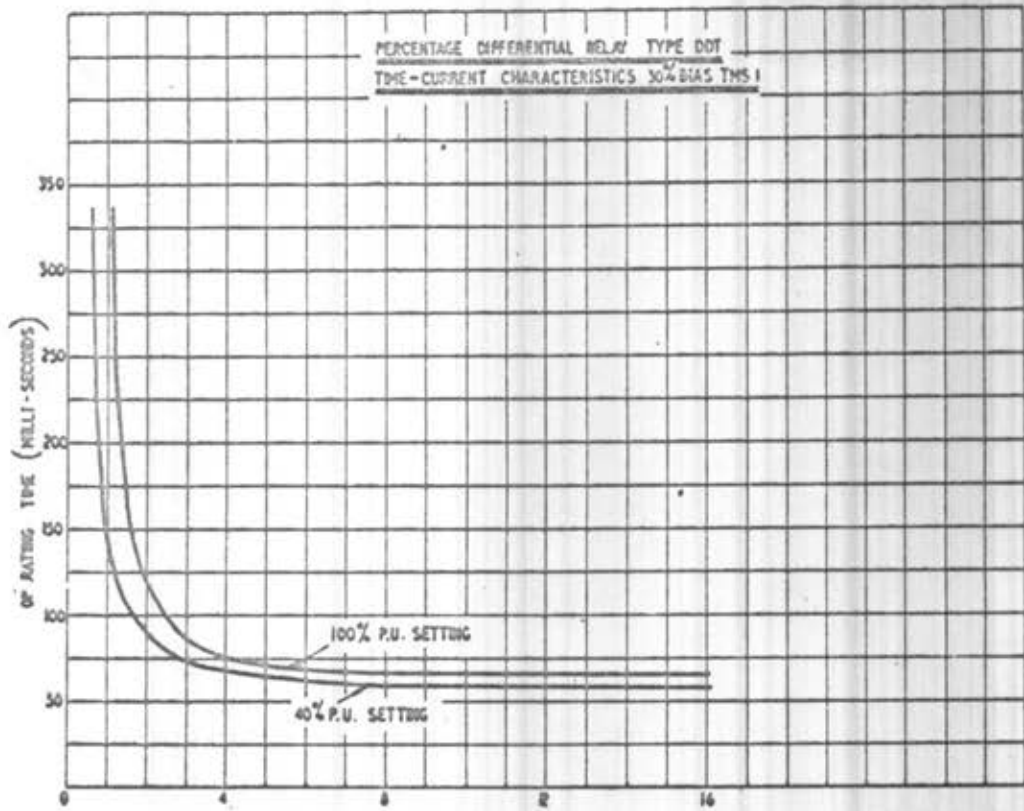
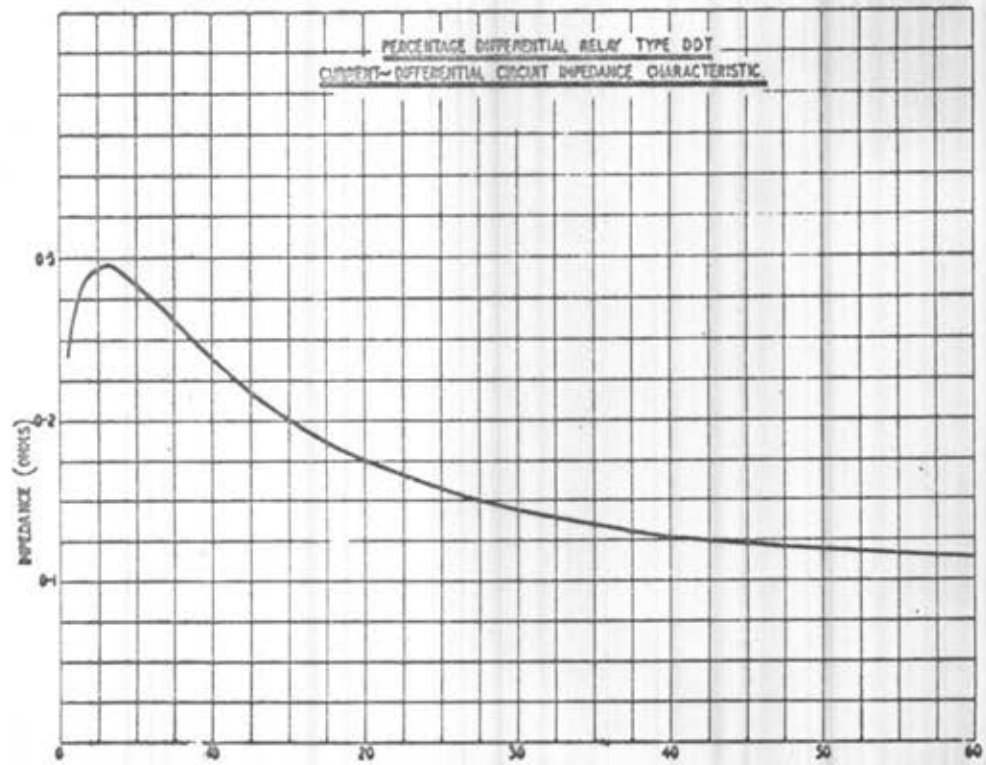


Fig. 13. Operating characteristics 40% bias.





Time/Current characteristics 30% bias tap.  
Time multiplier setting - 1.



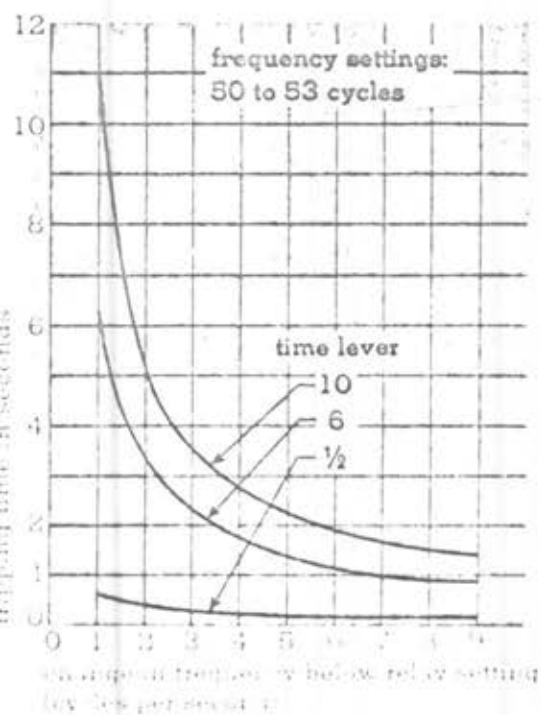
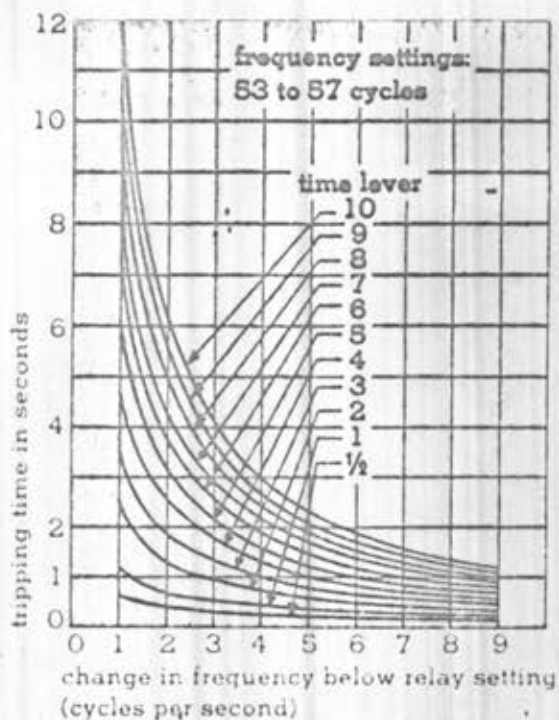
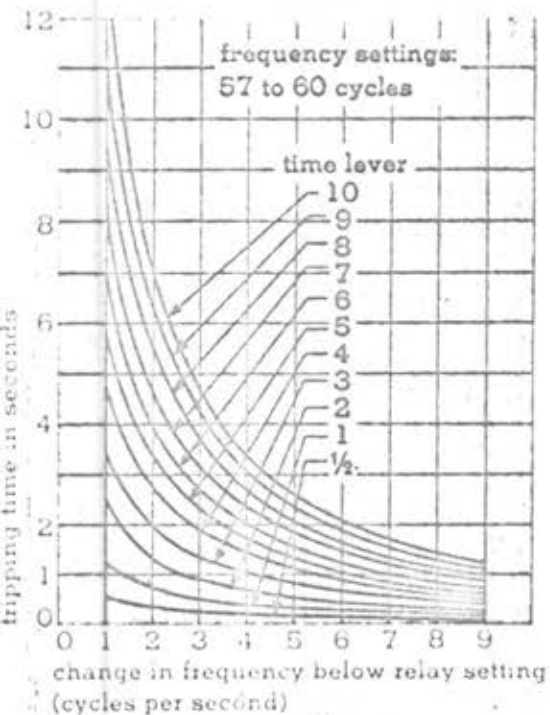
Impedance/Current characteristic 5 amp. rating relay.

Fig 4.17



### time curves of typical settings

#### under frequency relays



Curves on page 6 show the insensitivity of CF 1 relays to wide voltage variations from standard voltage ratings.

This feature permits close coordination between steps in dropping blocks of load during "load shedding"