รร.เหล่า ชย.กวก.ชอ.

การจ่ายแยกสัญญาณไฟฟ้า

อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ใช้ในอากาศยานมีทั้งระบบกระแสไฟตรงและระบบกระแสไฟสลับ อุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านั้นจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีสายไฟหรือลวดตัวนำต่ออยู่สำหรับให้กระแสไฟฟ้าเดินผ่านไปตามส่วนต่างของอากาศยาน จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งกระแสตรงและกระแสสลับหรือจากแบตเตอรี่ สู่ อุปกรณ์หรือยูนิตไฟฟ้าติดตั้งอยู่ สายไฟหรือลวดตัวนำดังกล่าวต้องเป็นวัสดุที่ยอมให้อิเลคตรอนเดินได้สะดวก นั่นคือต้องมีความต้านทานน้อยที่สุดวัสดุที่ใช้ทำสายไฟส่วนมากใช้ทองแดงและที่มีใช้ไม่มากนักคือสายไฟที่ทำด้วยอลูมินั่มหรือเงิน

๑. ชนิดของสายไฟอากาศยาน

เราแบ่งสายไฟที่ใช้งานหรือติดตั้งในระบบไฟฟ้าของอากาศยานออกได้เป็นสองชนิด คือ WIRES และ CABLES

๑.๑ WIRES เป็นสายไฟที่ทำด้วยทองแดงฉาบดีบุกหรือทำด้วยอลูมินั่ม ตามรูปที่ ๑ จะสังเกตุเห็นว่ามักจะใช้ลวดตัวนำเล็ก ๆ จำนวนหลายเส้นรวมกัน แทนที่จะใช้ลวดตัวนำใหญ่ ๆ เพียงเส้นเดียว แล้วให้ฉนวน ซึ่งก็ทำด้วยวัสดุหลายอย่าง หุ้มไว้อีกทีหนึ่งอาจเป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้นก็แล้วแต่ความเหมาะสมหรือสภาพที่จะนำสายไฟนั้นไปใช้ ฉนวนโดยมากจะมีความต้านทาน หรือกันแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ตั้งแต่ ๖๐๐ โวลท์ ขึ้นไปนอกจากนี้ฉนวนยังทำให้อ่อนตัว คือ สามารถดัดสายไฟ (ทั้งฉนวนและลวดตัวนำ) และป้องกัน น้ำหรือน้ำมันไม่ให้เข้าไปถึงเส้นลวดตัวนำข้างในได้

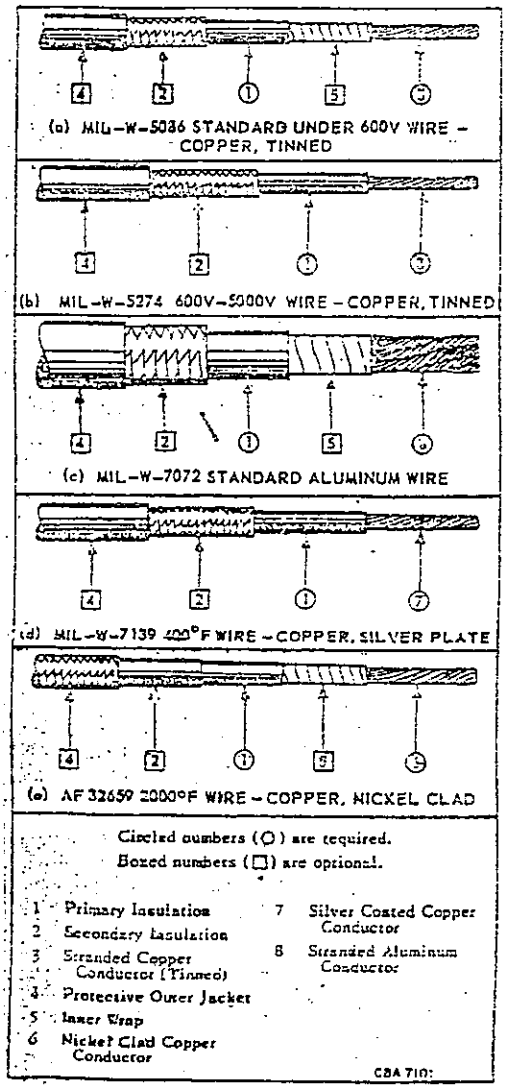
๑.๒ CABLES เป็นสายไฟหรือลวดตัวนำที่มักจะใหญ่กว่า และมักจะมีจำนวนเส้นรวมกัน (ในฉนวน) น้อยกว่าแบบ WIRE และมีลักษณะดังนี้.-

๑.๒.๑ เป็นตัวนำสองหรือมากกว่าสองเส้นขึ้นไป มีฉนวนหุ้ม (โดยมากจะใช้ฉนวนแบบฉาบหรืออาบ) เส้นลวดแต่ละเส้น แล้วมีฉนวนหุ้มภายนอกทั้งหมดอีกทีหนึ่ง (รูปที่ ๒, ๔ , ๖ และ ๘)

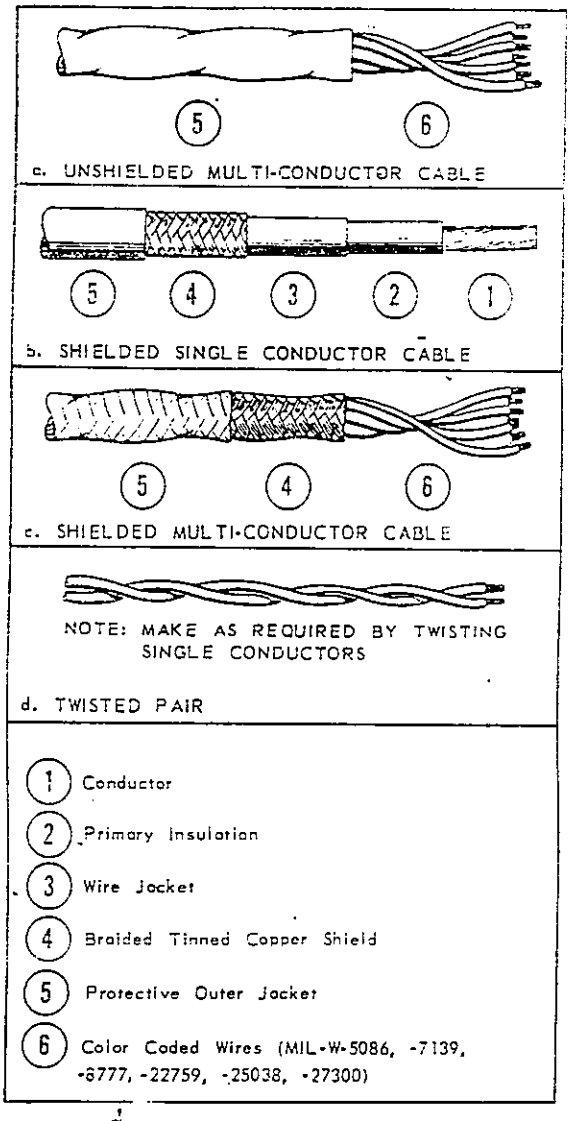
๑.๒.๒ ตัวนำหนึ่งเส้นหรือมากกว่าหนึ่งเส้นขึ้นไป แต่ละเส้นมีฉนวนหุ้มแล้วมีฉนวนหุ้มทั้งหมดอีกทีหนึ่งตั้งแต่สองชั้นขึ้นไป (ดูรูปที่ ๒ b และ ๘)

๑.๒.๓ ตัวนำสองสายพันกันให้เป็นเกลียว (TEISTED PAIR) ดูรูปที่ ๒ d

๑.๒.๔ ฉนวนที่หุ้ม สายไฟหรือตัวนำที่อยู่ตรงกลางข้างในสุด (ซึ่งก็มีฉนวนอยู่ชั้นหนึ่งแล้ว) เป็นวัสดุโลหะสานกันหุ้มอยู่ชั้นหนึ่ง (ดูรูปที่ ๒ b หมายเลข (๔)) เป็นอย่างน้อย รูปที่ ๒ ๘ หุ้มสองชั้น(DOUBLE SHIELD) สายไฟชนิดดังกล่าวนี้มักใช้กับระบบวิทยุ เพื่อป้องกันความชื้นและการเสียหลีกับ OUTER JACKET สายตัวนำในสุดจะเป็นสีทองแดงที่เป็นเส้นเดียวหรือไม่ก็เป็นเส้นเล็ก ๆ เป็นกลุ่ม (STRANDED) บางทีไม่มีฉนวนหุ้มหรืออาบไว้ แต่บางทีก็อาบดีบุกหรือเงินก่อนแล้วจึงใช้ไดอิเลคตริค (DIELECTRIC) หุ้มชั้นต่อมา ชั้นต่อมา (OUTER CONDUCTOR หรือ SHIELD) โดยปกติจะใช้ทองแดงสาน หรือแผ่นดีบุกหรือแผ่นเงินบาง ๆ หุ้มไดอิเลคตริคอีกทีหนึ่ง



รูปที่ ๑ *Aircraft wires*



รูปที่ ๒ Cables Commonly Used In Aircraft

มีสายไฟชนิดพิเศษซึ่งทนต่อความร้อนสูงได้ ใช้ติดตั้งกับอุปกรณ์บางอย่างของอากาศยาน ดังนั้น เมื่อมีการเปลี่ยน – ตัด – ต่อสายจำพวกนี้ ต้องระวัง จะใช้สายไฟธรรมดามาเปลี่ยนแทนกันไม่ได้ ซึ่งก็มักจะมีคำเตือนหรือคำแนะนำไว้ในเอกสารคู่มือระบบไฟฟ้าของอากาศยานแต่ละแบบอยู่แล้ว สายไฟที่ว่านี้ก็เช่น สายไฟที่ใช้กับระบบจุดระเบิดไฟแรงสูงของเครื่องยนต์ เป็นต้น ซึ่งต้องใช้สายที่เป็นเหล็กทนสนิม (CORRO - SION RESISTANT STEEL) ขนาด ๑๐๐๓ นิ้ว เป็นจำนวน ๓ เส้น ทั้งนี้เพราะเหล็กสามารถใช้กับแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้สูง ถึงแม้ว่าจะให้กระแสผ่านได้น้อย เพราะมีความต้านทานมากก็ตาม ก็ไม่เป็นอุป – สรรคต่อการใช้งาน เนื่องจากว่า เราต้องการแต่แรงเคลื่อนสูง ๆ เป็นอันดับแรก

การตัดสายไฟทั้งชนิด WIRE และ CABLE เราใช้เครื่องมือได้หลายอย่าง เป็นต้นว่า เลื่อยไฟฟ้า เลื่อยมือ คีมตัดสายเคเบิล ชนิด PRUNING และ คีมตัด (DIAGONAL CUTTING PLIER) ดูรูปที่ ๘ แสดงให้เห็นถึงว่า การตัดสายไฟต้องเรียบ ไม่ยับยู่

๒. ขนาดของสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าที่ใช้ขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของฉนวนที่หุ้มสาย ขนาดของสายไฟฟ้าที่ใช้กับอุปกรณ์ใด ๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการกระแสที่ไหลผ่านโดยไม่ทำให้เกิดความร้อนเนื่องจากความต้านทานของสาย ความต้านทานของสายจะเปลี่ยนแปลง เป็นปฏิภาคผกผันกับขนาดของ สายไฟหมายความว่า ถ้าขนาดของสายเล็กลง ความต้านทานของสายจะ เพิ่มขึ้น ขนาดของสายไฟซึ่งกำหนดตามมาตรฐานของ AMERICAN WIRE GAGE (A) ดูได้จากตารางข้างล่างนี้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าขนาดของสายยิ่งโตขึ้น เบอร์ของสายจะน้อยลง

ตารางข้อกำหนดสายไฟอากาศยาน.

เบอร์สาย AWG	ความต้านทานของสาย / ๑๐๐๐ ฟุตที่อุณหภูมิ ๒๐ ^{0}	ยอมให้กระแสผ่านได้สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดของฟิวส์ที่ใช้ (แอมแปร์)
AN – 20	10.25	4.0	5
AN – 18	6.44	7.0	15
AN – 16	4.76	11.0	20
AN – 14	2.99	16.0	30
AN – 12	1.88	23.0	35
AN – 10	1.10	33.0	50
AN – 8	0.70	45.0	70
AN – 6	0.436	65.0	100
AN – 4	0.274	90.0	125
AN – 2	0.179	130.0	175
AN – 0	0.114	185.0	250
AN – 00	0.090	220.0	300

เนื่องจากอากาศยานมีอุปกรณ์ไฟฟ้าจำนวนมาก ดังนั้นสายไฟฟ้าที่ใช้เป็นสายให้กระแสไหลกลับจากอุปกรณ์ไฟฟ้าไปยังแหล่งผลิตกระแส จึงใช้โครงสร้างอากาศ เป็นสายดินร่วมกัน เพื่อเป็นการประหยัดและทำให้อากาศยานมีน้ำหนักน้อย

ข้อต่อที่ใช้สำหรับการต่อสายไปยังแผ่นข้อต่อ, บัสและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ข้อต่อเหล่านี้ปกติไม่ต้องบัดกรีและจะหุ้มฉนวนก่อนหรือไม่หุ้มฉนวนก็ได้ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการต่อใช้งาน การหนีบข้อต่อสายให้แน่นอาจกระทำได้โดยใช้มือหรือเครื่องมือหนีบสายซึ่งใช้หนีบหูข้อต่อที่มีฉนวนหุ้มและใช้ประกอบกับสายตั้งแต่เบอร์ AWG 22 ถึง AWG 10 สำหรับสายที่มีขนาดใหญ่กว่านี้จะต้องใช้หูข้อต่อที่ไม่หุ้มฉนวนโดยใช้ เครื่องมือหนีบพิเศษ ถ้ามีสายมากกว่าสองสายซึ่งต้องต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเดียวกันก็อาจจะคลายสลักที่ขั้วต่อสายไฟ (TERMINALS AND SPLICES) ในเล่มเดียวกันนี้ประกอบด้วย

๓. แผนผังทางไฟฟ้า (ELECTRICAL DIAGRAM)

แผนผังทางไฟฟ้าที่ใช้แสดงวงจร ตลอดจนส่วนประกอบและทางเดินสายไฟของระบบต่าง ๆ นั้น มีสองแบบคือ

๑. SEHEMETIC DIAGRAM

เป็นแผนผังทางไฟฟ้า ซึ่งใช้แสดงการทำงานของระบบไฟฟ้าหรือบริภัณฑ์ชุดใดชุดหนึ่ง เป็นแผนผังไฟฟ้าที่ทำให้เข้าใจง่าย แสดงไว้โดยสัญลักษณ์ ไม่มีระบบอื่นมาเกี่ยวโยงด้วย ซึ่งในทางปฏิบัติจริง ๆ แล้วระบบไฟฟ้าของอากาศยานจะต้องมีระบบอื่น ๆ มาเกี่ยวข้องอยู่ด้วย แต่ที่ทำแผนผังไฟฟ้าให้แยกระบบออกไปเพื่อความ เข้าใจง่ายไม่สับสนแก่ผู้ปฏิบัติงานเท่านั้น สรุปง่าย ๆ ว่า SCHEMATIC DIAGRAM จะแสดง

ก. วงจรภายในของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

ข. การต่อสายไฟระหว่างอุปกรณ์ทำให้เห็นได้ง่าย

ค แสดงเฉพาะระบบไฟฟ้าระบบหนึ่ง ๆ เท่านั้น

๒. WIRING DIGAGRAM

เป็นแผนผังทางไฟฟ้าที่มีส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงจร ตลอดจนวงจรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมารวมอยู่ทั้งหมด ความมุ่งหมายหลักในการที่ต้องมี WIRING DIGAGRAM ก็เพื่อแสดงรายละเอียดสายไฟและการต่อสายไฟระหว่างบริภัณฑ์ และชุดควบคุมต่าง ๆ ของวงจร ตลอดทั้งตำแหน่งที่ติดตั้งบริภัณฑ์ต่าง ๆ นั้นด้วย ตามลักษณะที่เป็นจริงในอากาศยาน สิ่งที่แสดงไว้ใน SCHEMATIC DIAGRAM นั้นมักไม่แสดงไว้ใน WIRING DIGAGRAM ข้อแตกต่างอีกประการหนึ่ง คือ WIRING DIGAGRAM ไม่แสดงส่วนภายในของบริภัณฑ์ไว้ เหมือนกับที่แสดงไว้ใน SCHEMETIC DIAGRAM สรุปง่าย ๆ ว่า WIRING DIGAGRAM จะแสดง

ก. หมายเลขสายไฟ (CABLE OR WIRE NUMBERS)

ข. หมายเลข 2 กลุ่มสายไฟ (BUNDLE NUMBER) ถ้าใช้

ค. ตำแหน่งที่ติดตั้งบริภัณฑ์นั้นๆ ในอากาศยาน

ง . ตำแหน่งที่ติด-ต่อ ขั้วต่อสายไฟ เช่น DISCONNECTS ที่ FIRE WALI และ BULKHEAD เป็นต้น

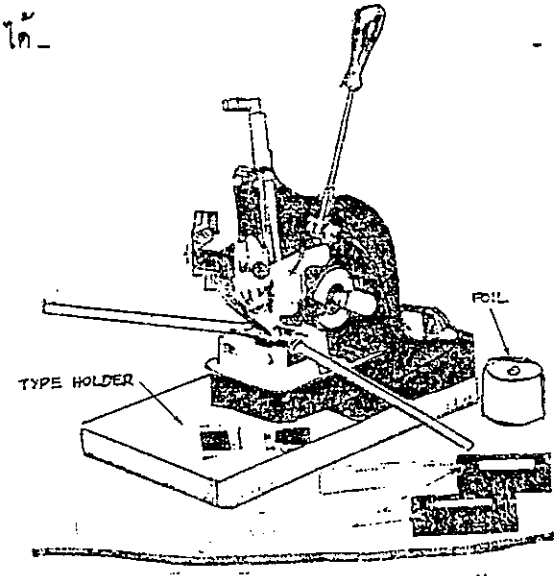
จ. ขั้วต่อสายไฟ จำพวกปลั๊กต่าง ๆ (PLUG AND RECEPTACLE)

ฉ. REFERENCE NUMBERS ซึ่งอาจใช้ในการหา TYPE และ DRAWING No. ได้

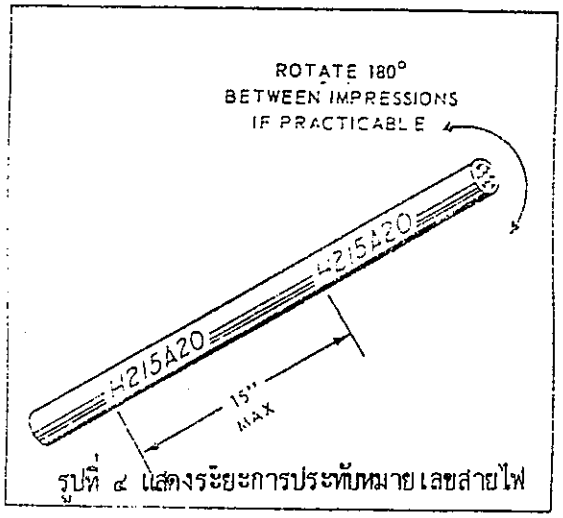
แต่ในทางปฏิบัติแล้ว ผู้ตรวจซ่อมระบบไฟฟ้าของอากาศยาน จำเป็นจะต้องใช้ทั้ง WIRING DIAGRAM และ SCHEMATIC DIAGRAM ร่วมกัน ในการวิเคราะห์ข้อขัดข้องของวงจร เพราะจะทำให้สามารถหาข้อบกพร่องได้ง่ายเข้า

ข้อสังเกต แผนผังทางไฟฟ้าที่เป็น WIRING DIAGRAM นั้น สำหรับอากาศยานแบบหนึ่ง ๆ นั้นจะมีอยู่ชุดหนึ่ง ซึ่งบริษัทผู้ผลิตได้ทำขึ้น เรียกว่า "Master Wiring Diagram" โดยทำเป็นแบบพิมพ์เขียว นี้ยังอาจทำมาในรูปของคู่มือเป็นแผ่น ๆ เฉพาะวงจร เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ

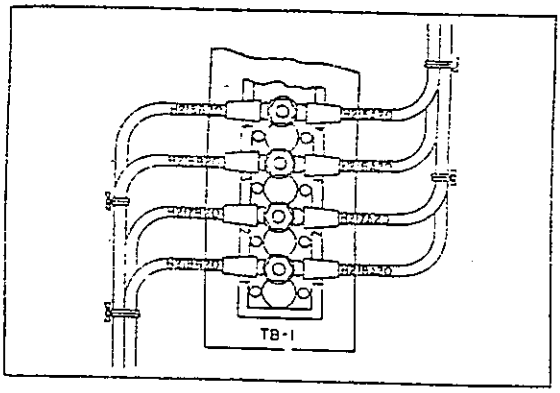
WIRING DIAGRAM จะบอก TYPE, MODEL และ SERIAL NO. ของอากาศยานไว้ นอกจากนั้น ยังประกอบด้วยบริภัณฑ์ไฟฟ้าของอากาศยาน , กล่องสิวส์ , ชุมทางสายไฟ และส่วนที่มีฝากรอบอื่น ๆ ซึ่งแสดงไว้ด้วยเส้นประ ส่วนบริภัณฑ์นั้นแสดงไว้เป็น BLOCK DIAGRAM หรือ อาจใช้สัญญลักษณ์อื่นแทน เช่น มอเตอร์ ก็ใช้ (M) เป็นต้น และจะบอกขนาดของสายไฟ หน้าที่ของสายไฟ หรือว่าสายไฟนั้นอยู่ตรงไหน เหล่านี้จะมีอยู่ใน WIRING DIAGRAM ทั้งสิ้น ส่วน INDEX NUMBER ช่วยให้สะดวกในการค้นหาบริภัณฑ์ในวงจร และจะพิมพ์ไว้ที่ตอนใดตอนหนึ่งของแผนทางไฟฟ้า หรือในเอกสารเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า ทำให้เราทราบถึงตำบลที่ติดตั้งบริภัณฑ์นั้น ๆ ได้_



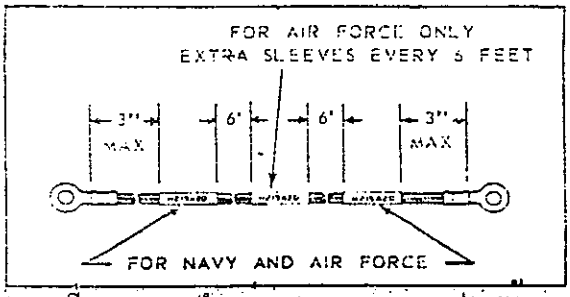
รูปที่ ๓ เครื่องมือสำหรับประทับหมายเลขสายไฟชนิดใช้มือ



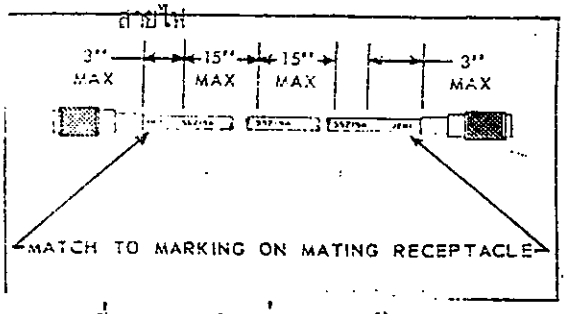
รูปที่ ๔ แสดงระยะการประทับหมายเลขสายไฟ



รูปที่ ๕ แสดงหมายเลขที่ประทับบนสายไฟที่ชุมทาง



รูปที่ ๖ แสดงตำแหน่งและระยะการวางปลอกหุมสายไฟที่ประทับหมายเลขไว้แล้ว



รูปที่ ๗ แสดงตำแหน่งการประทับหมายเลขสายไฟชนิดเคเบิล

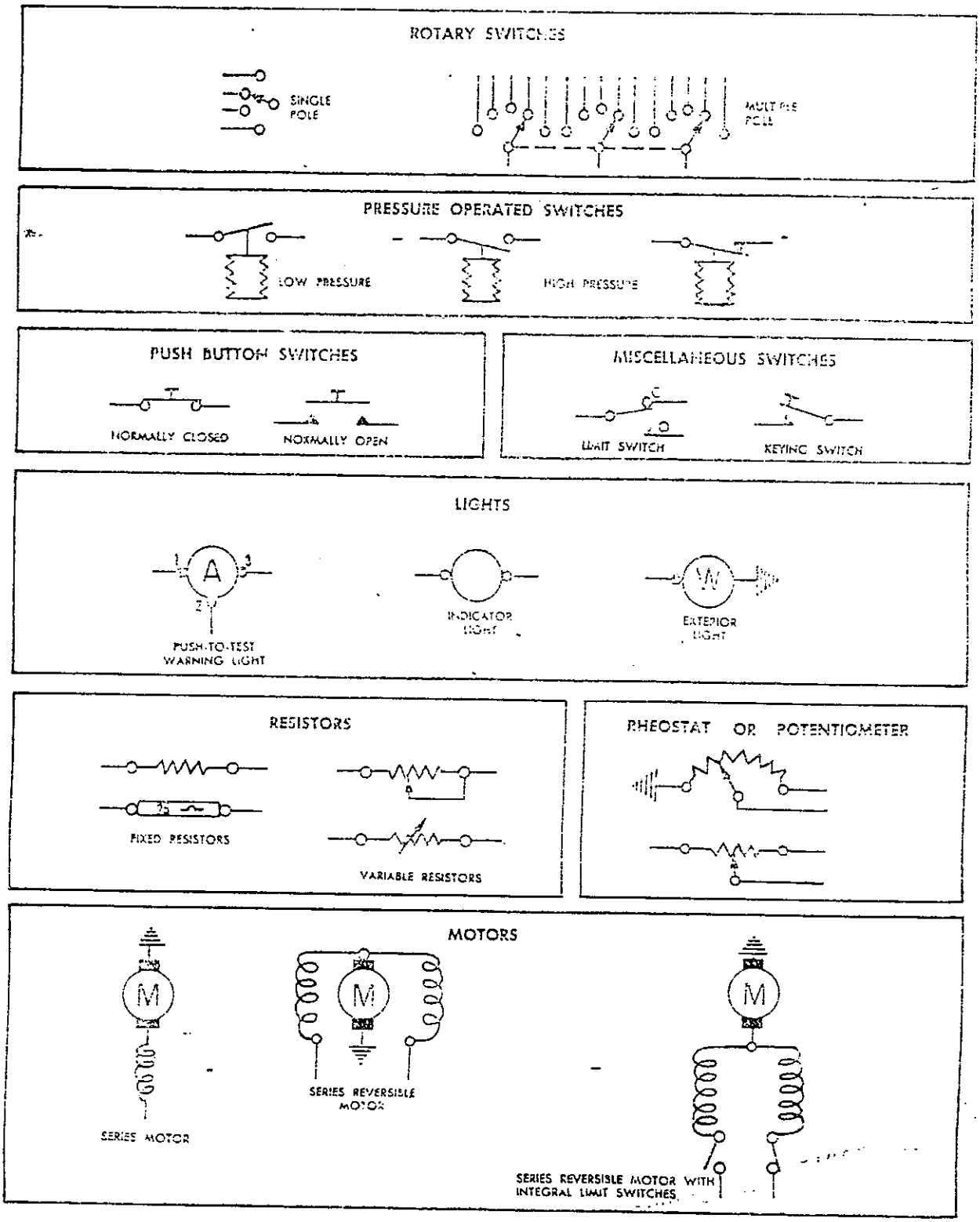


Figure 4. Aircraft Electrical Symbols (Continued).

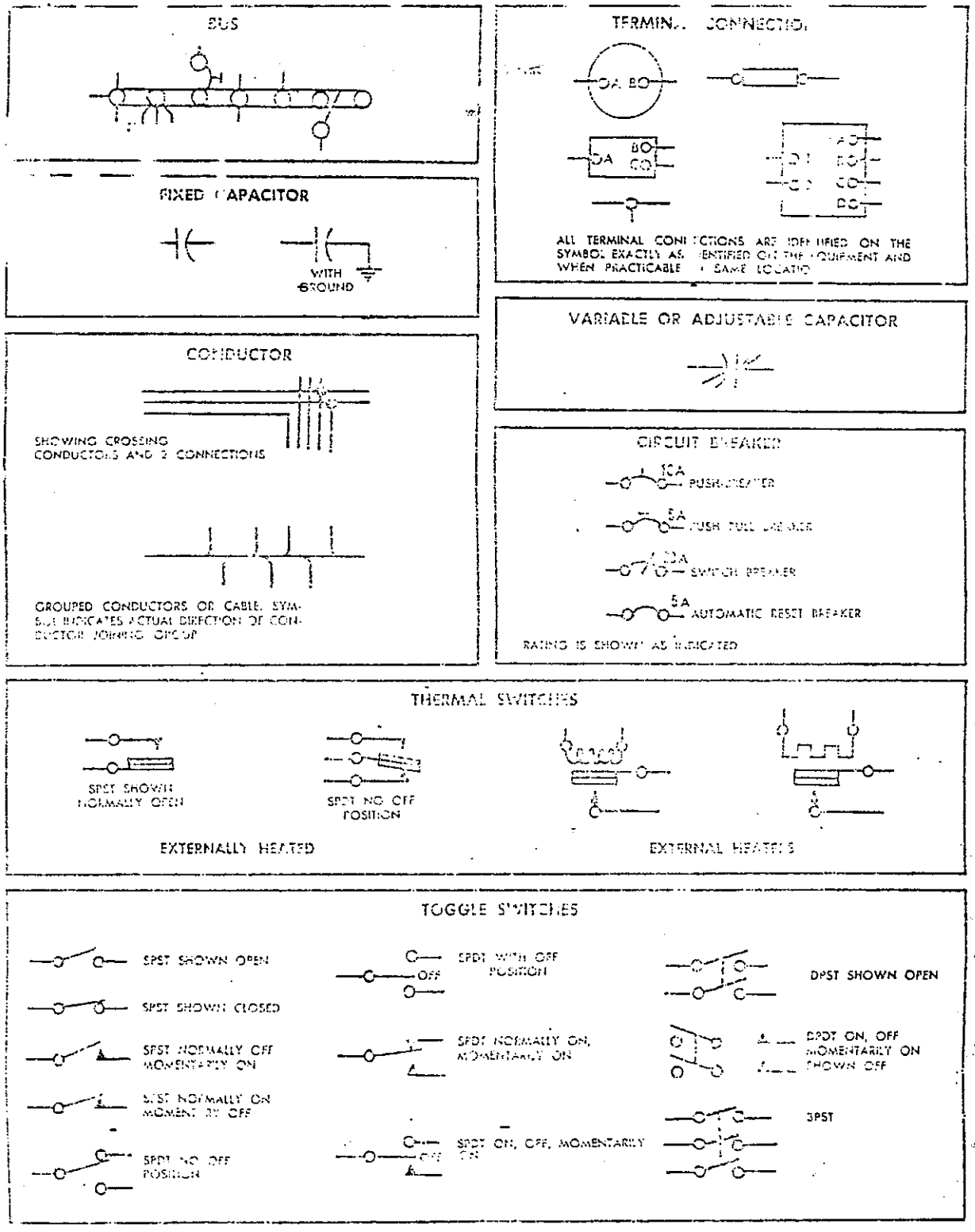


Figure 4. Aircraft Electrical Symbols (Continued).

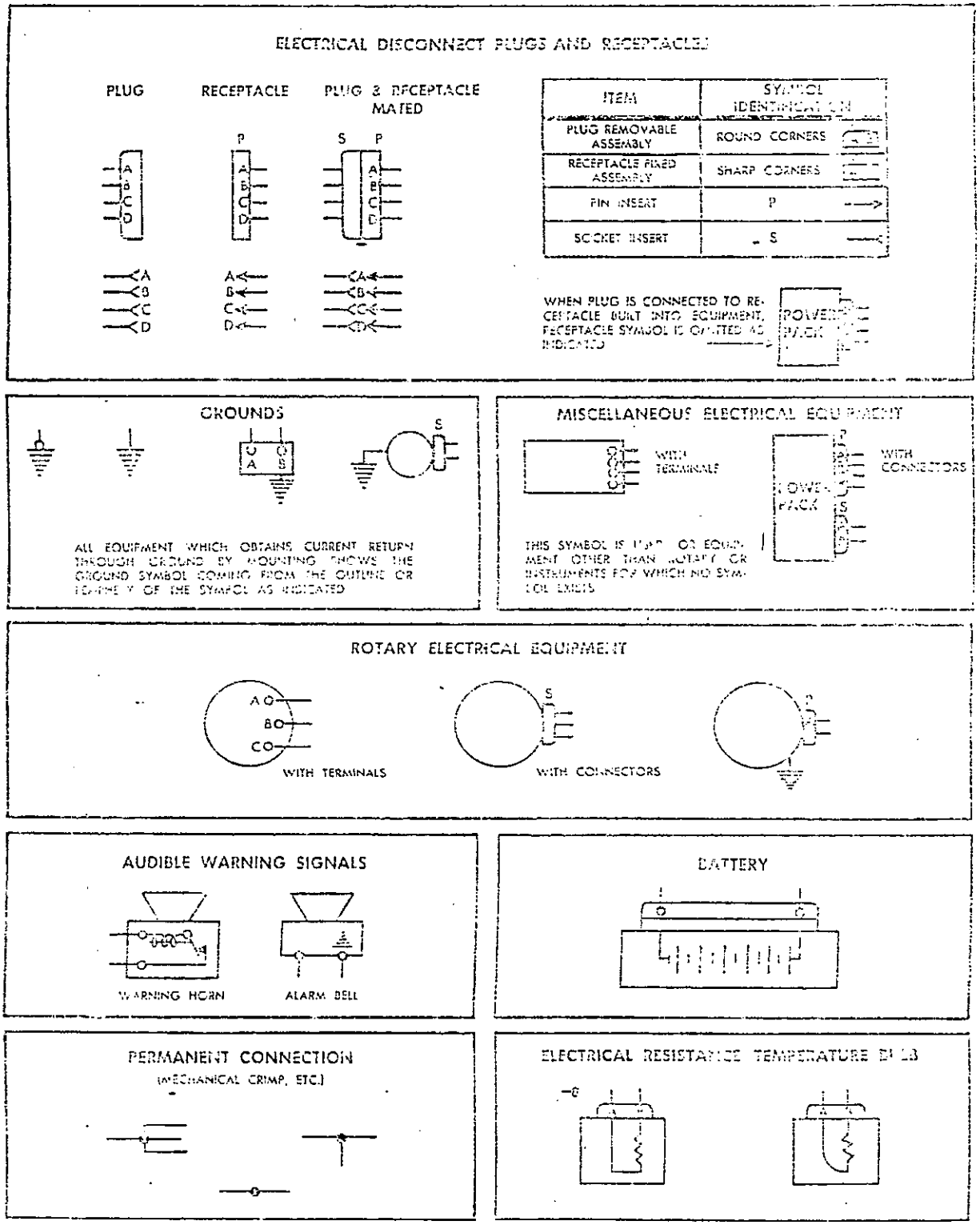


Figure 4. Aircraft Electrical Symbols (Continued).

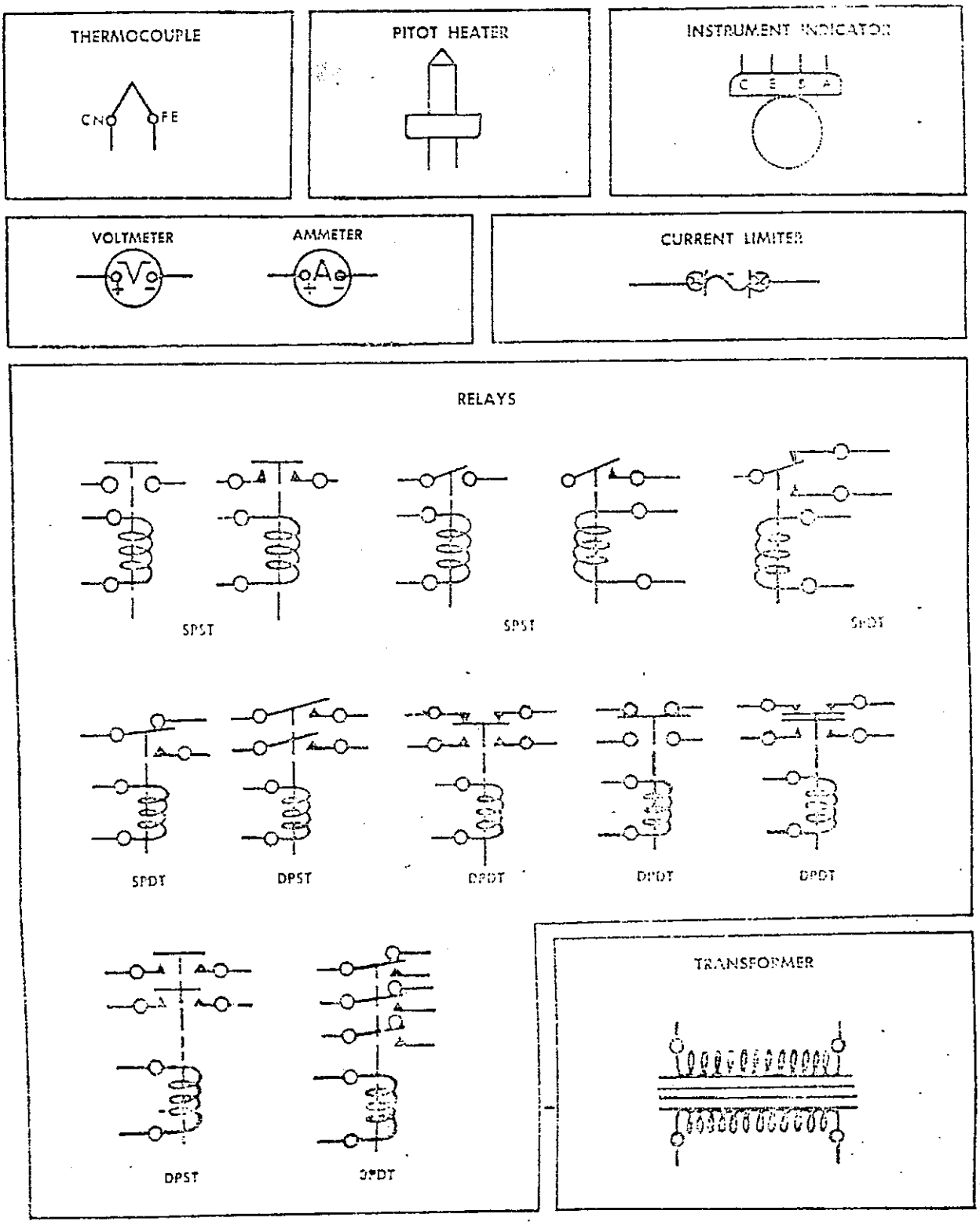


Figure 4. Aircraft Electrical Symbols.

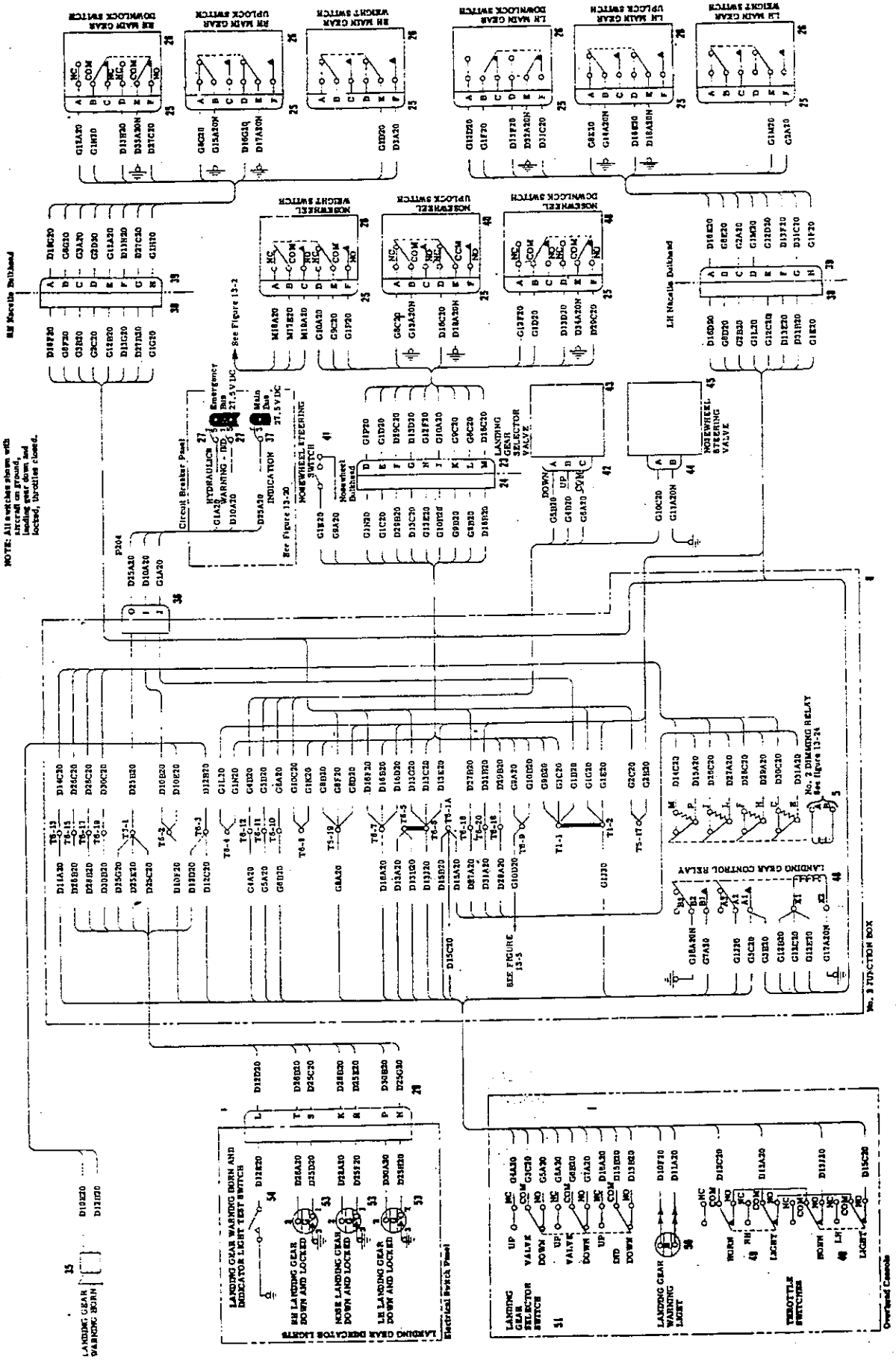
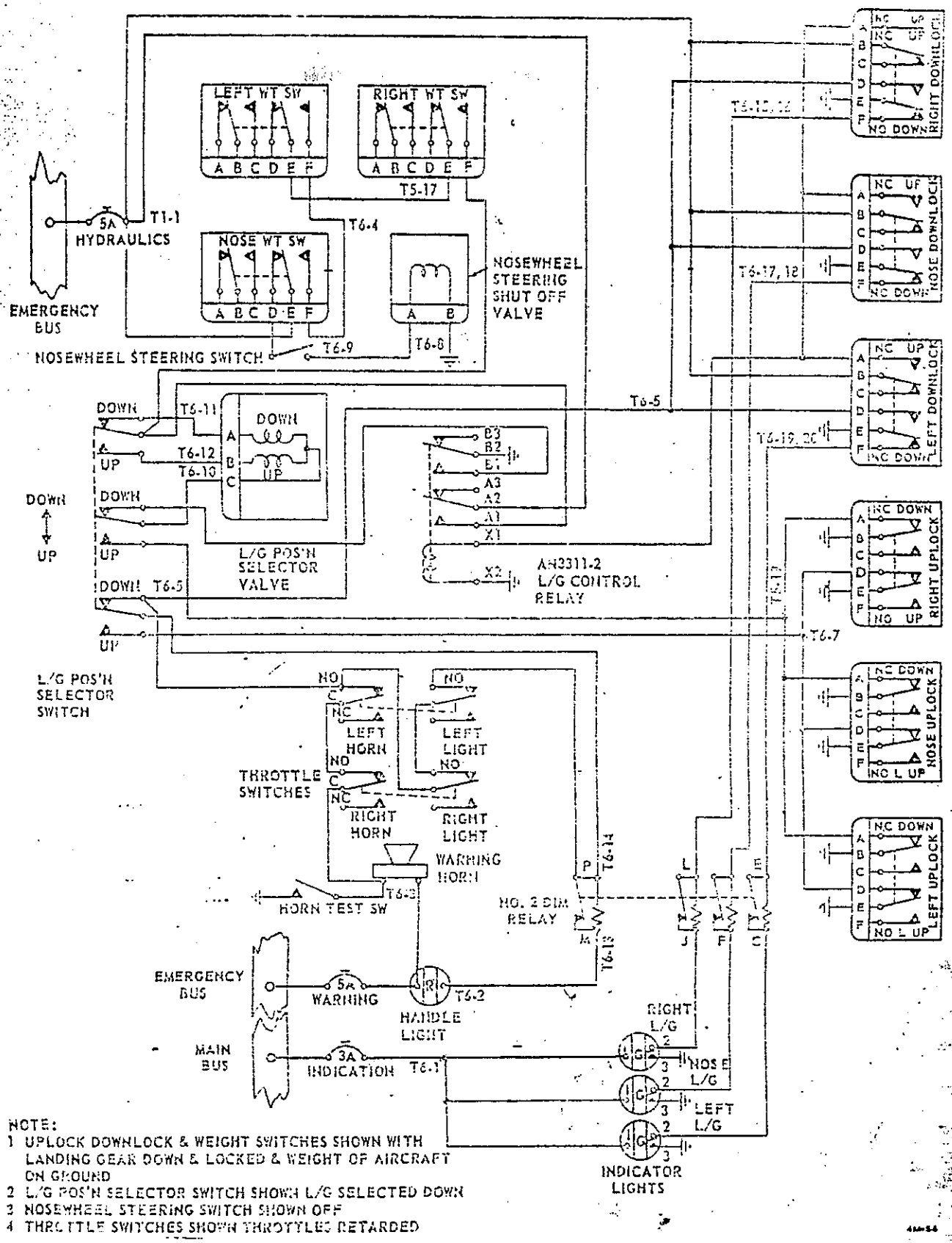


Figure 167. Wiring diagram, landing gear.



NOTE:
1 UPLOCK DOWNLOCK & WEIGHT SWITCHES SHOWN WITH LANDING GEAR DOWN & LOCKED & WEIGHT OF AIRCRAFT ON GROUND
2 L/G POS'N SELECTOR SWITCH SHOWN L/G SELECTED DOWN
3 NOSEWHEEL STEERING SWITCH SHOWN OFF
4 THROTTLE SWITCHES SHOWN THROTTLES RETARDED

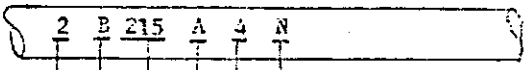
Schematic Diagram, Landing Gear Electrical System

๔. การอ่านและคิดความหมายวงจรไฟฟ้า

ก่อนที่จะอ่านและคิดความหมายในวงจรไฟฟ้าได้ จะต้องรู้จักสัญญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าตามตารางที่แสดงไว้นั้นเสียก่อนสัญญลักษณ์เหล่านั้นจะแทนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเลคทรอนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในวงจร สายไฟที่ใช้อาจจะขาดที่ใดที่หนึ่งที่ชุมทางสายเช่นที่ข้อต่อ กล่องข้อต่อและที่รวมสายต่างๆ ถ้าขาดบริเวณดังกล่าวการซ่อมบำรุงก็ง่ายขึ้น ทุก ๆ จุดที่ต่อสายร่วมและที่สายเคเบิลจะประทับตราไว้เป็นตัวอักษรและตัวเลขร่วมกันเป็นพวกซึ่งเราสามารถจะอ่านและคิดความหมายของวงจรและสิ่งที่เกี่ยวข้องกันในวงจรได้

เครื่องหมายที่ประทับไว้นี้เรียกว่าเครื่องหมายแสดงการแยกสายไฟ ที่บริเวณสายไฟเมื่อห่างจากปลายสายประมาณ ๓ นิ้ว ทุกเส้นจะประทับตราเครื่องหมายแสดงการแยกสายไว้ไว้ และที่ระยะห่างทุก ๑๕ นิ้ว จะประทับไว้อีกเป็นระยะหรือถ้าใช้ปลอกหุ้มที่เป็นพลาสติค (PLASTIC SLEEVE) เครื่องหมายของสายไฟจะประทับบนพลาสติคนี้ และต้องมีระยะห่างกันทุก ๖ ฟุตตลอดความยาวของสาย ถ้าสายมีความยาวน้อยกว่า ๓ นิ้วไม่ต้องมีการประทับเครื่องหมาย เครื่องหมายที่ประทับไว้ที่ตัวสายไฟนี้ใช้เครื่องมือพิเศษสำหรับประทับตราสายไฟโดยเฉพาะเมื่อประทับไว้แล้ว เครื่องหมายนั้นจะติดทนนั่นคงตลอดไป การเปลี่ยนสายไฟช่างไกจะต้องประทับตราเครื่องหมายก่อนการติดตั้งเสมอ เครื่องมือบางแบบใช้ฉนวนที่หุ้มสายเป็นสีต่าง ๆ เพื่อช่วยให้การอ่านวงจรง่ายขึ้น

โดยทั่วไปแล้วเครื่องหมายที่ประทับบนสายไฟเพื่อแยกวงจรมีดังนี้.



W = ตัวอักษรแสดงลักษณะของสายว่าเป็นสายวงจรหรือสายดัดแปลงหรือใช้ทำอย่างไร

- จากเฟสโค้ด

4 = ตัวเลขบอกขนาดของสาย (ตาม AWG)

A = อักษรแสดงทำนองว่าห่างจากแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้าเป็นลอนไหน

215 = หมายเลขสายเพื่อแยกสายในวงจรหมายเลขต่างกันแสดงว่าสายนั้นไม่ใช่ชิ้นเดียวกัน, สายไฟร่วมกัน

B = ตัวอักษรบอกหน้าที่ของระบบไฟฟ้าว่าเป็นบริภัณฑ์อะไร

2 = ตัวเลขบอกจำนวนบริภัณฑ์ว่าเป็นตัวที่ ๑ หรือ ๒ หรือ ๓

ตัวอักษรที่บอกหน้าที่ของบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีดังนี้.(จะดูรายละเอียดได้จาก T.O.1-1A-14)

A = ระบบอาวุธเช่นระเบิด , ตอปิโด, ปืน ฯลฯ

B = ระบบสายรูป เช่น GUN CAMERA, MAPPING CAMERA, CAMERA DOOR เป็นต้น

C = พื้นบังคับ เช่น นักบินกล, บูสเตอร์, เฟลม, แผ่นปรับต่าง ๆ

D = เครื่องวัด (ยกเว้นเครื่องวัดประกอบการบินและเครื่องยนต์) เช่นแอมมิเตอร์,

เครื่องวัดทำแผนที่

E = เครื่องวัดทางเครื่องยนต์ เช่น FUEL FLOW METER, TORQUEMETER, OILPRESSURE เป็นต้น

F = เครื่องวัดทางการบินและการเดินอากาศ เช่น BANK&TURN, ALTIMETER, COMPASS

G = ระบบฐาน เช่นห้ามล้อ, ขอเกี่ยว (ARRESTING HOOK),WHEEL STEERING เป็นต้น

H = ระบบการทำความร้อน, การระบายอากาศและระบบการขจัดน้ำแข็ง

J = ระบบจุดระเบิด JATO , แมกนิโต , ไวเบรเตอร์ เป็นต้น

K = ระบบการควบคุมเครื่องยนต์ ไม่พัก, STARTER, CARBURETOR AIR FLAP เป็นต้น

L = ระบบแสงสว่าง

M = ระบบไฟฟ้าเบ็ดเตล็ด เช่น ที่ปัดน้ำฝน, ชุดรอกกว้าน, ระบบเก้าอี้นักบินเป็นต้น

P = ระบบกำลังไฟฟ้ากระแสตรง

Q = ระบบเชื้อเพลิงและหล่อลื่น FUEL VALVE, ENGINE PRIMER, OIL DILUTION เป็นต้น

R = วิทยุ แยกเป็น RA = INSTRUMENT LANDING, RC = COMMAND, RH=HOMING เป็นต้น

S = เรดาร์ แยกเป็น SA = ALTIMETER, SF= INTERCEPT, SS = SEARCH เป็นต้น

T = บริภัณฑ์อิเลคทรอนิคที่ใช้กระแสสลับ แยกเป็น TA=ADAPTER, TB=RADAR CONTROL เป็นต้น

V = ระบบการควบคุมกระแสไฟตรง

W = ระบบการเตือนและอุบัติเหตุ เช่น FIRE DETECTOR, EJECTION SEAT เป็นต้น

X = ระบบกำลังไฟฟ้ากระแสตรงสลับ

Y = ระบบอาวุธพิเศษ แยกเป็น YA= AIR TO AIR, YT = TURRET เป็นต้น

ส่วนตัวอักษรข้างท้ายซึ่งแสดงลักษณะของสายนั้นมีดังนี้.

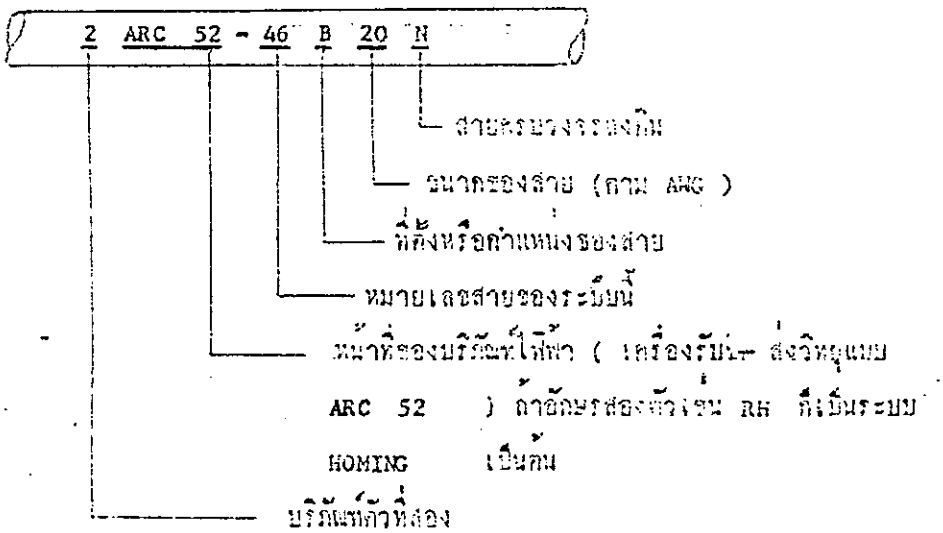
N = แสดงว่าสายไฟนั้นเดินตรบางรรลงดิน

M = แสดงว่าสายไฟนั้น ดัดแปลงแก้ไขมาแล้ว

A,B,C, บอกให้ทราบว่าสายไฟนั้นได้กำลังไฟจากเฟสใด

ดังนั้นตามตัวอย่างเครื่องหมายแสดงการแยกสายไฟเป็น 2 B 215'A 4 :N ที่หมายความว่า เป็นสายไฟที่ 215 เดินอยู่ช่วง A ซึ่งใกล้กับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ขนาดของสายเป็นเบอร์ 4 และเป็นช่วงสายที่ครบวงจรลงดินของระบบถ่ายรูปรุ่นที่ ๒

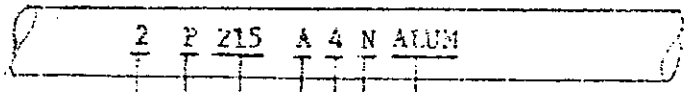
ถ้าเป็นสายไฟที่ใช้กับระบบวิทยุ (R.) เรดาร์ (S) บริภัณฑ์อิเลคทรอนิค (T)' และระบบอาวุธพิเศษ ตัวอักษรที่บอกหน้าที่ของระบบไฟฟ้าว่าเป็นบริภัณฑ์อะไร จะมีถึงสองหรือสามตัว เช่น



ถ้าเป็นสายไฟหรือเคเบิลที่ใช้กันเทอร์โมคัปเปิลจะมีตัวอักษรตามท้ายกลุ่มหมายเลขสายไฟอีกสามหรือสี่ตัว ซึ่งจะบอกถึงว่าสายไฟนั้นสร้างด้วยโลหะชนิดใด เช่นลงท้ายว่า

ALUM	แสดงว่าเป็นสายไฟ	ALUMINUM
ALML	"	" ALUMEL
CHROM	"	" CHROMEL
IRON	"	" IRON
CONS	"	" CONSTANTAN
COP	"	" COPPER

ตัวอย่างเช่น



ALUMINUM WIRE

ชายครบวงจรวงที่ N

ขนาดของสาย (ตาม AWG)

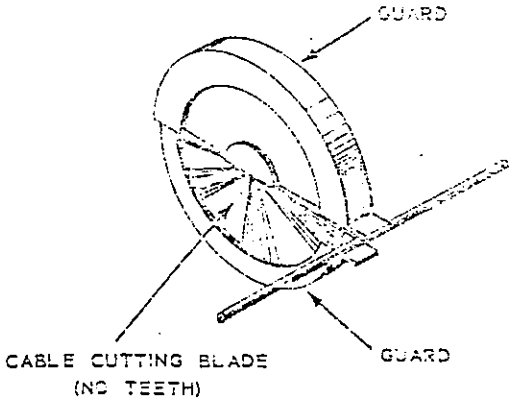
ตำแหน่งของสาย

หมายเลขสายของระบบ

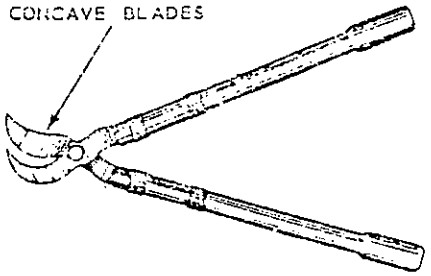
หน้าที่ของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (P= ระบบไฟกำลังและแสงสว่าง)

บริภัณฑ์ตัวที่ หรือชุดที่เท่าไร (ชุดที่ ๒)

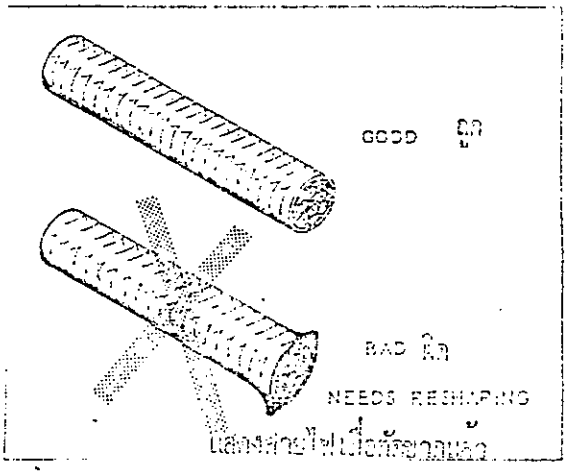
c. DIAGONAL CUTTING PLIERS



e. CIRCULAR SAW FOR CUTTING WIRE AND CABLE



d. CABLE SHEARS – PRUNING TYPE



แสดงสายไฟเมื่อตัดจากแล้ว

รูปที่ ๔ แสดงเครื่องมือสำหรับตัดสายไฟ

๕. <u>การเดินสายไฟอากาศยาน</u> ระบบการเดินสายไฟฟ้าอากาศยานนี้ เราเรียกว่า ระบบสายไฟเดี่ยว (SINGLE WIRE) คือ มีสายไฟจากต้นกำเนิด หรือจากสวิทช์ไปยังอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ (มีสายบวก) เท่านั้น สายไฟกลับจากอุปกรณ์มายังต้นกำเนิด (สายลบ) ไม่มี เพราะเราใช้โครงสร้างของอากาศยานเป็นสายไฟกลับแทน โดยเราต่อสายดิน หรือจากขั้วลบของต้นกำเนิดไฟหรือ ของอุปกรณ์เข้ากับโครงสร้างของอากาศยาน

การเดินสายไฟภายในลำตัวอากาศยานนั้น มีข้อควรระวัง คือ ....

ก. การเสียดสีระหว่างสายไฟด้วยกันและระหว่างสายไฟกับวัสดุอื่น ๆ

ข. น้ำกรดหรือไอระเหยของจำพวกกรดซึ่งอาจทำให้สายไฟหรือฉนวนชำรุด

ค. สายไฟที่อยู่ในบริเวณที่มีน้ำหรือของเหลวอื่น ๆ ขังอยู่

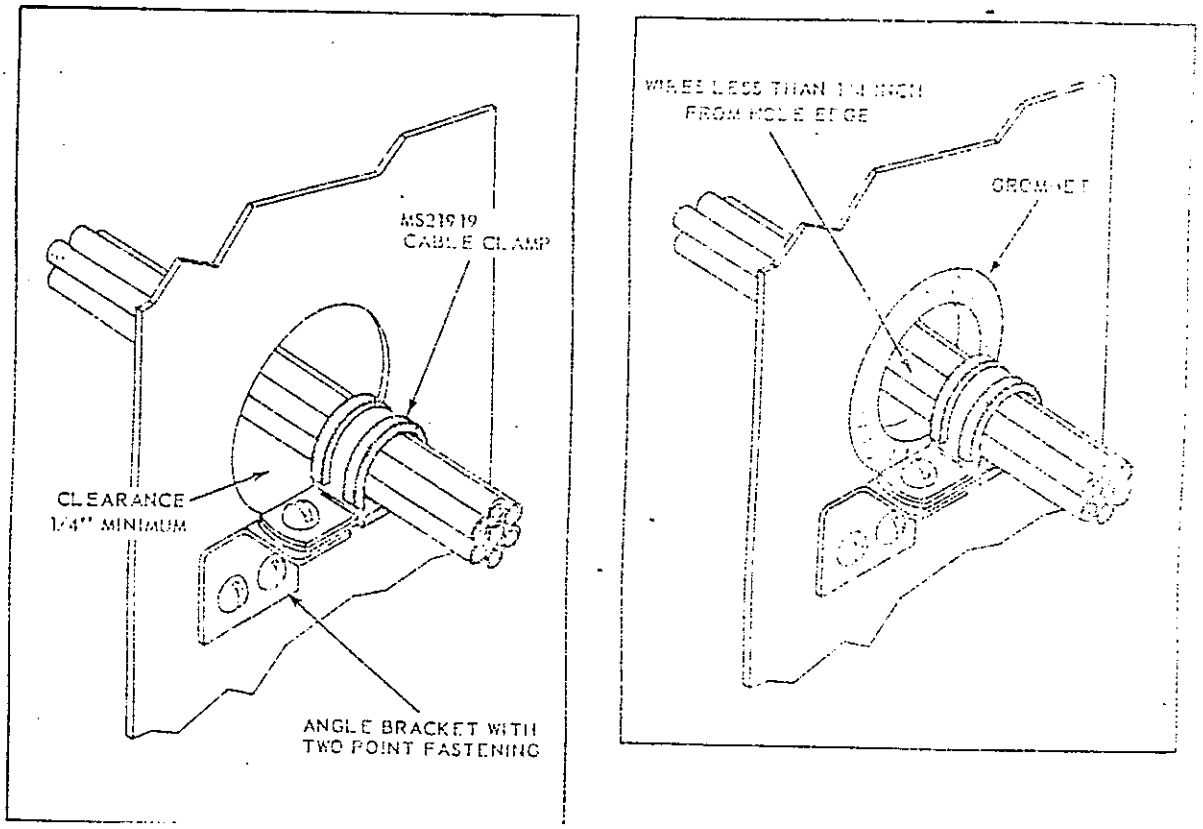
ง. บริเวณที่มีอุณหภูมิสูง

จ. จงมัดกลุ่มสายไฟหรือรัดสายไฟให้เรียบร้อย ตรงบริเวณที่มือจับ, ที่พักเท้าหรือบริเวณที่เหยียบ เป็นต้น

ฉ. บริเวณที่เก็บหรือเคลื่อนไหวสิ่งต่าง ๆ หรือที่บุคคลเคลื่อนไหวผ่านที่อาจทำให้สายไฟ [illegible]

ช. บริเวณข้องฐานของอากาศยานอาจถูก กระแทก กระเด็นโดนสายไฟได้ [illegible]

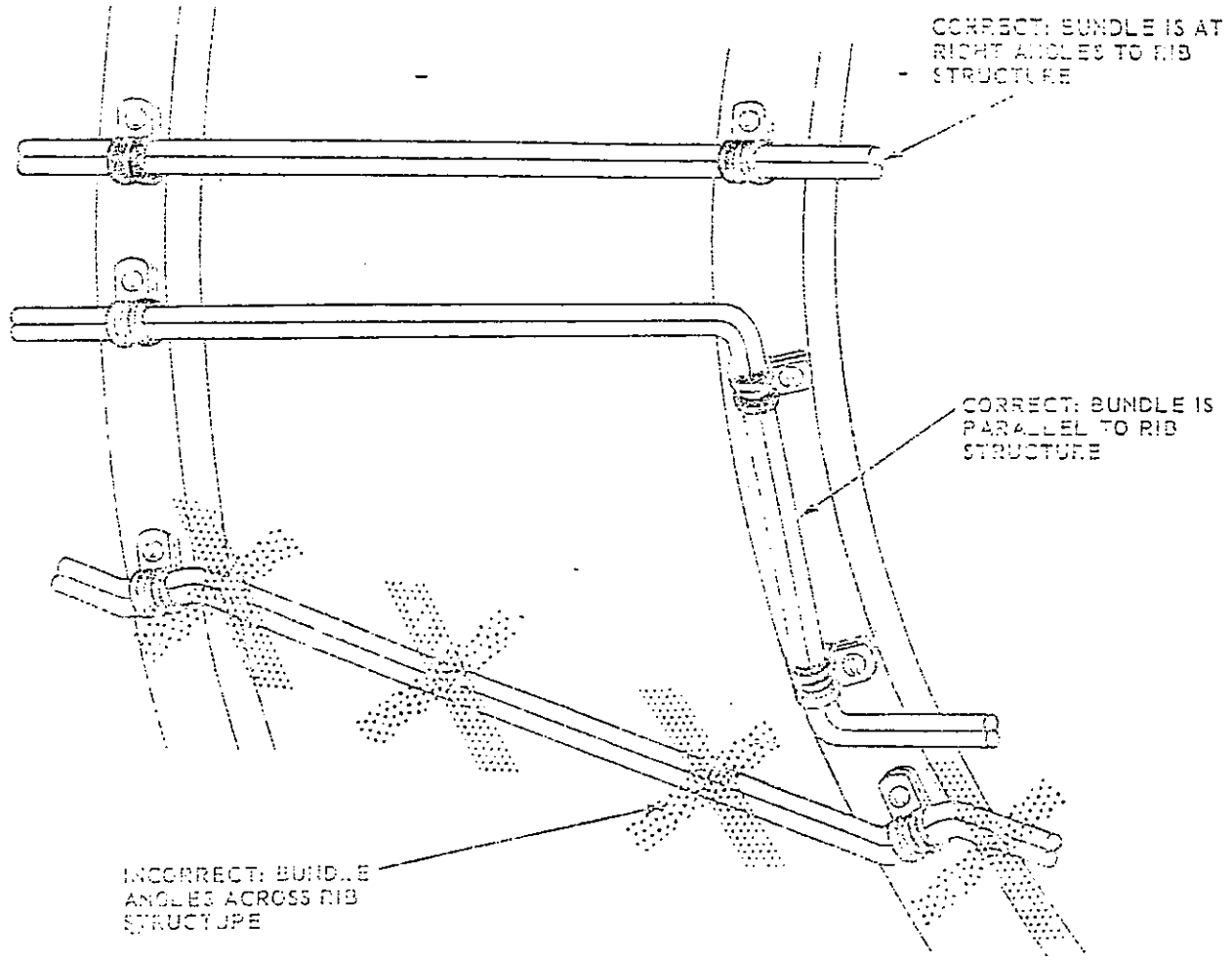
ข้อควรระวังการเดินสายไฟนี้ให้เลี่ยงสัมผัสสายไฟด้วยกันหรือสายไฟกับวัสดุอื่น ที่มีขอบคม [illegible] โครงสร้างที่เป็นเหลี่ยมหรือมุมที่แหลมคม เมื่อสายไฟเคลื่อนไหวอาจถูกสายไฟขาดได้ ควรรวมหรือมัดกลุ่มสายไฟเข้าด้วยกันแล้วใช้ปลอกยึด (CLAMP) ให้ห่างจากวัสดุมีคม หรือควรใช้ยางรองรูที่มีคมด้วย เช่น ตามบริเวณ BULKHEAD ดังรูปที่ ๙ ก็ได้ อย่าคิดว่าใช้ผ้าพันไว้ที่กลุ่มสายไฟ แล้วจะป้องกันวัสดุมีคมได้



รูปที่ ๙ การเดินสายไฟผ่าน BULKHEAD

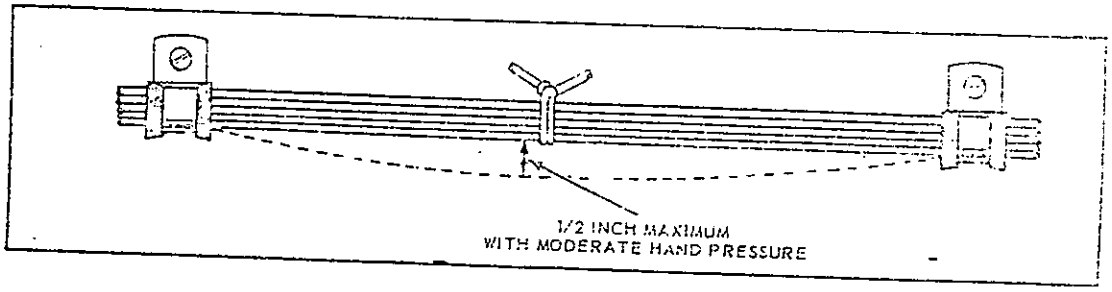
อีกวิธีการมัดสายไฟรวมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มหนึ่ง ๆ ยอมให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางได้ไม่เกิน ๒ นิ้ว และต้องให้สายไฟขนานเรียงกันอย่างมีระเบียบไม่ควรให้ไขว้กัน ในกรณีที่ต้องการรวมสายไฟเส้นขนาด ๆ ง่ายต่อการพิจารณา เป็นระบบไปที่ให้มัดเป็นขนาด ๆ ได้ แต่ถ้ามามัดรวมเป็นกลุ่มใหญ่อีกครั้งหนึ่ง แต่ละกลุ่มต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน ๒ นิ้ว ดังกล่าวมาแล้ว

สายไฟที่เดินตามลำตัวหรือโครงสร้างอากาศยานต้องขนานกับ RIB และใช้ปลอกรัดดังรูปที่ ๑๐ ปลอกรัด (CLAMP) สายไฟต้องมียางหรือ ฉนวนรองครั้งหนึ่งก่อน อย่าใช้ปลอกรัดที่เป็นโลหะรัดสายไฟ ปัจจุบันนิยมใช้ปลอกรัดพลาสติค ปลอกรัดไนลอน ที่ควรระวังคือ ถ้าใช้ปลอกรัดพลาสติครัดสายไฟจะต้องใช้ปลอกรัดนิดหนึ่งรอง ทุกระยะปลอกรัดพลาสติค ๙ ซึ่งแต่ละช่องของปลอกรัดใช้ได้ระยะ



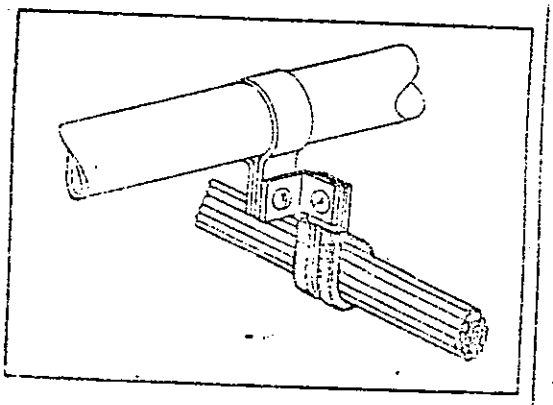
รูปที่ ๑๐ แสดงการเดินสายไม่ขัดแย้งกับโครงสร้างอากาศยาน

ห่างไม่เกิน ๒๔ นิ้ว และอย่าใช้ปลอกรัดไกลจากจั๊กสายไฟ ตรงบริเวณที่ลูกปืนสูงขึ้น ๑๕๕ องศา ฟาเรนไฮต์ เขามักนิยมใช้ปลอกรัดสาย ชนิดเดียวกันกับสายไฟบริเวณ รูปทางสายไฟและระยะ ... เครื่องวัดระยะระหว่างปลอกรัดสายไฟ ยอมให้สายไฟหย่อนได้ไม่เกินครึ่งนิ้วตามรูปที่ ๑๑

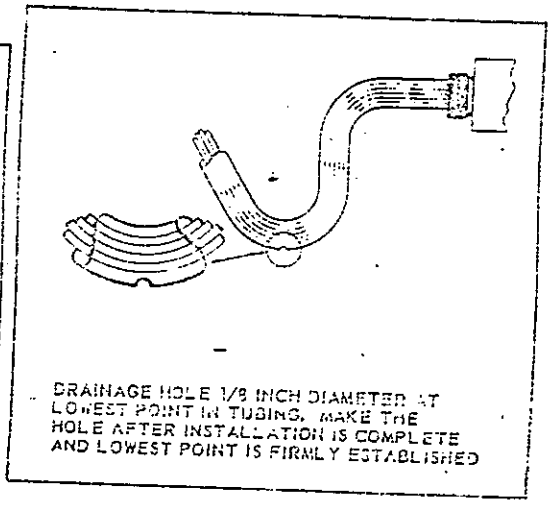


รูปที่ ๑๑ การหย่อนของสายไฟระหว่างปลอกรัด

ข้อควรระวังในการเดินสายไฟผ่านบริเวณน้ำกรดหรือไอระเหย ของกรด เช่นใกล้ ๆ แบตเตอรี่ ห้องไม่เดินสายไฟ ให้แบตเตอรี่ ห้องหม้อตรวจสายไฟบริเวณนั้น ถ้าเห็นสายไฟเปลี่ยนสีไปเนื่องจากไอระเหยของกรด ต้องเปลี่ยนสายไฟทันที การเดินสายไฟบริเวณใต้ห้องอากาศยาน ต้องระวังอันตรายจากของเหลวต่าง ๆหรือจำพวกสารละลาย ที่จะไหลลงไปในหรือตามสายไฟ โดยปกติจะต้องไม่เดินสายไฟภายในระยะ ๖ นิ้ว จากเส้นศูนย์กลางใต้ห้องอากาศยาน (AIRCRAFT CENTER LINE) ถ้าสามารถหาปลอกหุ้มสายไฟที่เป็นปลาสติกได้ก็ควรทำปลาสติกหุ้มสายนั้น ต้องหุ้มสายไฟตลอดระยะที่สายไฟอาจเปียกหรือแช่ในของเหลวดังกล่าวแล้วมัดหัวท้ายปลาสติกกับสายไฟให้แน่น ที่บริเวณต่ำสุดของปลอกหุ้มปลาสติกให้เจาะรูขนาด ๑/๘ นิ้ว สำหรับเป็นรูระบายของเหลว ต้องเจาะรูหลังจากประกอบปลอกปลาสติกเข้ากับสายไฟแล้ว เพื่อจะได้เห็นว่าตรงไหนหย่อนต่ำที่สุด ระยะเจาะรูระวังจะถูกสายไขว้ ถ้าหากใช้สารทาเทปที่ใช้กับสายไฟพันสายไฟ บริเวณที่ต่ำที่สุดตรงเจาะรู ภายในปลอกปลาสติกเสียก่อน



รูปที่ ๑๒ การใช้ปลอกรัดหุ้มสายไฟแยกจากห่อ

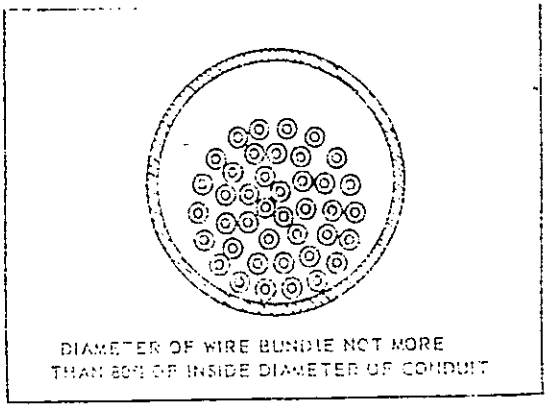


รูปที่ ๑๓ การเจาะรูระบายของเหลวที่ปลอกหุ้มสายไฟ

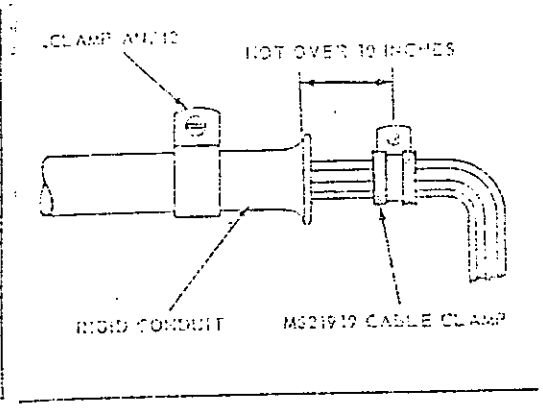
ข้อควรระวังในการเดินสายไฟใกล้เคียงกับท่อทางเชื้อเพลิง, ออกซิเจน, ไฮดรอลิค หรือระบบ ควรจะเดินสายไฟใกล้เคียงกันเป็นระยะสั้น ๆ และต้องให้มีระยะห่างจากท่อทางเหล่านี้อย่างน้อย ๖ นิ้ว และอย่าให้ปลอกรัดสายไฟไปรัดหรือต่อกับท่อทางดังกล่าว เพราะถ้าเกิดประกายไฟที่ปลอกรัดสายไฟ จะทำให้ไปติดต่อถึงท่อทางได้ ถ้ามากกว่าร่างเป็นจะต้องเดินสายไฟใกล้ท่อทางต่ำกว่าระยะ ๖ นิ้ว ให้ใช้ปลอกรัดทั้งท่อทางและสายไฟร่วมกันที่โครงสร้างอากาศยาน เพื่อให้ศักย์ของกระแสไฟฟ้าเท่ากัน ถ้าระยะห่างจากสายไฟถึงท่อทางน้อยกว่า ๒ นิ้ว และไม่ต่ำกว่าครึ่งนิ้ว ให้ใช้ปลอกหุ้มไนล่อนหุ้มสายไฟตรงที่ใกล้ที่ท่อทางนี้ การใช้ปลอกรัดท่อกับสายไฟให้ดูรูปที่ ๑๒ ระวังอย่าเดินสายไฟทุกชนิดเข้ามาใกล้ท่อทางเหล่านี้ต่ำกว่าครึ่งนิ้ว

การเดินสายไฟใกล้กับลวดบังคับ (control cable) ต้องระวังอย่าเดินสายไฟใกล้ลวดบังคับต่ำกว่า ๓ นิ้ว ถ้าจำเป็นให้ติดตั้งจำพวกเครื่องกันลวดบังคับไว้ เช่น guard set ต่าง ๆ

การเดินสายไฟในท่อ (conduit) ต้องมีสายไฟในท่อไม่ต่ำกว่า ๔๐ % ของเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ และต้องไม่มัดหรือมีหัวเชื่อมต่อของสายไฟอยู่ภายในท่อ อย่าให้สายไฟหย่อนมากจนติดกับข้างในท่อ แต่ก็ไม่ควรให้ตึงเกินไป การใช้ปลอกรัดสายไฟที่ปลายท่อทั้งสองข้าง ต้องให้พอดี อย่าให้ขอบไม่ครูดกับปากท่อได้ ดูรูปที่ ๑๕

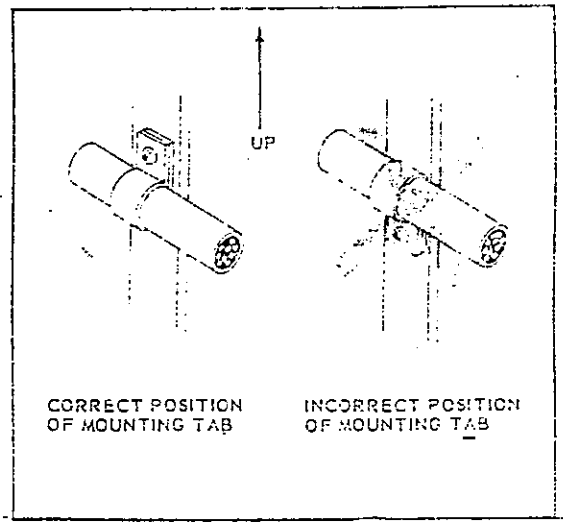


รูปที่ ๑๕ จำนวนสายไฟที่เดินในท่อ

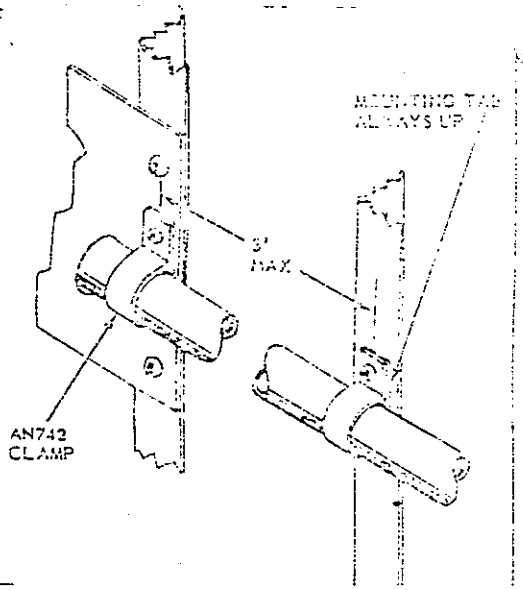


รูปที่ ๑๒ การใช้ปลอกรัดสายไฟตรงปากท่อ

การใช้ปลอกรัดท่อ ต้องรัดท่อติดกับโครงสร้างของอากาศยาน และต้องไม่ยึดปลอกรัดแน่นเกินไปจนเป็นเหตุให้ท่อทางบุบเปิดเป็นรูได้ สลักยึดปลอกรัดต้องยึดกับโครงสร้างด้วยแผ่นรองท่อ ดูรูปที่ ๑๖ ส่วนระยะห่างระหว่างปลอกรัดซึ่งปลอกรัดถ้าเป็นท่อแข็ง (RIGID METALLIC CONDUIT) จะห่างกันทุกระยะ ๓ ฟุต ตามความยาวของท่อ ถ้าเป็นท่ออ่อนหรือได้ (FLEXIBLE METALLIC CONDUIT) ระยะห่างกันอย่างต่ำ ๖ นิ้ว อย่างมากไม่เกิน ๒๔ นิ้ว ตลอดความยาวของที่จะนำไปใช้

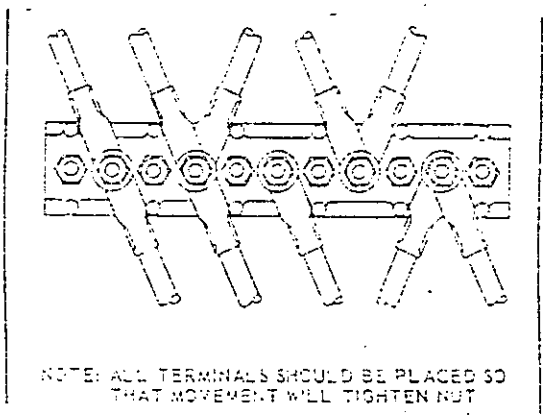


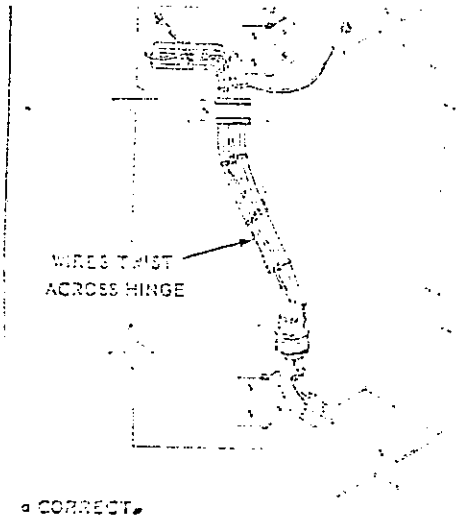
รูปที่ ๑๖ การติดตั้งปลอกรัดท่อกับโครงสร้างของอากาศยาน



รูปที่ ๑๗ ระยะห่างระหว่างปลอกกับท่อ

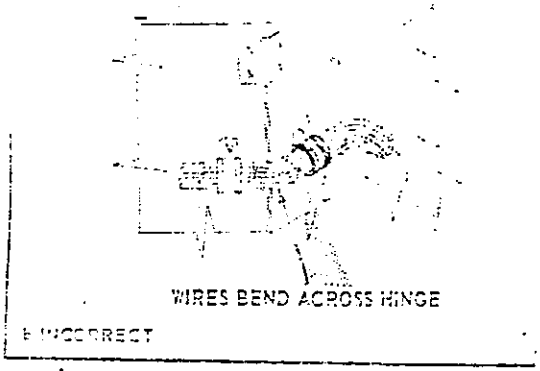
การต่อขั้วสายไฟ (Terminal Lug) เข้ากับที่ยึดสายไฟ หรือ Terminal Boards ต้องจัดขั้วต่อสายไฟให้อยู่ในลักษณะที่จะขันแน่นได้สะดวก และต้องให้ขั้วที่ต่อแต่ละสายอยู่ในช่องบังกัน (Locks) ไม่ให้หลวมหลายได้ง่าย ดูรูปที่ ๑๘





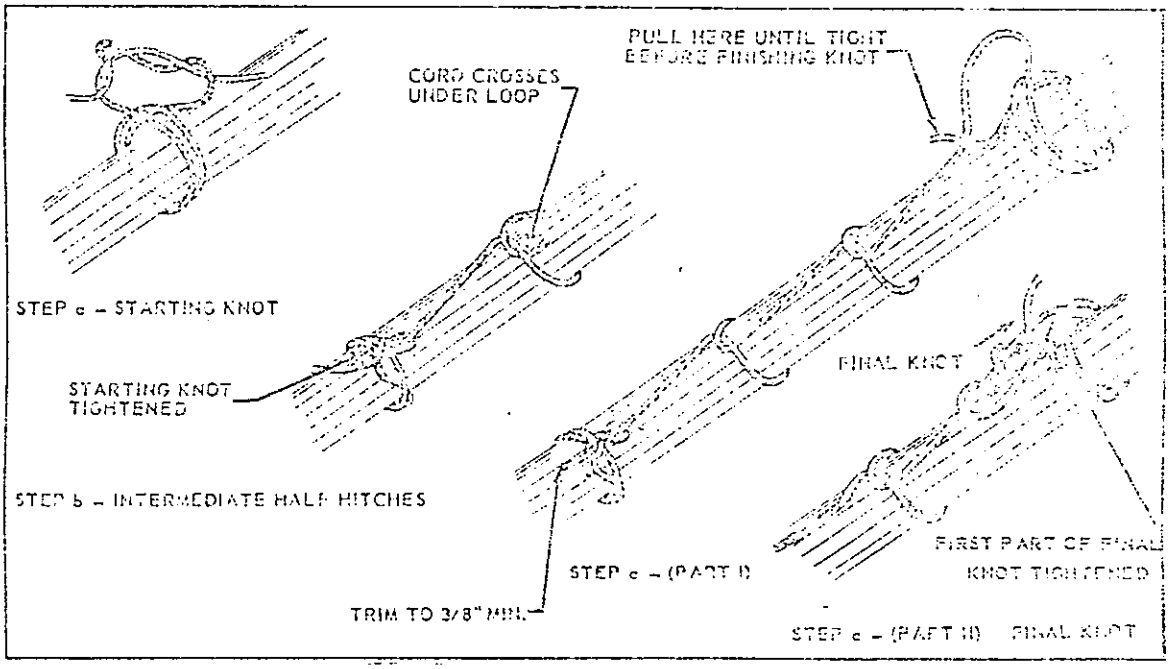
รูปที่ ๑๘ การวางรูปขั้วต่อสายไฟที่ที่ยึดสายไฟ

การเดินสายไฟในกล่องชุมทางสายไฟ (Junction Box) จะใช้ทั้งการผูก (Laced) การมัด (Tied) และใช้ปลอกรัดสายไฟ ตามรูปที่ ๑๙ แสดงการเดินสายไฟในชุมทางสายไฟ โดยใช้การผูก และปลอกรัด การเดินสายไฟต้องจะขา -- [illegible] ในโครงเครื่องบินหรือยานพาหนะ และข้างกล่องตามรูปที่ ๑๙ล่าง จะทำให้สายไฟครูดกับที่ และเกิดการลัดวงจรได้ จึงไม่ถูกวิธี



รูปที่ ๑๙ การเดินสายไฟในกล่องชุมทางสายไฟ

การยูกและการมัดสายไฟ (LACING AND TYING) คือการรวมสายไฟหลาย ๆ เส้นเข้ากลุ่มเดียวกัน การยูกมีอยู่สองแบบคือ ใช้เชือกเส้นเดียว (SINGEL CORD LACING) กับใช้เชือกสองเส้น (DOUBLE CORD LACING) ถ้ากลุ่มสายไฟนั้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า หนึ่งนิ้วหรือต่ำกว่าใช้เชือกเส้นเดียวหรือสองเส้นยูก ถ้ากลุ่มสายไฟมีเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า หนึ่งนิ้วใช้เชือกสองเส้นยูก ระยะห่างแต่ละบ่วงที่ยูกให้พิจารณาถึงความมั่นคงของสายไฟไม่หลุดง่าย และประหยัดระวังอย่ารัด (ปม) สายไฟให้แน่นเกินไป โดยเฉพาะการยูกและการมัดสายไฟจำพวก COAXIAL CABLE ที่ใช้กับพวกระบบวิทยุ - เรดาร์ เพราะสายไฟจำพวกนี้อาจฉนวนไดอิเล็คตริคระหว่างด้านในและด้านนอกของตัวนำไว้

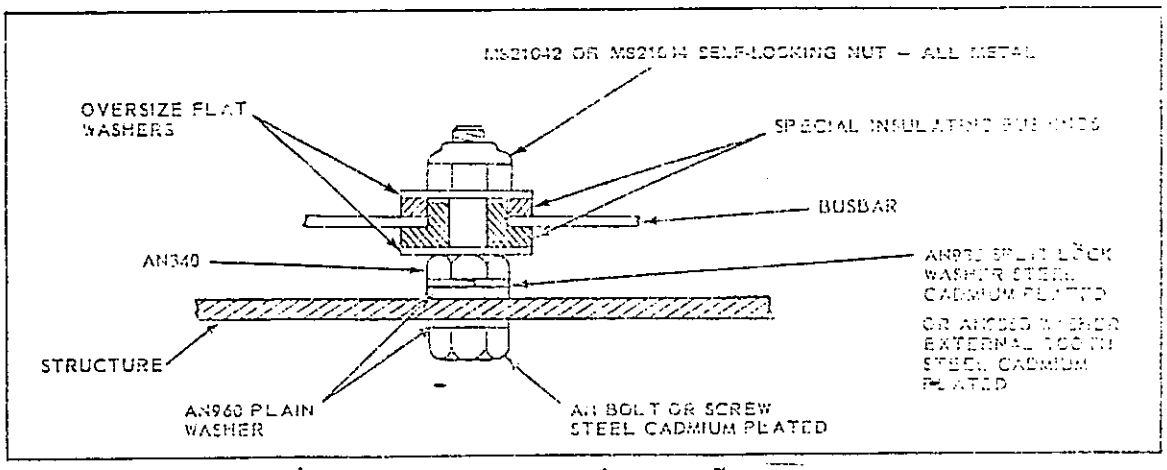


รูปที่ ๒๐ การยูกสายไฟด้วยเชือกเส้นเดียว

สำหรับการมัดสายไฟ คือ ยูกเป็นเปลาะ ๆ แล้วรัดเชือกออกไม่ปล่อยให้เชือกสามารถหลุดกันเหมือนการยูก การมัดสายไฟควรให้มีระยะห่างแต่ละเปลาะ ๖ นิ้ว หรือน้อยกว่า สำหรับกลุ่มสายไฟที่มีที่โค้งหรือปลอกรัด ให้มีระยะห่างในการมัดช่วงหนึ่งเกินกว่า ๑๒ นิ้ว

การรัดสายไฟนอกจากใช้ปลอกรัด , ยูก, มัด ก็อาจใช้เทปไก้ก้วย แต่ไม่นิยมใช้กัน

รูปที่ ๒๑ แสดงการใช้แหวนรอง (WASHER) ระหว่างสลักยึดบัสบาร์เข้ากับโครงสร้างของอากาศยาน การใช้แหวนรองก็ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องมิฉนั้นจะทำให้โครงสร้างเกิดสนิมขึ้นได้ เช่นประกอบบัสบาร์ทองแดงก็จะใช้แหวนรองชนิดเหล็กชุบโครเมี่ยม ถ้าประกอบบัสบาร์อลูมินั่นผสมก็ใช้แหวนรองอลูมินั่นผสมก็ได้ เป็นต้น นอกจากนั้นบริเวณที่เป็นตัวคั่นระหว่างบัสบาร์กับโครงสร้างของอากาศยานหรือกล่องชุมทางสายไฟมักจะใช้ไฟเบอร์กลาส , พีโนลิค ฯลฯ อย่าใช้วัสดุที่อมความชื้นไว้ได้



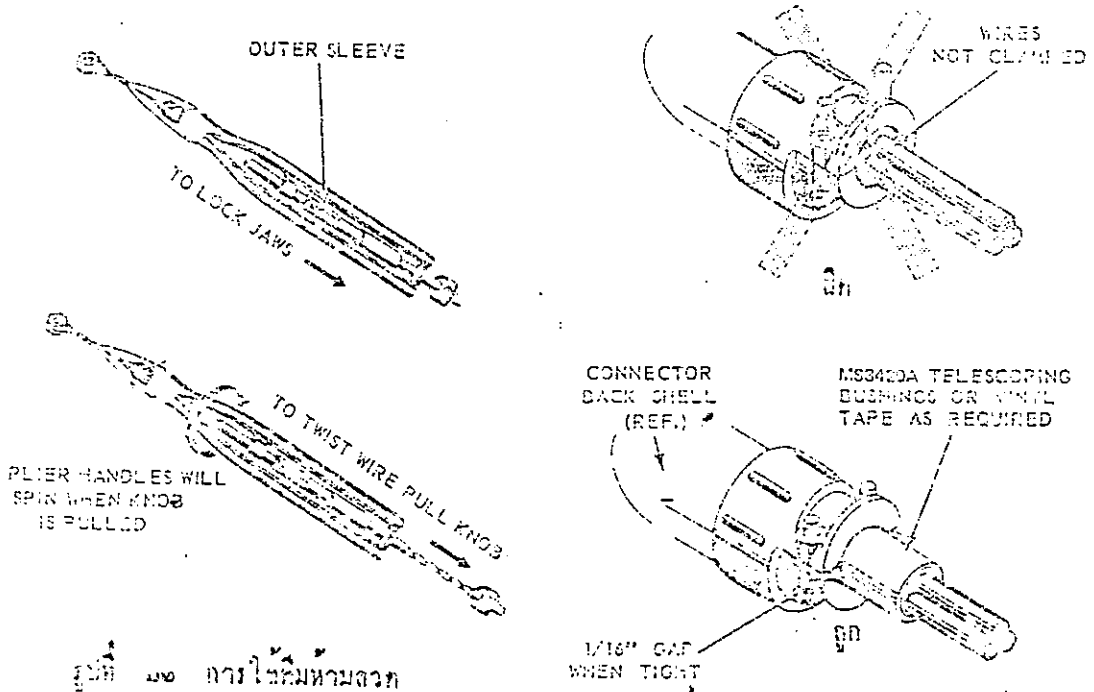
รูปที่ ๒๑ แสดงการติดตั้งบัสบาร์กับโครงสร้างของอากาศยาน

การห้ามลวดปลั๊กไฟฟ้า ระหว่างตัวผู้กับตัวเมีย หรือระหว่างปลั๊กกับส่วนใดส่วนหนึ่งของอากาศยาน ในปัจจุบันนิยมใช้คีมห้ามลวด (WIRE TWISTER) กันมาก เพราะสะดวก รวดเร็ว และเบ็ดเสร็จในตัวเอง วิธีใช้คือ

ก. บีบลวดทั้งสองปลายที่จะใช้ห้ามเข้าไปในหัวของคีมห้ามลวด และค่อย ๆ เลื่อนตัว SLEEVE ลงด้วยหัวแม่มือจน SLEEVE เข้าล็อค

ข. ดึงปุ่ม (KNOB) ออก จะทำให้คีมหมุนไปทั้งตัวโดยรอบ เป็นการพันลวดห้ามไปด้วย

ค. บีบ HANDLE ทั้งสองข้างของคีมห้ามเข้าหากันจะทำให้ ปลดล็อคไปตามปลายลวดห้ามที่จับได้

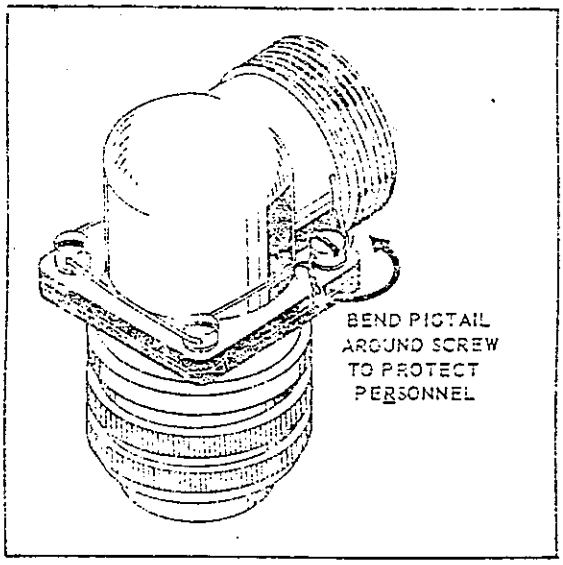


รูปที่ ๒๒ การใช้คีมห้ามลวด

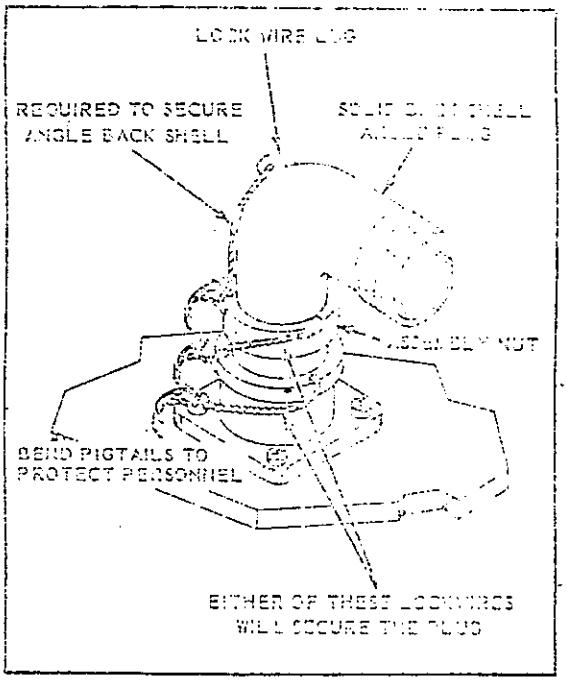
รูปที่ ๒๓ การประกอบปลอกรัดปลั๊กไฟ

รูปที่ ๒๓ แสดงถึงการประกอบปลอกรัดสายไฟที่ด้านหลังของปลั๊กไฟฟ้าก่อนที่จะประกอบปลอกรัดเข้าไปต้องใช้ผ้าฉนวน หรือเทปไวนิล หรือ BUSHING พันรอบสายไฟเสียก่อนเพื่อให้การประกอบแน่นขึ้น และยังป้องกันไม่ให้วัสดุอื่นแปลกปลอมเข้าไปทำชั้วสายไฟในตัวปลั๊กได้ด้วย

รูปที่ ๒๔ แสดงถึงลักษณะการห้ามลวดของปลั๊กไฟแบบต่าง ๆ

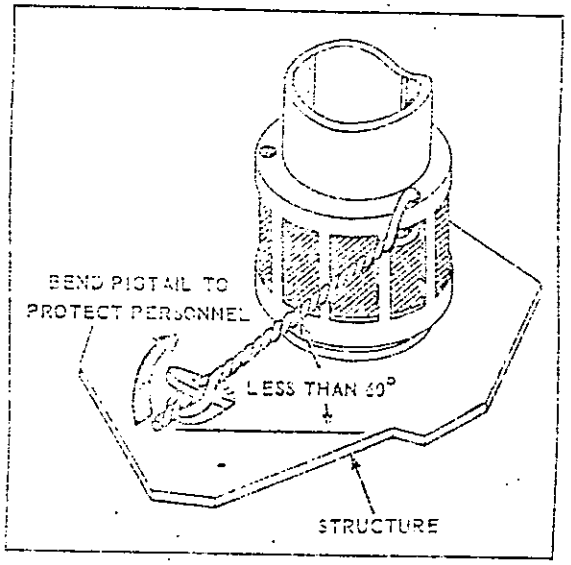


Single Wire Method

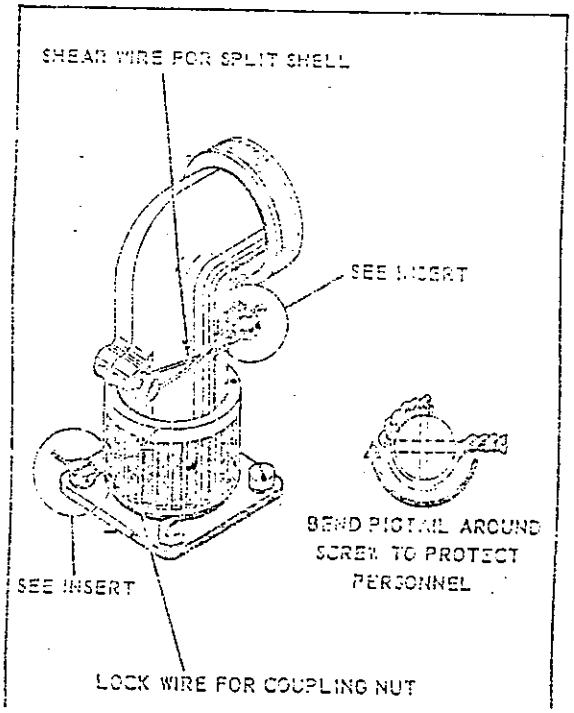


Wiring AN Type Connector

รูปที่ ๒๔ การผูกลวดรอยปิดผนึกในแบบต่างๆ



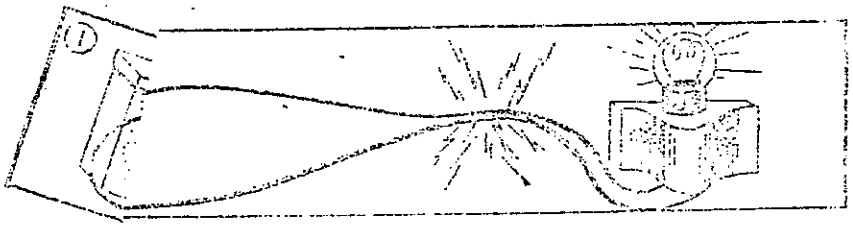
Lock Wiring Connector to Structure



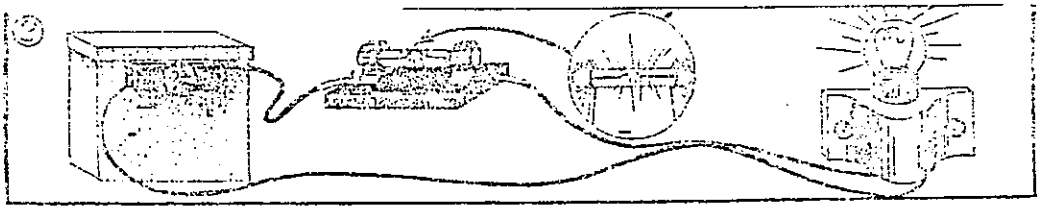
อุปกรณ์ป้องกันและควบคุมวงจรไฟฟ้า

CIRCUIT PROTECTION AND CONTROL DEVICES

การลัดวงจรของตัวนำไฟฟ้าหรือสายไฟในวงจรไฟฟ้า ย่อมทำให้กระแสไฟไหลผ่านมากขึ้น เกิดการชอร์ทหรือลัดวงจรนั้นได้ ดังรูป ๒๕ (๑) ข้างล่าง : ถ้าวงไฟจะให้แสงสว่างไว้ที่นี่ ก็มีสายไฟต่อจากขั้วลบของแบตเตอรี่มาเข้าวงไฟ ออกจากวงไฟไปเข้าขั้วบวกของแบตเตอรี่ ดังนี้ ดังนี้เรียกว่า ครบวงจร (COMPLETED CIRCUIT) : ถ้าสายไฟที่ต่อจากขั้วลบและขั้วบวกของแบตเตอรี่เกิดสัมผัสกันขึ้น เรียกว่า ชอร์ทหรือลัดวงจร ก่อนที่จะไปถึงวงไฟ กระแสไฟที่ออกจากขั้วลบของแบตเตอรี่จะไหลผ่านตรงจุดที่สายไฟทั้งสองสัมผัสกันย้อนกลับตามสายไฟ (สายบวก) มาเข้าขั้วบวกของแบตเตอรี่ จะเห็นได้ว่าถ้าเป็นดังนี้จะไม่มีกระแสไฟไหลไปผ่านหลอดไฟ หลอดไฟก็จะดับทันที ผลอีกอย่างหนึ่งที่จะเกิดขึ้นคืออันตรายจากไฟไหม้ เนื่องจากว่ากระแสไฟที่ไหลผ่านตัวนำหรือสายไฟเป็นระยะแค่ตรงสัมผัสกันมาถึงก่อนก่อเกิดกระแสหรือแบตเตอรี่เท่านั้น สายไฟจะได้รับกระแสไฟสูงขึ้นทุกทีก็จะร้อนขึ้น ๆ สายไฟอาจไหม้ได้ ดังนั้นจึงมีการใช้ อุปกรณ์มาป้องกันวงจรมิให้เกิดอันตรายดังกล่าวแล้ว ตามรูป ๒๕ (๒) ข้างล่างเราใช้ฟิวส์ต่อเป็นอนุกรมไว้กับวงจร เมื่อเกิดการลัดวงจรกระแสไฟที่สูงขึ้น ๆ ผ่านฟิวส์จะทำให้ฟิวส์ขาดเป็นการเปิดวงจรไม่ให้กระแสไฟตรงวงจรนี้จะไม่เกิดอันตราย



การลัดวงจรของสายไฟ



วงจรเปิด เนื่องจากฟิวส์ขาด

รูปที่ ๒๕

อุปกรณ์ป้องกันและควบคุมวงจร เราแบ่งได้ดังนี้

อุปกรณ์ป้องกันวงจร คือ

๑. เครื่องกำหนดกระแสไฟในวงจร (CURRENT LIMITER)

๒. ฟิวส์ (FUSE)

๓. CIRCUIT BREAKER

๔. VARIABLE RESISTANCES

๕. สายดินและ BONDING

อุปกรณ์ควบคุมวงจร คือ

๑. สวิทช์

๒. รีเลย์

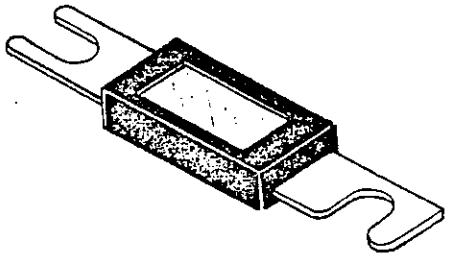
๓. โซลินอย

นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับสายไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้าที่เราควรทราบ คือ จำพวกข้อต่อสายไฟ (TERMINAL STRIP AND CONNECTORS)

เครื่องกำหนดกระแสไฟในวงจร

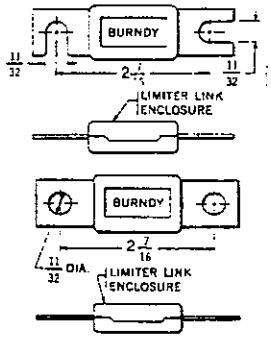
CURRENT LIMITER

CURRENT LIMITER เป็นอุปกรณ์คล้ายฟิวส์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าอากาศยานสามารถหนีต่อกระแสไฟจำนวนมากได้ มีลักษณะดังรูปที่ ๒๖ สร้างด้วยทองแดงแผ่นเล็กบาง ๆ มองเห็นได้ในช่องสี่เหลี่ยมบนตัวของมันเอง เมื่อเกิด OVER LOAD หรือลัดวงจรขึ้นกระแสไฟจำนวนมาก (เกินกว่าที่ CURRENT LIMITER ตัวนั้น ๆ กำหนดไว้) ผ่าน CURRENT LIMITER แผ่นทองแดงเล็กนี้จะไหม้หรือหลอมละลายไป ทำให้วงจรเปิด CURRENT LIMITER โดยปกติเมื่อหลอมละลายแล้วซ่อมไม่ได้ต้องเปลี่ยนใหม่เหมือน FUSE



ENCLOSED LINK
CURRENT LIMITER

Current limiters.



รูปที่ ๒๖ CURRENT LIMITER

ฟิวส์ (FUSES)

ฟิวส์ เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินเกณฑ์อย่างง่ายที่สุด มีลักษณะเป็นเส้นลวดหรือแผ่นโลหะเล็กบาง (METAL RIBBON) สั้น ๆ เหมาะสำหรับบรรจุเข้าไปในหลอดแก้วหรืออุปกรณ์บรรจุ (CONTAINER) อย่างอื่น แผ่นโลหะเล็กบางที่ว่านี้ปกติสร้างด้วยโลหะผสมซึ่งมีจุดหลอมตัวละลาย (MELTING POINT) ต่ำและมีขนาดต่าง ๆ เหมาะที่สามารถให้กระแสไฟฟ้าจำนวนมากน้อยตามที่กำหนดผ่านไปได้ เมื่อกระแสไฟฟ้าจำนวนมากกว่าที่กำหนดผ่านฟิวส์จะทำให้ฟิวส์ซึ่งเป็นโลหะผสมนั้นร้อนเกิดหลอมตัวละลาย. กระแสไฟฟ้าสลับที่สามารถผ่านได้คือ ไม่ครบวงจรหรือเรียกว่า เปิดวงจรซึ่งเป็นการป้องกันวงจรนั้นเองไม่ให้เกิดไฟไหม้หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรนั้นที่ใช้กระแสไฟฟ้าจำนวนปกติทำงานจะได้ไม่ชำรุดเสียหาย ฟิวส์โดยมากจะต่อเป็นอนุกรมกับวงจร

ฟิวส์และที่รองรับ (FUSE HOLDER) แบบต่าง ๆของอากาศยานแสดงอยู่ในรูปข้างล่างนี้ ความจุของกระแสไฟฟ้าของฟิวส์ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้โดยยังไม่หลอมละลาย (ถ้าเกินจำนวนความจุที่กำหนดไว้นี้จึงจะหลอมละลาย) จะมีบอกไว้ที่ข้างตัวฟิวส์ เช่น ถ้าเป็นฟิวส์แบบ CARTRIDGE จะมีบอกไว้ที่ปลายหุ้มหลอดแก้วข้างใดข้างหนึ่งและมักจะบอกเป็น AG NUMBER (เช่น 3 AG, 4 AG เป็นต้น) ซึ่งจะแสดงถึงขนาดและแบบของฟิวส์ (TYPE BODY) A = AMPERE CAPACITY, G = GLASS BODY ถ้าบอกเป็น AB NUMBER B = BAKELITE BODY

ฟิวส์อาจแบ่งออกได้เป็นสองแบบใหญ่ ๆ คือ

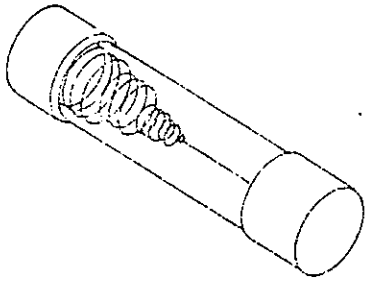
๑. INSTANTANEOUS TYPE หรือเรียก FAST BLOW ก็ได้ คือฟิวส์ชนิดนี้จะมีหน้าที่ความจุโดยเฉพาะและจะเปิดวงจรหรือหลอมละลายอย่างรวดเร็วเมื่อค่าของกระแสในวงจรเกินกว่าเกณฑ์หรือค่าความจุที่กำหนดประมาณ ๒๕ %

๒. TIME DELAY TYPE หรือเรียก SLOW BLOW คือฟิวส์ชนิดที่สร้างให้สามารถรับกระแสที่เกินเกณฑ์กำหนดได้ชั่วระยะเวลาหนึ่งนี่ด้วยจึงจะหลอมละลาย ไม่ละลายรวดเร็วเหมือนแบบแรก ตัวอย่างเช่น ฟิวส์ของมอเตอร์จำเป็นที่ต้องยอมให้มีกระแสกระโชกในช่วงระยะเวลาเล็กน้อย (SHORT - TIME SURGE) สำหรับใช้ START หรือให้มอเตอร์ทำงานครั้งแรกซึ่งต้องใช้กระแสสูงไปบ้าง โดยฟิวส์จะยังไม่หลอมละลาย นอกจากกระแสจะสูงเป็นระยะเวลานานมากฟิวส์จึงจะหลอมละลายเปิดวงจร

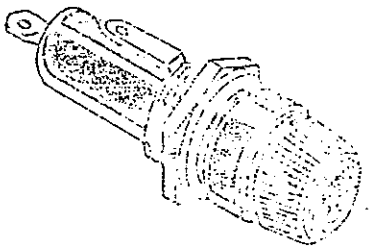
ฟิวส์อีกชนิดหนึ่งจะกำหนดเป็นค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (VOLTAGE RATING) ซึ่งก็ต้องใช้ฟิวส์ที่มีค่าแรงเคลื่อน (คือยอมให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า) สูงกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของวงจรผ่านได้จนถึงเกณฑ์ที่กำหนดจึงจะหลอมละลายและการสร้างฟิวส์ชนิดนี้ก็ต้องระมัดระวังมิให้เกิดประกายไฟตัวฟิวส์หรือที่รองรับ (FUSE HOLDER) ฉะแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงหรือฟิวส์ขาดเพราะฉะนั้นที่ฟิวส์ขาดหรือเปิดวงจร แรงเคลื่อนไฟฟ้าทั้งหมดของวงจรจะกระโดดข้ามขั้วของฟิวส์ ดังนั้นต้องสูงกว่าค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่สูงสุดของวงจรนั้น

ฟิวส์ชนิด INDICATING TYPE (ตามรูปใหญ่ข้างขวา) นอกจากให้เห็นว่า [illegible] ขณะที่เกิด OVER LOAD หรือเกิดไหม้ – ขาด ตัว INDICATOR เล็ก ๆ จะยื่นออกมาให้เห็นในช่องเล็กๆ ข้างหน้า (SMALL WINDOW)

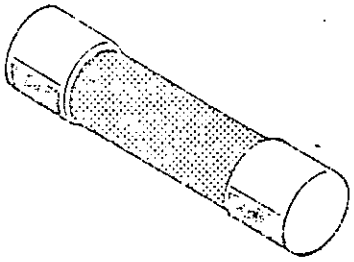
ฟิวส์ทุกชนิดที่ใช้กับวงจรไฟฟ้าในอากาศยาน เมื่อเกิดหลอมละลายหรือไหม้แล้วไม่สามารถซ่อมหรือนำมาใช้งานได้อีก ต้องนำฟิวส์ใหม่มาเปลี่ยนทุกครั้ง ฟิวส์ชนิดที่เป็นแบบหลอดแก้ว เราสามารถมองเห็นด้วยสายตาได้ว่า เส้นลวดสายไฟหรือแผ่นโลหะบางข้างในขาดจากกันหรือไม่ ถ้าขาดก็แสดงว่าฟิวส์ขาดหรือหลอมละลายแล้วต้องเปลี่ยนฟิวส์ใหม่ ถ้าเป็นฟิวส์ชนิดเบคไลท์หรือทึบแสงหรือเช่นแบบ INDICATING TYPE เราจะต้องใช้โอห์มมิเตอร์ (เครื่องวัดความต้านทาน) วัดดู ถ้าอ่านหาค่าความต้านทานเป็น INFINITY ก็แสดงว่าฟิวส์นั้นขาดหรือหลอมละลายแล้ว



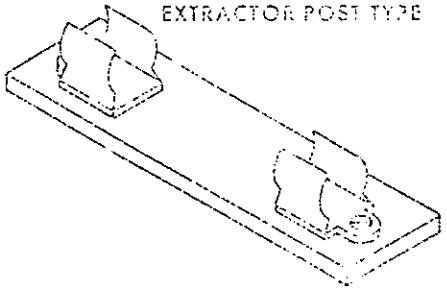
TIME DELAY CARTRIDGE TYPE



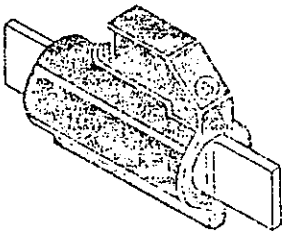
EXTRACTOR POST TYPE



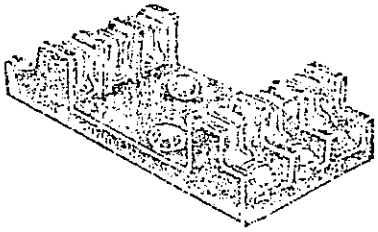
CARTRIDGE TYPE



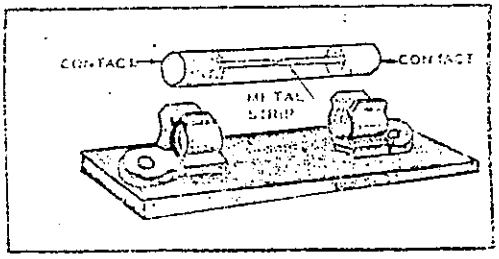
CLIP TYPE HOLDER

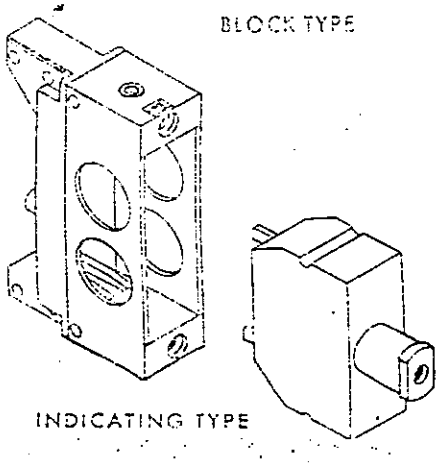


INDICATING TYPE



BLOCK TYPE





INDICATING TYPE

รูปที่ ๒๗ ฟิวส์ชนิดต่างๆ

CIRCUIT BREAKERS

CURCUIT BREAKERS ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าจากการสยายโดยทั่วไปแบ่งออกได้ ๓ แบบคือ

๑. แบบความร้อน (THERMAL CIRCUIT BREAKER)

๒. แบบแม่เหล็ก (MAGNETIC CIRCUIT BREAKER)

๓. แบบแม่เหล็ก – ความร้อน (THERMOMAGNETIC CIRCUIT BREAKER)

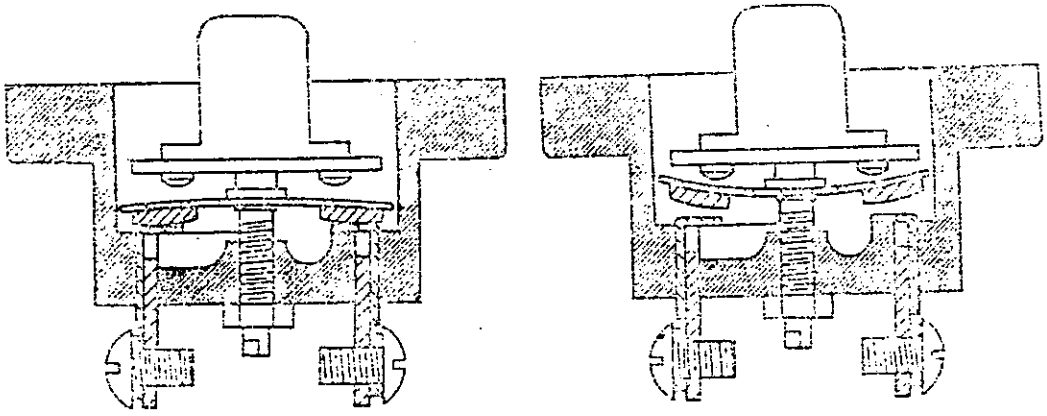
แบบที่ใช้มากที่สุดคือ แบบความร้อน ซึ่งแบ่งออกได้อีกถึง ๓ ชนิด คือ

๑. ชนิดกด (PUSH OR PUSH TO RESET BREAKER)

๒. ชนิดกด – ดึง (PUSH – PULL BREAKER)

๓. ชนิดสวิทช์ (SWITCH BREAKER)

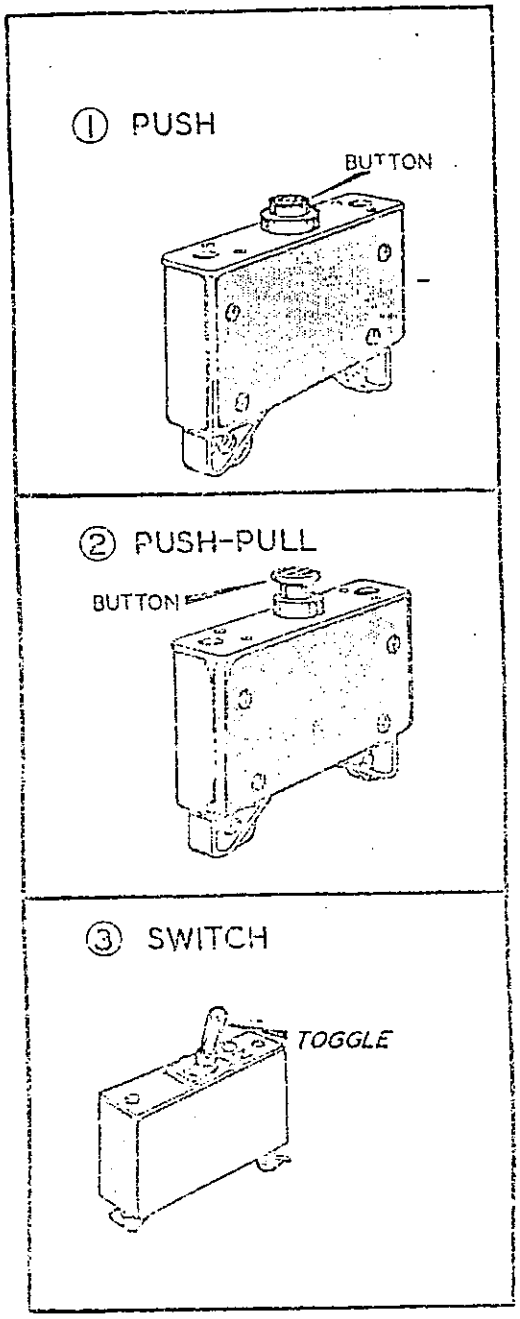
รูปข้างล่างนี้แสดงการทำงานของ CIRCUIT BREAKER แบบความร้อนชนิด PUSH TO RESET TYPE BREAKER ซึ่งใช้โลหะบาง ๆ ต่างชนิดกันทำหน้าที่เป็นตัวตัดวงจร จะเห็นว่าแผ่นโลหะตัวนำมีลักษณะโค้งเล็กน้อย เมื่อวงจรมีกระแสไฟมากเกินเกณฑ์ ย่อมทำให้เกิดความร้อนไม่เท่ากันและการขยายตัวก็ไม่เท่ากันระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองชนิดแผ่นโลหะตัวนำจะดีดตัวหรือขยายตัวออกจากแผ่นโลหะอีกชนิดหนึ่งซึ่งเป็นแผ่นต่อจากสายไฟของวงจรทั้งสองข้างของตัว CIRCUIT BREAKER ทำให้วงจรขาดจากกันตามรูปข้างขวา เมื่อจะต้องการให้วงจรเชื่อมอย่างเดิมก็ใช้มือกดปุ่ม (BUTTON) ของตัว CIRCUIT BREAKER ลงไป ปุ่มนูนทั้งสองข้างของตัวปุ่มกด (BUTTON) จะลงไปกดปลายทั้งสองของตัวนำให้ไปสัมผัสกันซึ่งทั้งสองของวงจรไฟฟ้าได้ตามรูปข้างซ้าย



Thermal circuit breaker (cutaway).

รูปที่ ๒๕

THERMAL CIRCUIT BREAKER



รูปที่ ๒๙ เซอร์กิตเบรเกอร์แบบความร้อนชนิดต่างๆ

CIRCUIT BREAKER แบบนี้ใช้ป้องกันไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่จะตัดวงจรโดยอัตโนมัติเมื่อมีกระแสไหลในวงจรมากเกินเกณฑ์ มีใช้มากในวงการไฟฟ้าของอากาศยาน BREAKER ชนิดนี้มีอยู่ด้วยกันสามชนิดใหญ่ ๆ คือ

๑. ชนิดกด (PUSH TYPE) ถ้า CIRCUIT BREAKER ชนิดนี้เปิดวงจรปุ่มกด (BUTTON) จะเด้งขึ้นสูงมาจากตำแหน่งปกติเมื่อเราทำการแก้ไขวงจรหรือกระแสไฟลดลงเราก็สามารถกดปุ่มนี้ให้เข้าได้ดังเดิม

๒. ชนิดกด–ดึง (PUSH - PULL TYPE) แบบนี้เหมือนแบบกด (PUSH TYPE) ต่างกันตรงที่สามารถดึงปุ่มให้สูงขึ้นมาจากตำแหน่งปกติได้ด้วยมือ เพื่อทำให้เปิดวงจรในขณะทำการแก้ไขวงจร เมื่อกด(PUSH) ปุ่มเข้าไปตำแหน่งปกติจะทำการเชื่อมวงจร ขณะมีกระแสไฟมากเกินเกณฑ์ ปุ่มนี้จะเด้งสูงขึ้นโดยอัตโนมัติ

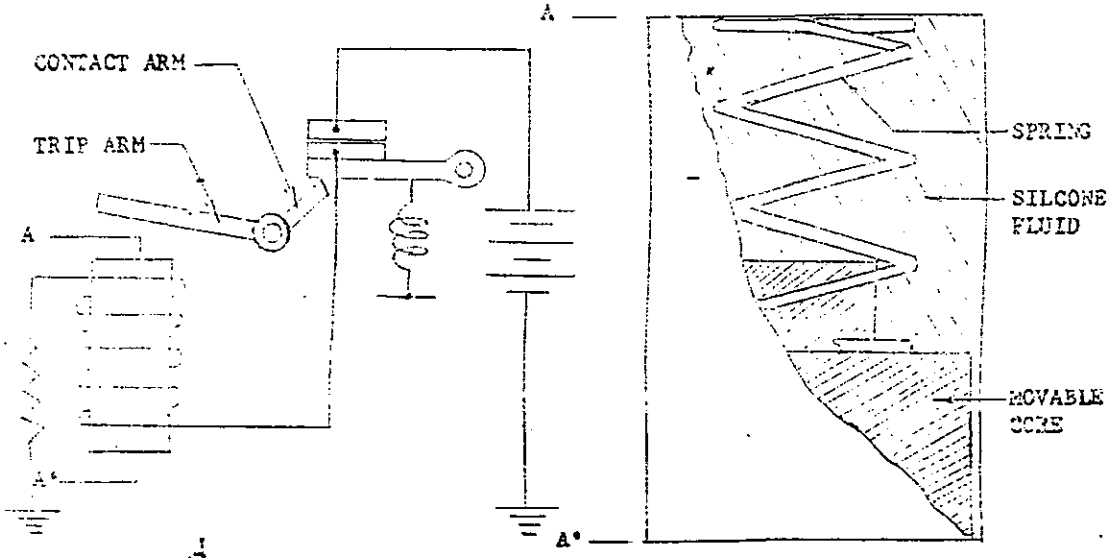
๓. ชนิดสวิทช์ (SWITCH TYPE) CIRCUIT BREAKER) แบบนี้เป็นทั้ง CIRCUIT BREAKER และสวิทช์ไฟฟ้าในรูดเดียวกัน สวิทช์เป็นชนิดโยก (TOGGLE SWITCH) สวิทช์สามารถโยกไปตำแหน่ง "ตัด" (OFF) ได้โดยใช้มือและโดยอัตโนมัติ เมื่อกระแสไฟมากเกินเกณฑ์เพื่อเปิดวงจร สวิทช์จะโยกไปตำแหน่ง "เชื่อม"(ON) เพื่อให้วงจรปิดหรือเชื่อมกันได้โดยใช้มืออย่างเดียว

หมายเหตุ ชนิดที่ ๑ และ ๒ จะมีเฉพอกจำนวนแอมแปร์ที่ยอมให้กระแสไฟในวงจรผ่านได้ไว้ที่ปุ่มกด (BUTTON)

MAGNETIC CIRCUIT BREAKER

CIRCUIT BREAKER แบบแม่เหล็กนี้ การทำงานจะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า ซึ่งผ่านเข้าไปในขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็ก (MOVABLE CORE) เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด รอบ ๆ ขดลวดจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น ถ้ากระแสในสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้น (คือมีกระแสไหลในขดลวดที่พันมากขึ้น) ตัวแท่งเหล็กจะมีอำนาจแม่เหล็กโดยการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กรอบ ๆ ตัวมัน จนสามารถดึงลูกแขน (TRIP ARM) ลงมาหาตัวแท่งเหล็กได้ ทำให้แขนอีกข้างหนึ่ง (CONTACT ARM) ลดต่ำตามลงมาด้วยนั่นคือ จะปล่อยตำแหน่งที่หยุดกัน CONTACT ให้ติดกันอยู่ตามเดิม เมื่อที่ตรงนี้ CONTACT ก็จะดึง CONTACT ให้จากกันทำให้วงจรเปิด กระแสไฟก็จะผ่านเข้ามาในขดลวดอีกไม่ได้ แท่งเหล็กก็จะไม่มีอำนาจเป็นแม่เหล็กไม่สามารถดึงลูกแขนด้าน TRIP ARM แขนนี้ก็จะเลื่อนขึ้นไป ทำให้แขนด้าน CONTACT ARM เลื่อนขึ้นไปด้วย CONTACT ก็จะกลับมาติดกันอีก วงจรก็จะปิดดังเดิม ตัวแท่งเหล็ก (MOVABLE CORE) จะแช่อยู่ในของเหลวชนิดหนึ่งเรียกว่า SILICONE FLUID การที่แช่อยู่ในของเหลวนี้จะช่วยให้การทำงานของ CIRCUIT BREAKER มีเวลาที่ตัดวงจรไฟฟ้าสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านขดลวด เป็นต้นว่า CIRCUIT BREAKER จะอยู่ในลักษณะ PRESET คือจะให้ CONTACT สัมผัสหรือแยกจากกันโดยอัตโนมัติ โดยไม่ต้องมีคนมากดให้สัมผัสกันอีกเหมือน CIRCUIT BREAKER แบบอื่น เมื่อเกิดการกระชาก (กระแสไฟฟ้าในขดลวดจะสูงขึ้นก่อน) กว่าที่กำหนดไว้ CIRCUIT BREAKER จะ TRIP หรือตัดวงจรในเวลารวดเร็ว แต่ถ้าการกระชากยังไม่สูงเกินที่กำหนด CIRCUIT BREAKER ก็จะใช้เวลานานในการ TRIP หรือตัดวงจร

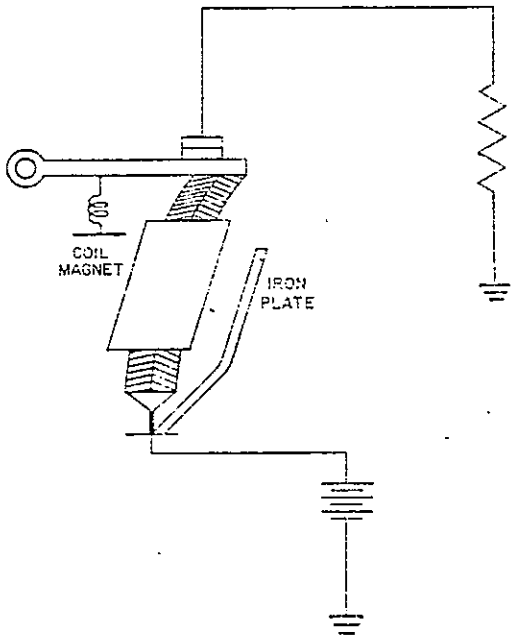
CIRCUIT BREAKER แบบแม่เหล็กแบบที่กล่าวมานี้ (ดูรูปข้างล่าง) จะใช้เป็นอุปกรณ์ป้องกันวงจรไฟฟ้าแบบหนึ่งคือ OVER VOLTAGE RELAY เมื่อเราใช้ CIRCUIT BREAKER แบบแม่เหล็กป้องกันแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงเกินเกณฑ์ เราจะต่อขดลวดแบบขนานกับวงจร ถ้าใช้ป้องกันกระแสไฟฟ้า (การกระชาก) สูงเกินเกณฑ์ขดลวดจะต่อแบบอนุกรมกับวงจร



รูปที่ ๓๐ MAGNETIC CIRCUIT BREAKER

THERMAL AND MAGNETIC CIRCUIT BREAKER

บางทีเรียกว่า CIRCUIT BREAKER - แบบแม่เหล็กและความร้อนและ ที่ CIRCUIT BERAKER แบบนี้ มักใช้กับกระแสไฟฟ้าที่สูงเกินเลตร์ยาก ๆ ประกอบด้วย วัสดุ (ทน) ความร้อน - THERMAL ELEMENT สำหรับ การทำงานปกติ และเพื่อวัสดุ (ที่จะเป็น) แม่เหล็ก — MAGNETIC ELEMENT สำหรับจะมีขดลวดพันรอบแม่เหล็กอย่างที่ไม่เหมือนกันสองชนิด และมีแผ่นเหล็ก (IRON PLATE OR FERROUS METAL PLATE) ติดอยู่ใกล้ ๆ ดูรูปข้างล่าง



รูปที่ ๓๑ THERMAL AND MAGNETIC CIRCUIT BREAKER

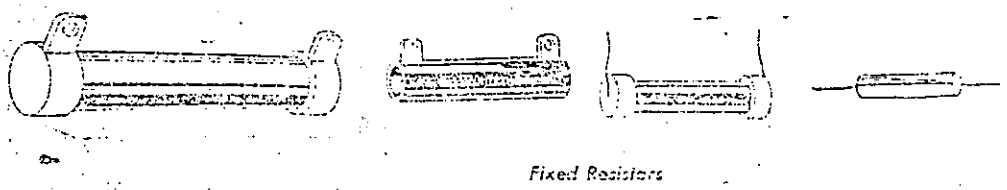
ขณะที่กระแสไฟฟ้าสูงเกินเลตร์จะเป็นการทำให้สนามแม่เหล็กเกิดรอบ ๆ ขดลวดอย่างรวดเร็ว การดึงดูดระหว่างแม่เหล็กกับแผ่นเหล็ก (IRON PLATE) จะทำให้ CONTACT ถูกดึงให้จากกันวงจรไฟฟ้าก็จะเปิด ชุดวัสดุแม่เหล็ก (หรือชุดขดลวดพันรอบโลหะต่างชนิดกัน) จะทำงานเฉพาะกระแสไฟฟ้าสูงเกินเลตร์มาก ๆ เท่านั้น ถ้ากระแสไฟฟ้าเกินเลตร์ไม่มากนัก ตัวโลหะต่างชนิดกัน เกิดความร้อนแล้วก็จะดึง CONTACT ให้จากกันได้เช่นเดียวกัน

VARIABLE RESISTANCES หรือ ตัวความต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้

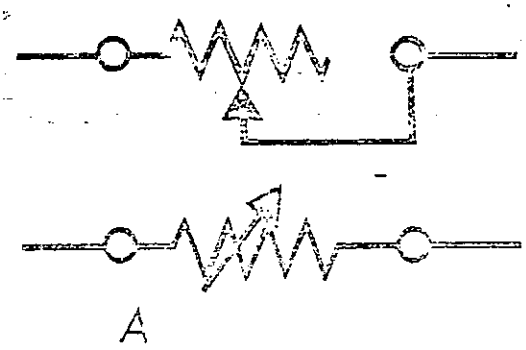
ใช้สำหรับลดกระแสไฟ หรือ ลดรอบการหมุนของมอเตอร์เล็ก ๆ ตัวความต้านทานนี้มีอยู่ ๒ แบบ เคลื่อน – กระแสไฟผ่านขนาดต่าง ๆ ที่กำหนดให้ตัวความต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้นี้ แบ่งออกได้สองชนิด คือ RHEOSTATS และ POTENTIOMETERS ซึ่งต่างมีแรงที่ต้านทานน้ำไฟ (ELECTRICAL CONTACTS) ที่มี

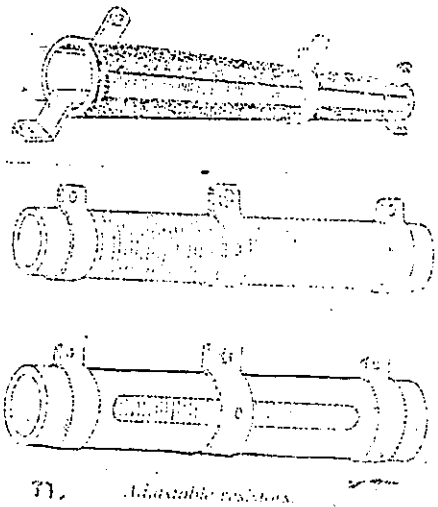
๑. RHEOSTATS คือ ตัวความต้านทานซึ่งจะสร้างด้วยวัสดุหลายอย่าง แล้วขดไว้กับฉนวน ขั้วสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้ซึ่งจะสัมผัสกับตัวความต้านทานจะต้องอยู่ระหว่างฉนวนที่ขด ความต้านทานในวงจรจะเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งของขั้วสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้นี้ ตัวที่จะอำนวยให้ขั้วสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้เพื่อเปลี่ยนแปลงค่าได้นี้ เคลื่อนที่ไปมาจะใช้แบบ KNOB หรือโยกงอกลายออกแล้วเลื่อนเอาตามรูปที่ ๓๒ ก ก็ได้ ตัวความต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้นี้บางชนิดอาจทำหน้าที่เป็นสวิทช์ของวงจรด้วย ตัวความต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้แบบ รีโอสตัท จะมีขั้วให้กระแสไฟผ่านได้เพียงสองขั้ว ที่ปลายสุดทั้งสองข้าง ดูรูปที่ ๓๒ A ค่าของรีโอสตัทจะกำหนดที่ที่สุดแต่มีปกติ คือที่ค่าความต้านทานสูงสุด กระแสไฟสูงสุดและกำลังไฟสูงสุด ที่รีโอสตัทชนิดนั้นจะใช้งานได้ โดยไม่เกิดไฟไหม้หรือ ความร้อนมากจนเกินไป การเปลี่ยนรีโอสตัทนี้ควรให้ค่าที่กำหนดกระทำด้วยเพื่อความปลอดภัยดังกล่าว

๒. POTENTIOMETER เป็นตัวความต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้อีก แบบหนึ่งลักษณะทั่วไปเหมือนรีโอสตัท บางทีเรียกว่า " POT " ตามรูปลักษณะของ POTENTIOMETER รูปที่ – ๓ จะเห็นว่ามีขั้วไฟอยู่สามขั้ว ขั้วกลางเรียกว่า ขั้วสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้ ค่าของ POTENTIOMETER ก็เช่นเดียวกับ รีโอสตัท คือจะกำหนดเป็นค่าความต้านทาน, กระแสไฟและกำลังไฟฟ้าเมื่อต่อเป็นแบบอนุกรมเข้ากับวงจร เราจะใช้เพียงขั้วหนึ่งขั้วใดของตัว POTENTIOMETER ---------- นี้ เพียงหนึ่งขั้ว (หนึ่งด้าน) กับขั้วสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้ (ขั้วกลางของ POTENTIOMETER) เข้ากับวงจรเท่านั้น สำหรับวงจรที่ต้องการค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลง ถ้าจะใช้ POTENTIOMETER เพื่อปรับค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจร (VOLTAGE DIVIDER) เราจะใช้ขั้วสัมผัสของตัว POTENTIOMETER ทั้งสามขั้ว INPUT VOLTAGE เข้าทางขั้วหนึ่ง OUTPUT จะออกทางขั้วหนึ่งกับทางขั้วสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้ค่ากำลังไฟฟ้าจะถูกส่งไปยังขั้วสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้ในลักษณะดังนี้จะแสดง MAGNITUDE - - - - ของแรงเคลื่อนไฟฟ้าทั้งสองข้างของตัว POTENTIONMETER

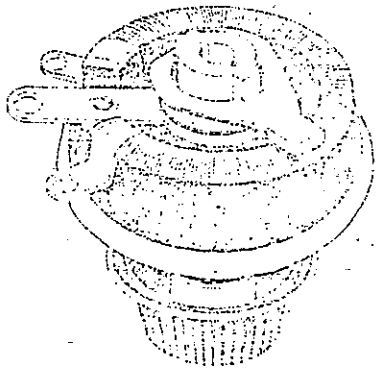


Fixed Resistors





Adjustable resistors



Variable Resistor

4331-11-1-31

Figure 11. Rheostat and potentiometer symbols.

รูปที่ ๓๘ ตัวความต้านทานที่ปรับค่าได้

สายดินและบอนดิ้ง (GROUNDED WIRE AND BONDING)

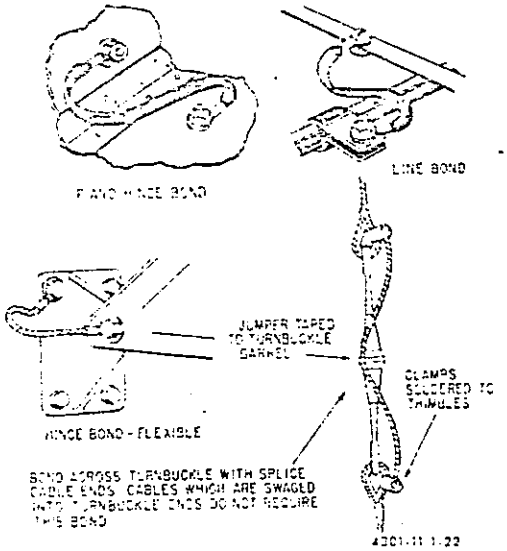
สายดินคือ สายที่สร้างจากพวกโลหะต่อจากตัวของอากาศยานให้ถึงพื้นดิน หรือพื้นที่รองรับอากาศยานซึ่งที่ของคนปูพื้น เพื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่านลงสู่พื้นโดยไม่เป็นอันตรายต่ออากาศยาน หรืออุปกรณ์ของอากาศยาน อันจะเนื่องจากการเกิดประกายไฟ หรือท้าย่าก็ได้ โดยปรกติสมัยก่อน สายดินมักใช้ลวดโลหะแข็งต่อจากตรง wheel axle หรือบริเวณที่ต่ำที่สุดของอากาศยาน ลวดนี้ต้องโผล่ยาวจรดพื้น สมัยปัจจุบันนิยมใช้ลวดโลหะอ่อนแทน ส่วนที่ตอนล่างที่จรดพื้นจะเป็นยางผสมแกร์ไฟท์ หรือสารชนิดอื่นที่เป็นตัวนำยอมให้ไฟฟ้าผ่านได้ ส่วนประกอบของอากาศยานต้องคอยตรวจดูอย่าให้สายดินนี้เป็นอันขาดขาดไม่ว่ากรณีใดๆ ปรกติจะมีที่ให้รับระยะให้สั้นเข้ามาได้

สายดินในความหมายอีกอย่างหนึ่งก็คือ สายไฟที่เป็นสายลบ หรือที่ต่อจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงอากาศยาน หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในอากาศยานเข้ากับโครงสร้างของอากาศยาน (เนื่องการเดินสายไฟในอากาศยานเป็นแบบ SINGLE WIRE) เพื่อให้กระแสไฟครบวงจรนั่นเอง

<u>บอนดิ้ง</u> คือสายหรือตัวนำต่าง ๆ สายดินที่ต่ออยู่ระหว่างโลหะสองชนิดในอากาศยาน เช่น สายบานพับ (HINGE) ตามโครงสร้างโลหะที่ไม่ติดกัน ดูรูปที่ ๓๓ ความมุ่งหมายของสายบอนด์คือ

๑. ป้องกันห้ำย่า
๒. ทำหน้าที่เป็นสายดิน
๓. ลดการรบกวนคลื่นวิทยุ และเรดาร์
๔. ป้องกันการเกิดประกายไฟ หรือบุคคลไม่ให้ช็อตเมื่อสัมผัสอากาศยาน
๕. ป้องกันการสะสมตัวของไฟฟ้าสถิต
๖. ทำหน้าที่เป็นสายลบของการเดินสายไฟแบบ SINGLE WIRE ในอากาศยาน.

หรืออาจจะพูดได้อีกอย่างว่าการใช้สายบอนด์จะช่วยให้การไหลของกระแสไฟฟ้าสถิตดีขึ้น และช่วยให้ศักย์ของไฟฟ้าในลำตัวอากาศยานเท่ากันโดยตลอด การใช้สายบอนด์นี้ข้อควรระวังดังนี้



รูปที่ ๓๓ *Bonding methods.*

๑. ใช้สายบอนด์กับโครงสร้างหลัก อย่าใช้กับชิ้นส่วนที่ไม่ใช่โลหะ
๒. ต้องไม่ทำให้โครงสร้างใด ๆ เสียความแข็งแรงไป
๓. ต้องให้สายสั้นที่สุดแต่ก็ต้องยาวพอสำหรับการขยายตัว. การดิ้นตัวเป็นลอน
๔. ควรอยู่ใกล้บริเวณที่อาจตรวจหรือซ่อมได้ง่าย
๕. ระวังการใช้สายบอนด์แล้วทำให้โครงสร้างหรือชิ้นส่วนนั้นเป็นเสีย อาจใช้วิธีการใช้แหวนรอง (WASHER) หรือแผ่นกันดิ้นโครงสร้างอีกทีหนึ่งก่อน

ขั้วต่อสายไฟ

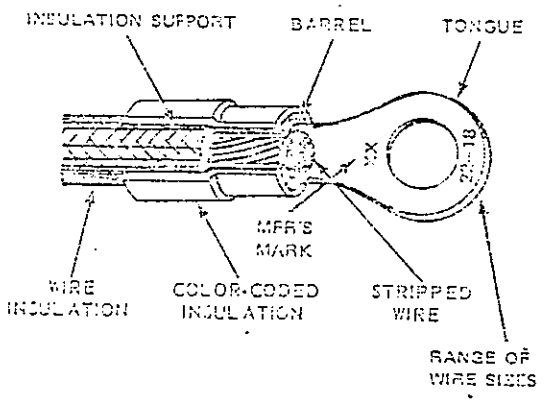
ขั้วต่อสายไฟ แบ่งออกเป็นจำพวกใหญ่สองจำพวก คือ

๑. จำพวก TERMINALS AND SPLICES
๒. จำพวก CONNECTOR หรือพวกปลั๊กตัวผู้และตัวเมีย

๑. <u>TERMINALS AND SPLICES</u> ขั้วต่อสายไฟแบบ TERMINAL คือขั้วต่อที่มีลักษณะอย่างหนึ่งแบบราบ มีรูเจาะไว้ ๆ ปลายสุดเป็นวงกลม (LUG) และปลายอีกด้านหนึ่งทำหน้าที่รัด หรือรวมสายไฟ (เส้นเล็ก ๆ)ไว้ ดูรูปที่ ซึ่งอาจจะใช้วิธีรวมสายไฟเข้าในปลาย TERMINAL (BARREL) ด้วยการบัดกรี (SOLDERED TYPE) หรือด้วยการรีบ

(CRIMPED TYPE) ก็ได้ เช่นข้อต่อสายแบบ THERMOCOUPLE ใช้ทั้งชนิดแบน [illegible]

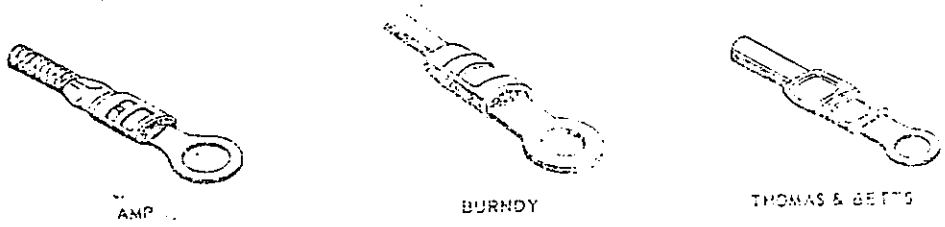
ข้อต่อสายไฟแบบ SPLICE มักจะมีลักษณะเป็นท่อกลวงเล็ก ๆ เมื่อจะต่อสายไฟเข้าด้วยกันก็ใช้สายไฟสอดเข้าทั้งสองข้างของท่อแล้วใช้คีมหรือเครื่องมือปั๊มให้สายไฟทั้งสองข้างนั้นติดกันไม่หลุดจากกัน ดูรูปที่ ๓๘ ส่วนมากนิยมใช้ข้อต่อสายชนิดใช้ปั๊ม (CRIMPED TYPE) [illegible] ส่วนข้อต่อชนิดบัดกรีต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญ ทำการบัดกรี ซึ่งต้องคำนึงถึงอุณหภูมิในการบัดกรี , ฟลักซ์ การทำความสะอาด และอื่น ๆ ดูรายละเอียดได้ที่ T.O. 1 - 1A - 14 INSTALLATION PRACTICES FOR AIRCRAFT ELECTRICAL, AND ELECTRONIC WIRING



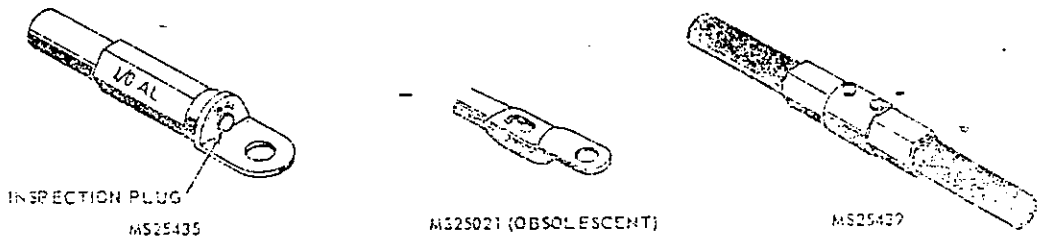
รูปที่ ๓๘ แสดงภาคตัดของข้อต่อสายไฟ

ข้อต่อสายไฟทั้งสองชนิดที่กล่าวมาแล้วนั้นมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป นักบัดกรีสามารถใช้แรงกลไกได้ และยังให้ผลการต่อกระแสไฟฟ้าและรูสลัด (LUG) แน่นกว่า ทั้งนี้เพราะข้อต่อสายไฟที่ใช้ปั๊มนั้นมีช่องว่างอากาศเหลืออยู่ภายในเล็กน้อย ซึ่งเป็นข้อเสียที่ทำให้ผู้ต่อสายต้องระมัดระวังในการปั๊มสายไฟ ไม่ให้ปั๊มแรงเกินไปจนทำให้ข้อต่อสายไฟแตกหรือปั๊มไม่แน่นพอ ซึ่งจะทำให้อัตราการนำกระแสไฟฟ้าต้องลดลง

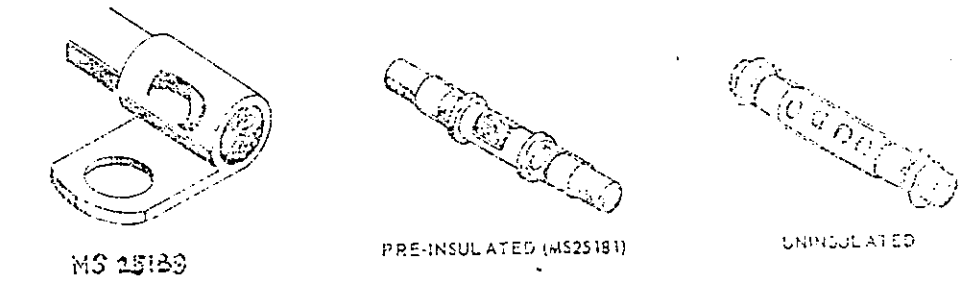
วิธีการอย่างง่าย ๆ ในการประกอบข้อต่อสายไฟเข้ากับสายไฟก็คือ ปอกสายไฟด้วยเครื่องมือปอกสายไฟหรือมีดปอกสายไฟ ดูรูปที่ ๓๗ ก็ได้ ถ้าใช้มีดปอกสายไฟต้องระวังอย่าให้มีดบาดลวดสายไฟเข้าจะทำให้อัตราการนำกระแสไฟฟ้าและความแข็งแรงของสายเสียไป และการปอกสายไฟให้ห่างจากฉนวนสายประมาณ $\frac{1}{16}$" + ความยาวของรูก้นข้อต่อ (ดู FIGURE 5 - 7 PAGE 5-13 และ FIGURE 7 - 11 PAGE 7-9 ใน T.O. 1 - 1A - 14 DATE 1 JULY 1972 ประกอบ) เมื่อเอาสายไฟที่ปอกแหย่เข้าไปในรูก้นของข้อต่อสายไฟจนสุดแล้วใช้คีมปั๊มให้แน่นพอดี ไม่ให้ข้อต่อสายไฟหลุดออกมาได้ ถ้าเป็นชนิดที่ต้องบัดกรีหลังจากแหย่สายไฟเข้าไปในรูก้นของข้อต่อสายไฟแล้ว การทำความสะอาดตรงที่จะบัดกรี ฟลักซ์ที่ใช้ควรใช้ฟลักซ์ที่มีส่วนผสมของยางสน (ROSIN BASE, GENERAL PURPOSE, FLUX SOLDERING) ตามข้อกำหนด MIL - F - 20329 ไม่ควรใช้ฟลักซ์ที่เป็นกรด เพราะจะทำให้กระแสไฟฟ้ารั่วได้และจะทำให้เกิดสนิม ขณะบัดกรีอย่าให้ความร้อนจัดเพราะจะทำให้ยางสนไหม้ และสายเป็นออกไซด์ และไม่เกาะแน่นกับข้อต่อสายไฟ อาจใช้สำลีชุบน้ำยาล้างสายไฟช่วยอีกด้วย หลังจากบัดกรีควรล้างข้อต่อสายไฟให้สะอาดด้วย มีธิลแอลกอฮอล์ หรือ ETHYL, SPECIALLY DENATURED, ALCOHOL ตามข้อกำหนด MIL - A - 6091 หรือสารละลายชำพวกที่ไม่เป็นอันตรายต่อฉนวนและตัวนำของสายไฟแล้วจึงใช้ฉนวนหุ้มอีกชั้นหนึ่งตามรูปที่ ๓๖



PRE-INSULATED COPPER TERMINAL LUGS MS25036

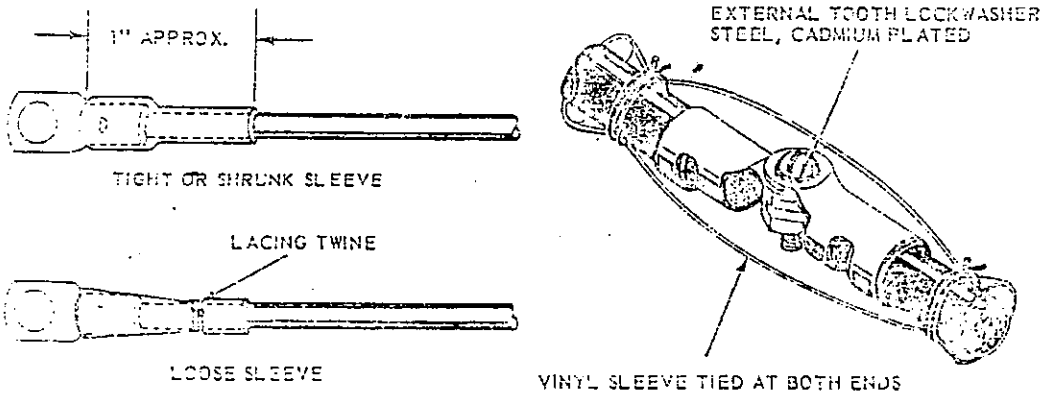


ALUMINUM TERMINAL LUGS ALUMINUM SPLICE

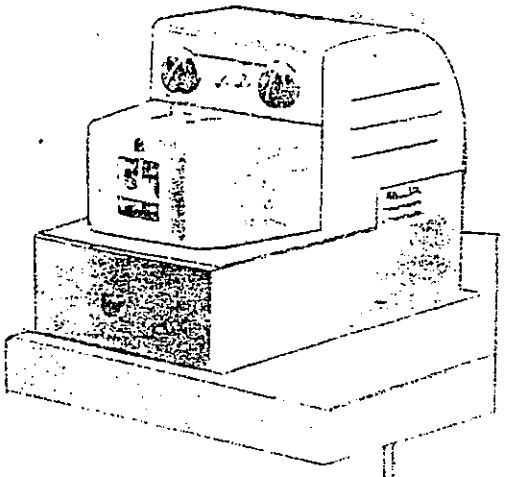


FLAG TYPE COPPER TERMINAL LUG COPPER SPLICES

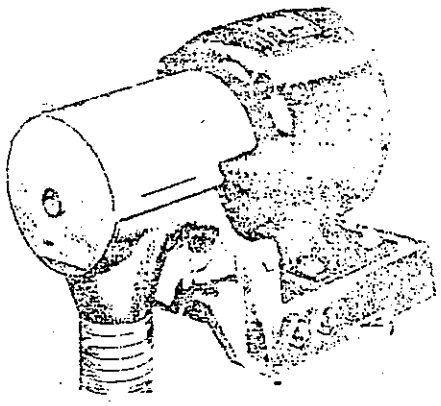
รูปที่ ๓๔ แบบต่างๆของ *Solderless terminal lugs and splices.*



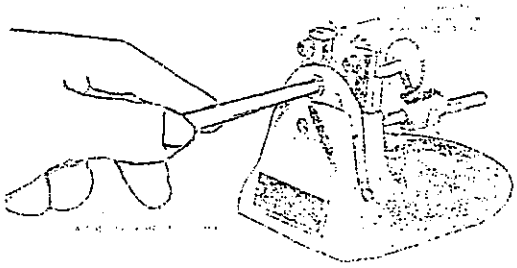
รูปที่ ๓๕ แสดงการใช้ฉนวนไวนีลหุ้มขั้วต่อสายไฟ



a. HOT BLADE WIRE STRIPPER

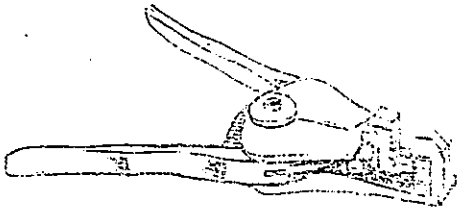


b. ROTARY WIRE STRIPPER



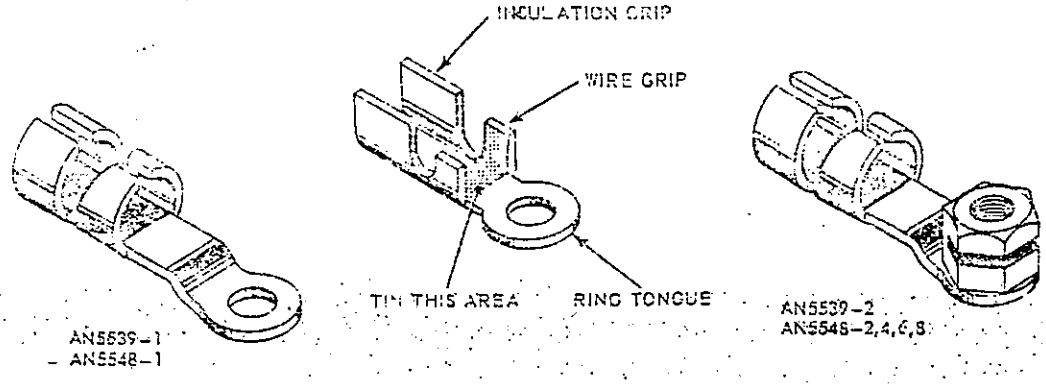
c. BENCH WIRE STRIPPER

d. HAND WIRE STRIPPER - HEAVY DUTY



e. HAND WIRE STRIPPER - LIGHT DUTY

รูปที่ ๓๗ เครื่องมือสำหรับปอกสายไฟแบบต่างๆ

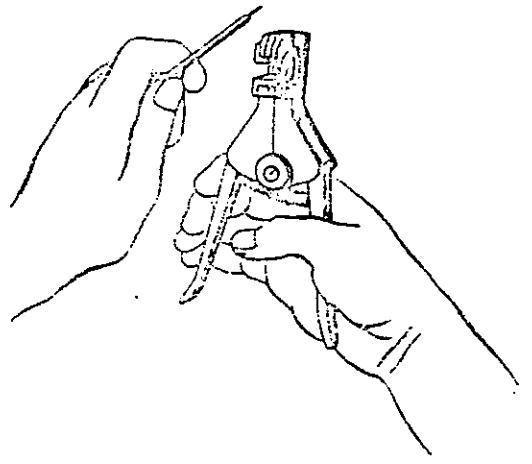


เลือกรูกับขนาดของสายไฟให้พอดีกัน

STEP ๑

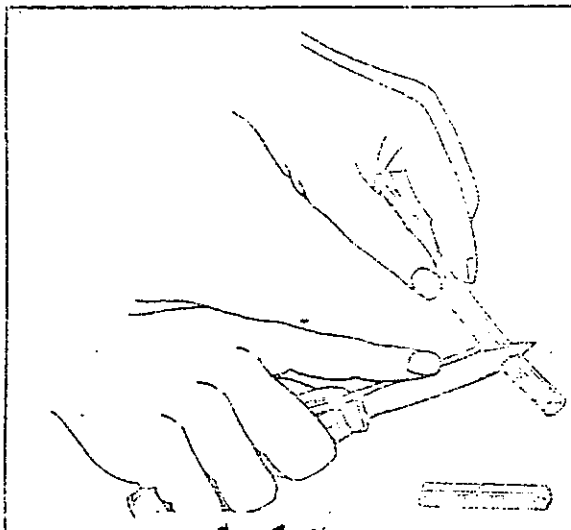
ปากคีมจะถ่างออกลักษณะนี้
จนกว่าจะถึงสายไฟที่ปอกแล้ว
ออกมากอนจึงจะหุบ

STEP ๒ ระวังอย่าให้เส้นลวดของสายขาด



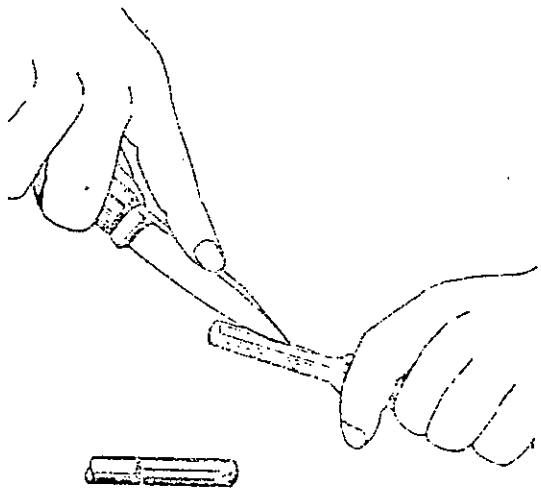
STEP ๓

รูปที่ ๓๘ วิธีการใช้คีมปอกสายไฟ



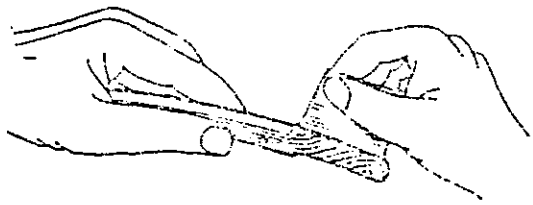
กรีดหรือตัดฉนวนโดยรอบ

STEP ๔ ระวังอย่าให้เส้นลวดของสายขาด



กรีดด้านข้างฉนวนตามยาว

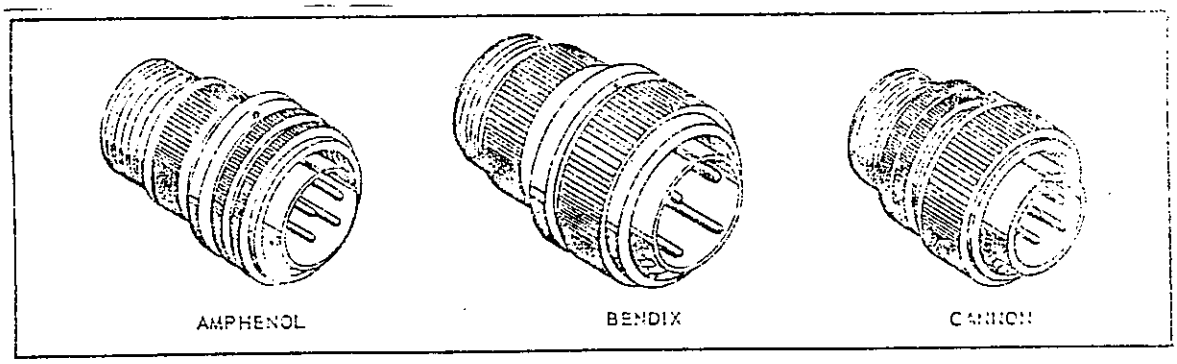
STEP ๕



ลอกฉนวนออก

STEP ๖

รูปที่ ๓๙ วิธีการใช้มีดปอกสายไฟ

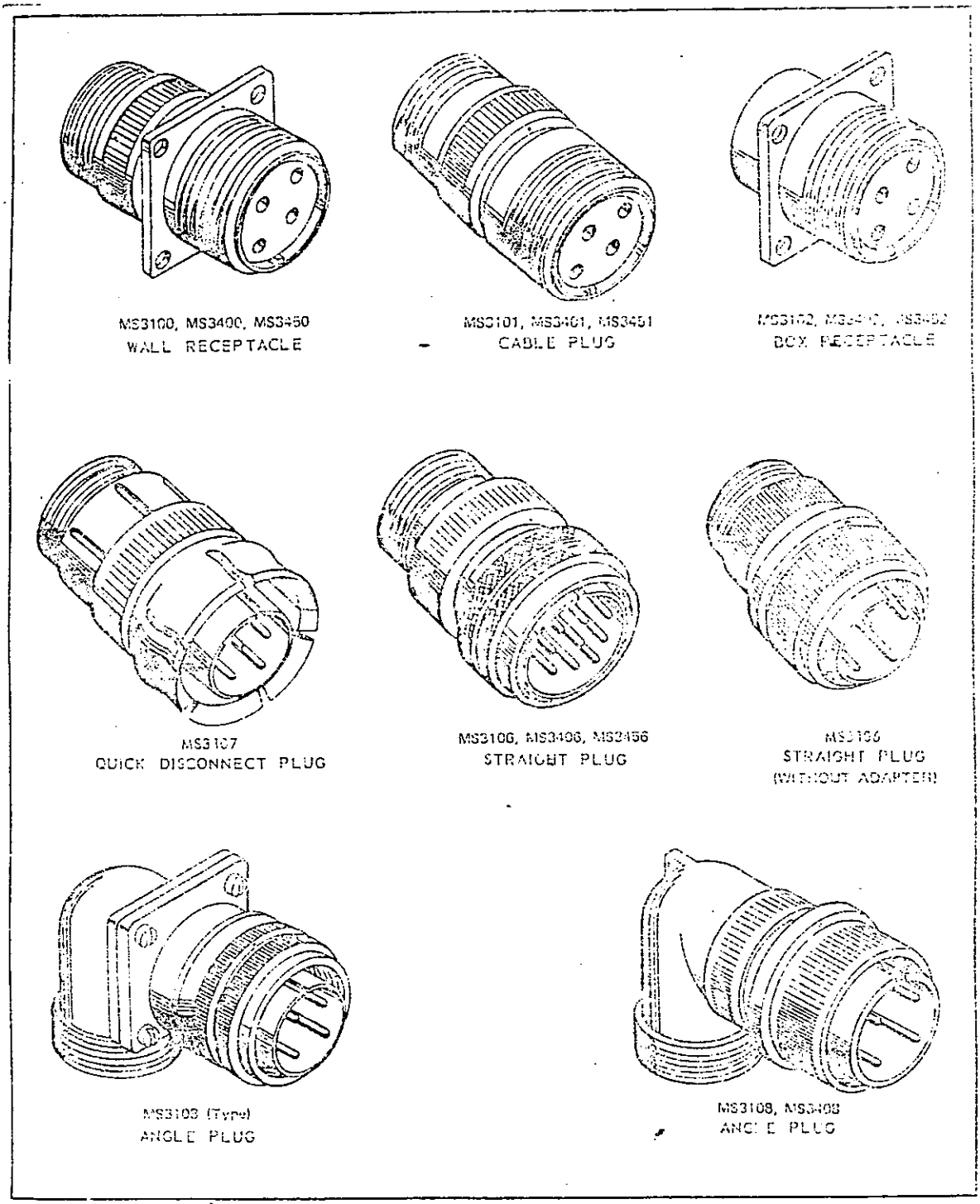


รูปที่ ๔๐ แบบของ AN-MS CONNECTOR ที่บริษัททั้งสามผลิตขึ้น

๒. CONNECTOR เป็นข้อต่อสายไฟที่เรามักเรียกกันว่าปลั๊กตัวผู้ – ปลั๊กตัวเมียนั่นเอง รูปร่างของข้อต่อสายไฟแบบนี้ก็เพื่อต่อสายไฟเข้ากับบริภัณฑ์ไฟฟ้า หรือต่อสายไฟจากวงจรหนึ่งเข้ากับอีกวงจรหนึ่ง และทำให้สะดวกในการถอด ประกอบสายเป็นชุด ๆ ง่ายต่อการตรวจหรือการซ่อมบำรุงวงจรไฟฟ้า ข้อต่อสายไฟจะช่วยยึดวงจรไฟฟ้าให้แน่นเข้าด้วยกันไม่ชำรุดหรือเสียหายจากการสั่นสะเทือนของการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ข้อต่อสายไฟฟ้าทุก CONNECTOR ประกอบด้วยปลั๊กตัวผู้ (PLUG OR MALE PLUG) ปลั๊กตัวเมีย (RECEPTACLE OR FEMALE PLUG) และยึดแน่นเข้าด้วยกันด้วยแป้นเกลียว (COUPLING NUT) ตัวปลั๊กตัวเมียหรือ RECEPTACLE มักจะเป็นส่วนที่ติดแน่นอยู่กับผนังหรือบริภัณฑ์ไฟฟ้า ส่วนปลั๊กตัวผู้นี้จะถอดออกมาได้เมื่อประกอบเข้าด้วยกันกระแสไฟจะผ่านได้ทางตัวเสียบ (PIN) ที่มีในปลั๊กตัวผู้ไปยังช่อง (SOCKET) ที่มีอยู่ในปลั๊กตัวเมีย และควรสังเกตไว้อย่างหนึ่งว่าด้านที่มีกำลังไฟมา (POWER WIRE ORE HOT SIDE) มักจะเป็น SOCKET คือ ปลั๊กตัวเมียเสมอ

ข้อต่อสายไฟแบบ CONNECTOR ถูกออกแบบมาโดย AN NUMBER (ARMY NAVY) เมื่อก่อนสงครามโลกครั้งที่สองลักษณะจะเป็นปลั๊กรูปร่างใหญ่ ทั้ง PIN และ SOCKET มีจำนวนไม่มากนักในหนึ่งปลั๊ก (ดูรูปที่ ๔๑ ,) ต่อมาออกแบบมาใหม่เรียก MS NUMBER (MILITARY STANDARD) มีลักษณะเด็กกว่าแบบ AN แต่มี PIN และ SOCKET ในหนึ่งปลั๊กมากกว่าแบบ AN (ดูรูปที่ ๔๒ ,) แบบใหม่หรือ MS NUMBER CONNECTOR นี้ที่ MS ออกมาใช้เองเรียกว่า " MS CONNECTOR MINIATURE " และแทนที่ AN ออกแบบเรียกเสียใหม่ว่า AN/MS CONNECTOR (หรือเรียกว่าปลั๊กไฟฟ้าแบบ MS ชนิด AN ออกแบบนั่นเอง หมายเลขก็จะใช้หมายเลขที่ขึ้นต้นด้วย MS ดูรูปที่ ๔๓ .)

บริษัทที่สร้างข้อต่อสายไฟหรือ CONNECTOR ให้กับทางการทหาร (ของสหรัฐอเมริกา) มีหลายบริษัทใหญ่ ๆ ซึ่งสร้าง AN/MS CONNECTOR ทั้งปลั๊กตัวผู้และตัวเมีย คือ บริษัท แอมพีนอล, บริษัท เบนดิกซ์ และบริษัทแคนนอน (ที่เรามักจะเรียกกันว่า แคนนอนปลั๊ก นั่นเอง) และถึงสามบริษัทก็จะสร้างให้รูปร่างปลั๊กมีลักษณะแตกต่างกันเล็กน้อยดังภาพข้างบน



Typical AN(MS) Connectors

รูปที่ ๘๑ ชนิดต่างๆของขั้วต่อสายไฟแบบ MS ชนิด AN ออกแบบ

WALL MOUNTING RECEPTACLE
SOLDER: MS31[illegible] & MS3130
CRIMP: MS3101 & MS3140

BOX MOUNTING RECEPTACLE
SOLDER: MS3112 & MS3102
CRIMP: MS3122

JAM NUT RECEPTACLE
SOLDER: MS[illegible] & MS[illegible]
CRIMP: MS[illegible] & MS[illegible]

STRAIGHT PLUG
SOLDER: MS3116
CRIMP: MS3126

THRU-BULKHEAD RECEPTACLE
SOLDER: MS3110 & MS3100

SHELL PLUG
SOLDER: MS3107
CRIMP: MS3117

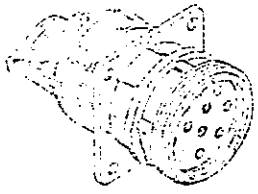
CLASS E
GROMMET SEAL

CLASS F
STRAIN RELIEF
CLAMP

CLASS P
POTTING SEAL

CLASS J
CLAMP SEAL

MINIATURE CONNECTORS MIL-C-24308 • SOLDER AND CRIMP-TYPE CONTACTS



FLANGE MOUNTING RECEPTACLE
MS3126F

SINGLE-HOLE MOUNTING
RECEPTACLE
MS3240B

STRAIGHT PLUG
MS3124

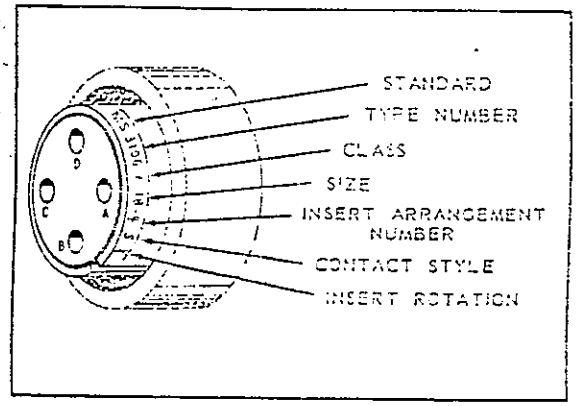
MINIATURE CONNECTORS MIL-C-26500 • CRIMP-TYPE CONTACTS ONLY

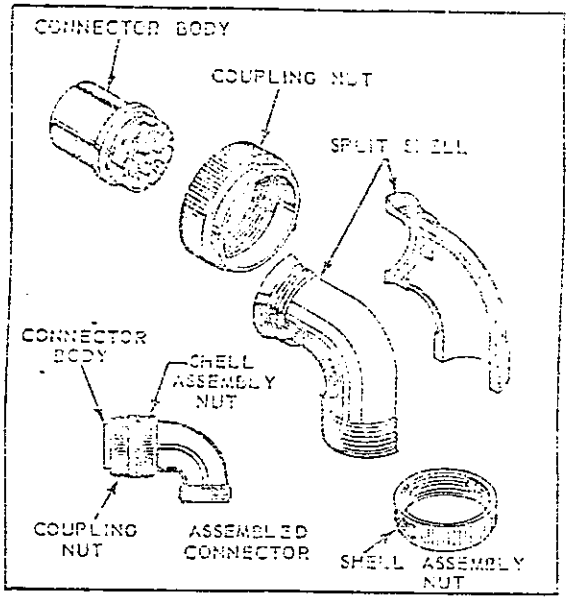
Typical MS Connectors – Miniature

รูปที่ ๕ ลักษณะของข้อต่อสายไฟแบบ MS ชนิดต่างๆ

ข้อกำหนดของข้อต่อสายไฟ (CONNECTOR IDENTIFICATION)

เนื่องจากข้อต่อสายไฟแบบ CONNECTOR ได้ออกแบบมาสำหรับการใช้กว้างขวางมาก ข้อต่อสายไฟประกอบไปด้วย ส่วนประกอบที่รวมกันเข้าเป็นปลั๊กตัวผู้และปลั๊กตัวเมียแล้วมีแป้นเกลียวยึดอีกทีดังได้กล่าวมาแล้ว เปลือกหุ้ม (SHELL) ภายนอกของปลั๊กทั้งตัวผู้และตัวเมียจะสร้างด้วยโลหะผสม ภายในระหว่าง PIN และอันหรือ SOCKET แต่ละช่องจะมีฉนวนคั่นอยู่ เปลือกหุ้มปลั๊กทั้งของ AN และ MS มีอยู่ด้วยกันหลายแบบ ตัวอักษรที่ปรากฏที่ปลั๊กจะใช้ (หรือจะไม่ก็ด้วย) MS ทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็นแบบ AN ออกแบบหรือ MS ออกแบบเองก็ตาม ซึ่งจะบอกให้ทราบถึงลักษณะหรือแบบของเปลือกหุ้มปลั๊ก (ดูรูปที่ ๔๔) เปลือกหุ้มปลั๊กหรือข้อต่อสายไฟทั้งหมดจะสร้างด้วย อลูมิเนียมผสม ยกเว้น CLASS K. ซึ่งใช้เหล็ก (STEEL) เป็นเปลือกหุ้ม เพราะต้องการให้ทนต่อการไหม้ไฟ หรือ ไม่ให้ไหม้ไฟได้ง่าย





รูปที่ ๔๓ AN/MS Connector Marking

รูปที่ ๔๔ แสดงถึงเปลือกหุ้มปลั๊กตัวเมียแบบที่แยกชิ้นได้

ข้อกำหนดหรือเครื่องหมายที่ข้อต่อสายไฟตามรูปบนซ้ายอธิบายง่าย ๆ ดังนี้

MS 3106 A 18 - 4 S X

- X — ลักษณะและตำแหน่งการวางรูป PIN หรือ SOCKET
- S — แสดงว่าเป็น PIN - P หรือ SOCKET - S
- 4 — การจัด (จำนวน) PIN หรือ SOCKET ของปลั๊ก
- 18 — เส้นผ่าศูนย์กลางถึงวงนอก หรือถึงแป้นเกลียวของปลั๊กมีส่วนเป็น ๑๖ "
- A — CLASS ของปลั๊กว่าเปลือกหุ้มปลั๊กสร้างด้วยอะไร มีความมุ่งหมายในการใช้งานอย่างไร
- 3106 — แบบหรือลักษณะของเปลือกหุ้มและระบุว่าเป็น ปลั๊กตัวผู้หรือตัวเมีย
- MS — MILITARY STANDARD (หรือสร้างตาม GOVERNMENT STANDARD)

แบบหรือลักษณะของเปลือกหุ้มทั้งปลั๊กตัวผู้และตัวเมีย

ขอให้สังเกตรูปที่ 41 ชนิดต่าง ๆ ของขั้วต่อสายไฟแบบ MS (ASออกแบบ) เช่นปลั๊กตัวเมียหมายเลข MS 3100 หรือ MS 3400 หรือ MS 3450 จะเป็นปลั๊กตัวเมียติดกับผนัง ถ้า MS3107 ก็เป็นปลั๊กตัวผู้ชนิด QUICK DISCONNECT PLUG ถ้า MS3103 หรือ MS 3402 ก็จะเป็นปลั๊กตัวผู้ชนิดหักเป็นมุม (ANGLE PLUG) เป็นต้น

ดูที่รูปที่ 42 ชนิดต่าง ๆของขั้วต่อสายไฟแบบ MS ออกแบบเอง เช่นปลั๊กตัวเมียติดตั้งกับผนัง ถ้าใช้สายไฟบัดกรีเข้ากับปลั๊ก (ทางด้านหลัง) จะมีแบบ MS 3110 และ MS 3130 ถ้าใช้สายไฟบิบเข้ากับปลั๊ก (ทางด้านหลัง) จะมีแบบ MS 3120 และ MS 3140 เป็นต้น

ข้อสังเกต ขั้วต่อสายไฟชนิดที่ MS ออกแบบเอง ถ้าขั้วต่อสายไฟหรือปลั๊กอยู่กับที่หรือติดตั้งอยู่กับอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ว่าเป็นแบบมี PIN หรือ SOCKET ก็เรียกปลั๊กตัวเมีย (RECEPTACLE) ทั้งหมด ถ้าขั้วต่อสายไฟหรือตัวปลั๊กที่จะนำมาเสียบหรือนำมาต่อ (กับปลั๊กที่อยู่กับที่ดังกล่าวมาแล้ว) เรียกปลั๊กตัวผู้ ทั้งหมดเช่นกัน

CLASSES ของปลั๊ก

มีด้วยกันทั้งหมด 15 CLASSES หรือ 15 แบบ เรียงตามตัวอักษรดู TABLE 3 - 5 MIL - C - 5015 CONNECTOR CLASS ประกอบ ตัวอย่างเช่น

CLASS A. เป็นปลั๊กหรือขั้วต่อสายไฟที่ใช้งาน ทั่ว ๆไป ด้านหลังปลั๊กมีชิ้นเดียว

CLASS B. เป็นปลั๊กที่ด้านหลัง เปลือกหุ้มแยกได้ (SPLIT SHELL) ตามรูปที่ 44 ตอนข้างยาวใช้งานกับส่วนที่จะสามารถทำการเชื่อมปลั๊กได้ง่าย

CLASS C. เป็นปลั๊กที่ PRESSURIZED ใช้กับข้างฝาผนังหรือ BULKHEAD ของอุปกรณ์ที่ต้องการรักษาความดัน ลักษณะคล้ายปลั๊กแบบ CLASS A. แต่ภายในร่องมีผนึก (SEAL) ไว้

CLASS E. เป็นปลั๊กที่ป้องกันสิ่งแวดล้อมรบกวน (ENVIRONMENT RESISTING CONNECTOR) เช่นกันความชื้น , กันการสั่นสะเทือน ใช้ประกอบในที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ หรือ ที่มีการสั่นสะเทือน ด้านหลังของปลั๊ก แบบนี้จะมีกันน้ำอย่างดี ไม่ให้ความชื้นเข้าไปได้ ดังนั้นถ้าใช้ปลั๊กตัวเมียแบบ CLASS E. ปลั๊กตัวผู้ก็ต้องเป็น CLASS E. ด้วย

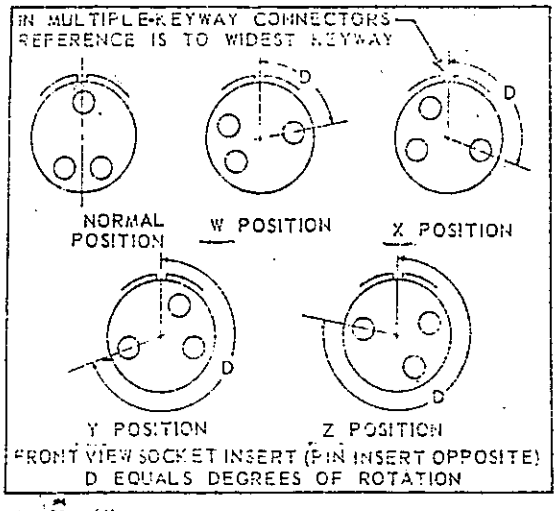
CLASS K. เป็นปลั๊กกันไฟไหม้ (FIRE PROOF CONNECTOR) ใช้ในเมื่อกระแสไฟที่ผ่านปลั๊กอาจเกิดร้อนหรือมีเปลวไฟ ฉนวนระหว่างขั้วของปลั๊กต้องใช้วัสดุทนความร้อนหรือทนไฟ และสายไฟที่ต่อเข้ากับปลั๊กต้องใช้วิธีบิบอย่างเดียวเท่านั้นไม่ใช้วิธีบัดกรี

ลักษณะและตำแหน่งการวางรูป PIN หรือ SOCKET

ดูตามรูปที่ ๔๕ การวางตำแหน่งของ SOCKET หรือ PIN ในปลั๊ก ช่างระยะห่าง " D " เป็นจำนวนองศาที่กำหนดเฉพาะ ถ้าตัวอักษรท้ายสุด ของข้อกำหนดของขั้วต่อสายไฟ (CONNECTOR MARKING) ไม่มี W, X, Y และ Z แสดงว่า การวางตำแหน่ง (INSERT) เป็นไปตามปกติ (NORMAL POSITION)

Table 3-5. MIL-C-5015 Connector Classes

Class	Feature	Solder Contacts MS3100 Series	Front Release Crimp Contacts MS3400 Series	Rear Release Crimp Contacts MS3450 Series	Environ. Resistant	Fluid Resistant	Service Life and Insulation Resistance			Insert Material	Shell	
							Hot Spot Temp. (°C)	Service Life	Minimum Insulation Resistance (Megohms)		Material	Finish
A	Solid shell	X	–	–	–	Limited	85 125	1,000 hrs. 60 hrs.	30 1	Neoprene	Aluminum	Cadmium, olive drab
B	Split shell	X	–	–	–	Limited	85 125	1,000 hrs. 60 hrs	30 1	Neoprene	Aluminum	Cadmium, olive drab
C	Pressurized	X	–	–	–	Limited	85 125	1,000 hrs. 60 hrs.	30 1	Neoprene	Aluminum	Cadmium, olive drab
D	High impact shock	–	X	–	X	Partial	125 200	20 yrs. 10,000 hrs.	1,000	Silicone	Wrought aluminum	Cadmium over nickel
E	Without clamp	X	–	–	X	Limited	85 125	1,000 hrs. 60 hrs.	30 1	Neoprene	Aluminum	Cadmium, olive drab
F	With clamp	X	–	–	X	Limited	85 125	1,000 hrs. 60 hrs.	30 1	Neoprene	Aluminum	Cadmium, olive drab
H	Hermetic seal	X	–	–	X	Complete	175	1,000 hrs.	100	Silicone	Ferrous alloy	Electroless nickel
J	Gland seal for jacketed cable	X	–	–	X	Limited	85 125	1,000 hrs. 60 hrs.	30 1	Neoprene	Aluminum	Cadmium, olive drab
K	Firewall	X	X	X	X	Complete	175	1,000 hrs.	100	Silicone	Ferrous alloy	Electroless nickel
L	Fluid resistant	–	X	X	X	Complete	175	1,000 hrs.	100	Silicone	Aluminum	Electroless nickel
P	Potting seal	X	–	–	X	Limited	85 125	1,000 hrs. 60 hrs.	30 1	Neoprene	Aluminum	Cadmium, olive drab
R	Grommet seal without clamp	X	–	–	X	Limited	85 125	1,000 hrs. 60 hrs.	30 1	Neoprene	Aluminum	Cadmium, olive drab
U	High temperature	–	X	X	X	Partial	200	1,000 hrs.	1,000	Silicone	Aluminum	Electroless nickel
W	Life	–	X	X	X	Partial	125 200	20 yrs. 10,000 hrs.	1,000	Silicone	Aluminum	Cadmium, olive drab
Y	Accepts large wire insulation O.D.	–	X	–	X	Partial	125 200	20 yrs. 10,000 hrs.	1,000	Silicone	Aluminum	Cadmium, olive drab



รูปที่ ๔๕ Alternative Positions of Connector Inserts

ในบางครั้งอาจจะพบ MS PART NUMBER หรือ CONNECTOR MARKING ดังนี้

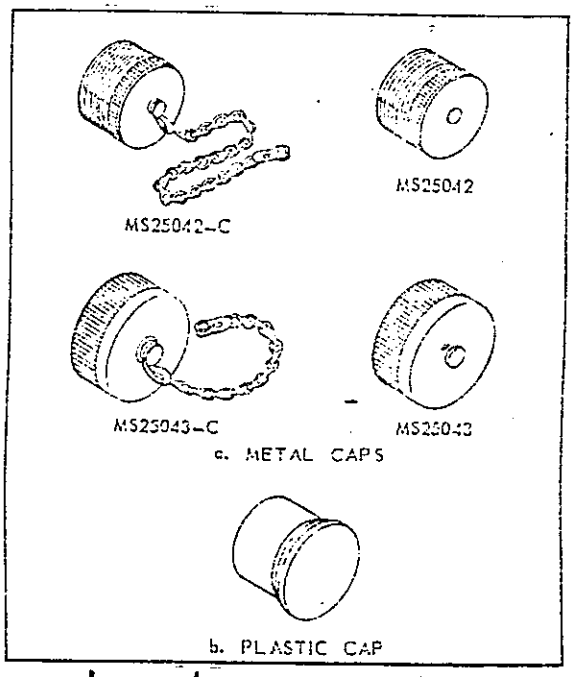
MS 3100 A16B 11 PX

จะบอกถึงแบบของแป้นเกลียว

B = BAYONET แบบมีปุ่มเล็ก ๆ ที่ปลักตัวเมียสำหรับล็อคแป้นเกลียว

T = THREAD แบบมีเกลียว

Q = PUSH - PULL แบบกึ่งเข้าออกตรง ๆ



รูปที่๔๖ แบบต่างๆของฝาครอบขั้วต่อไฟฟ้า

สวิชท์ (SWITCHES)

สวิชท์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าเพื่อเป็นการควบคุม ปิด – เปิด และเปลี่ยนตำแหน่งของวงจร สวิชท์จะกำหนด (RATED) เป็นโวลท์และแอมแปร์ที่สูงสุดของตัวมันเอง เพื่อจะได้นำไปใช้ให้เหมาะสมกับวงจรไฟฟ้าแต่ละชนิด สวิชท์จะต่อขนุกรมกับวงจร ดังนั้นกระแสทั้งหมดของวงจรที่จะผ่านสวิชท์ ต้องให้สวิชท์ " OFF" เพื่อเปิดวงจร แรงเคลื่อนไฟฟ้าทั้งหมดของวงจรจะกระโดดข้าม (หรืออาจเกิดประกายไฟ) ขั้วทั้งสองของสวิชท์ได้ ดังนั้นสวิชท์จึงสร้างให้ตำแหน่งสัมผัส (SWITCH CONTACT) ปิดและเปิดอย่างรวดเร็ว เพื่อลดการเกิดประกายไฟ (ARCING)

สวิชท์มีอยู่ด้วยกันหลายแบบดังนี้

๑. แบบที่ทำงานด้วยมือ MANUALLY OPERATED SWITCH เช่น

๑.๑ สวิชท์ชนิดโยก TOGGLE SWITCH

๑.๒ สวิชท์หลายทาง ROTARY OR SELECTOR SWITCH

๑.๓ สวิชท์ใบมีด KNIFE SWITCH

๑.๔ สวิชท์ชนิดกด PUSH BUTTON SWITCH

๒. แบบที่ทำงานด้วยกลไก MECHANICAL OPERATED SWITCH เช่น

๒.๑ ไมโครสวิชท์ MICRO SWITCH OR PLUNGE SWITCH

๓. แบบที่ทำงานด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า ELECTROMAGNETICALLY OPERATED SWITCH เช่น

๓.๑ รีเลย์ RELAY

๓.๒ โซลินอย SOLINOID

๔. แบบที่ทำงานด้วยความกัน PRESSURE OPERATED SWITCH เช่น FLOATING SW, PRESSURE CONTROL SW. เป็นต้น หลักการใช้ไมโครสวิชท์ร่วมกับ —— BELLOW หรือ ANEROID หรือ ใช้ความอัดโดยตรงไปทำงาน

๕. แบบที่ทำงานด้วยความร้อน THERMAL OPERATED SWITCH เช่น

๕.๑ TIME DELAY SWITCH

สวิชท์มักยอกแบบหรือกำหนดจำนวนสะพานไฟหรือตัวสัมผัสขั้วไฟ (NUMBER OF POLE) จำนวนวงจรของแต่ละสะพานไฟที่สามารถเชื่อมกับสวิชท์ได้ (NUMBER OF THROW) และตำแหน่งของคันโยกของสวิชท์ (NUMBER OF POSITION) ไว้ ดังนั้นการเรียกชื่อสวิชท์ที่สมบูรณ์จะประกอบด้วย

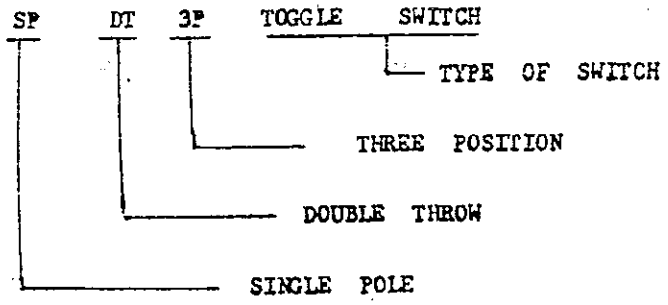
๑. ชนิดของสวิชท์ เช่น TOGGLE SWITCH, KNIFE SWITCH .....

๒. NUMBER OF POLE จะมีคำย่อเช่น SP = SINGLE POLE DP. = DOUBLE POLES, TP = TRIPLES

๓. NUMBER OF THROW จะมีคำย่อเช่น ST = SINGLE THROW DT = DOUBLE THROWS, TT = TRIPLE THROWS

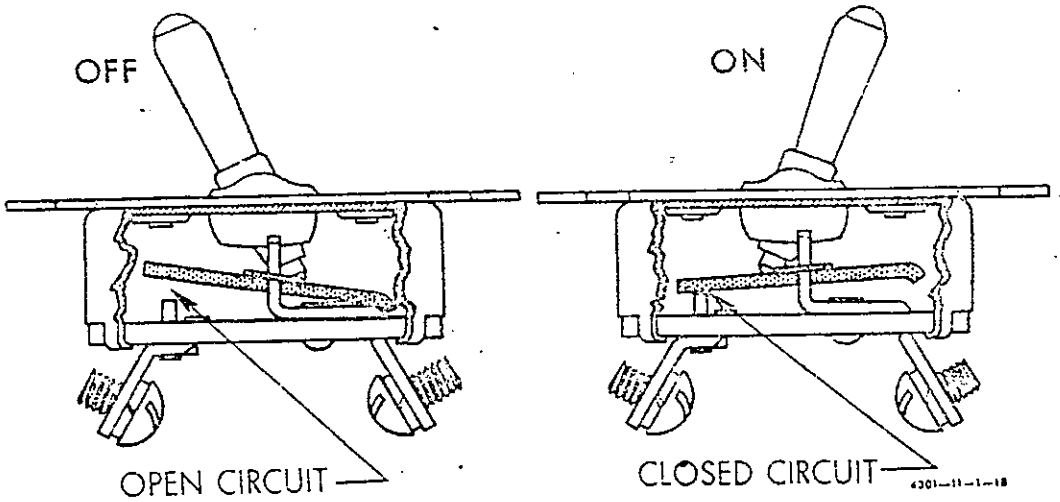
๔. NUMBER OF POSITION [illegible] 2P = TWO POSITIONS, 3P = THREE POSITIONS

ตัวอย่าง IDENTIFICATION CODE ของสวิทช์



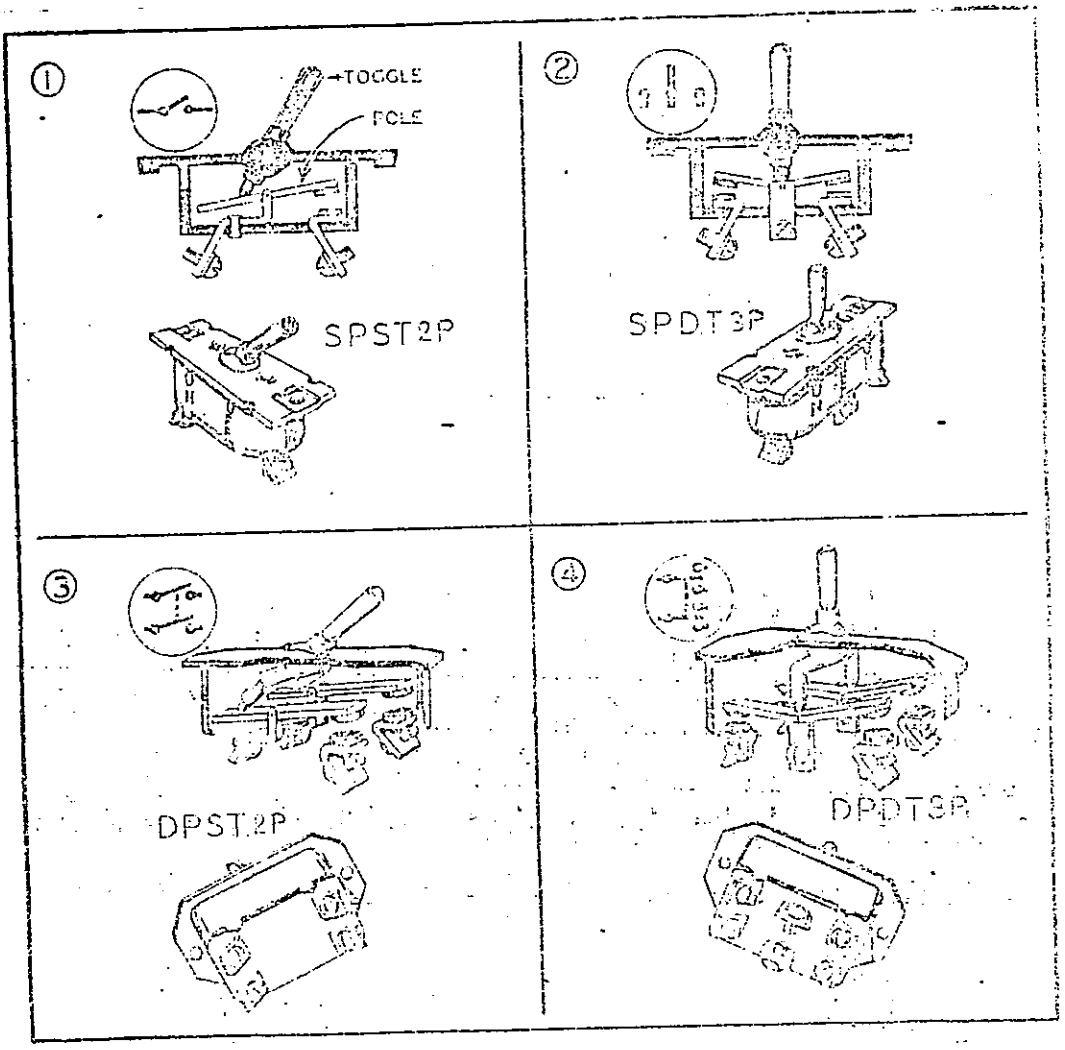
ดูตัวอย่างในรูปที่ ๔๘

ตัวอย่างง่าย ๆ ที่เรียกถึงตำแหน่งของสวิทช์แบบโยกคือ สวิทช์ที่เราโยกไปด้านหนึ่งจะทำให้วงจรเปิด ถ้าเราโยกไปด้านตรงข้ามจะทำให้วงจรปิดหรือที่ด้านข้างสวิทช์จะเขียนไว้ว่า " OFF " ด้านหนึ่ง และ " ON " อีกด้านหนึ่ง เรียกว่าสวิทช์นี้โยกหรือทำงานได้เพียงสองตำแหน่ง ดูรูปที่ ๔๙ ส่วนที่เรียกว่าสามตำแหน่งก็คือ สามารถโยกได้สามตำแหน่ง หรือด้านข้างสวิทช์เขียนไว้ว่า " ON " "OFF" และ " ON " ดูรูปที่ (๖) ; (๔)



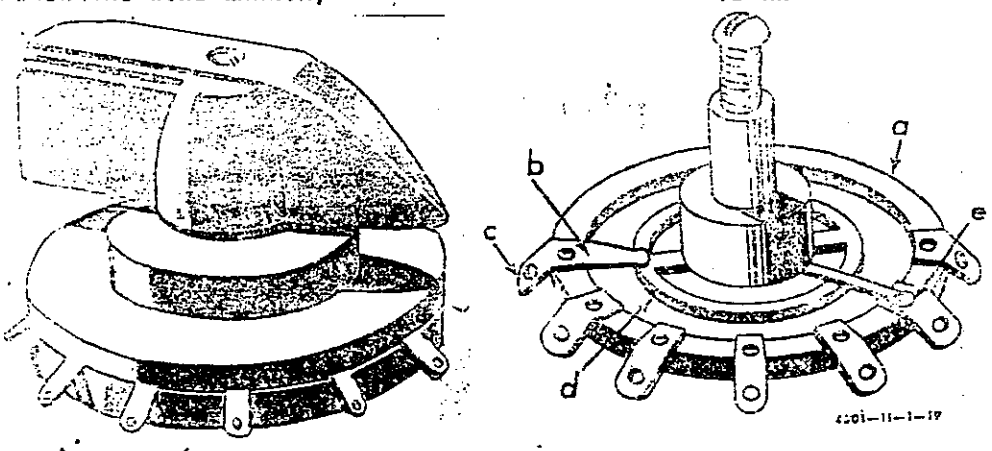
Toggle switch (cutaway).

รูปที่ ๔๙



รูปที่๘๘แสดงสวิทช์ชนิดโยก (TOGGLE SWITCHES) แบบต่าง ๆ

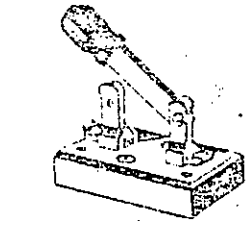
สวิทช์หลายทาง (ROTARY SELECTOR SWITCH) ดูรูปที่ ๘๙ แสดงให้เห็นว่าไฟเข้า (POWER TERMINAL) มาที่ขั้ว ซึ่งอยู่บนฉนวนรูปวงแหวน (a) ไฟฟ้าจะผ่านขั้ว c – ขั้ว b และถึงตัวนำ d ที่เป็นวงแหวน หลังจากนั้นจะไหลออกไปยังขั้ว e ซึ่งจะเป็นขั้วไฟที่เคลื่อนที่ไปตามขั้วต่าง ๆ บนวงแหวน a ออกไปใช้งานตามระบบต่าง ๆ เมื่อขณะที่เราบิดหรือหมุน KNOB ตอนบนสะพานไฟ หรือ แขน C จะเคลื่อนที่ไปด้วย สวิทช์แบบนี้ขั้วไฟอาจมากหรือน้อยแล้วแต่การนำไปใช้งานกับอุปกรณ์กี่ตัว หรือกี่ชุดก็ได้อย่างของ สวิทช์หลายทางก็อ- สวิทช์ แมกนิโค, VOLTMETER SELECTOR SW. เป็นต้น



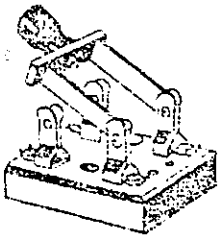
รูปที่ ๘๙ สวิทช์หลายทาง

A. INSULATING RING
B. STATIONARY CONTACT
C. COMMON TERMINAL
D. CONDUCTING RING
E. MOVING CONTACT

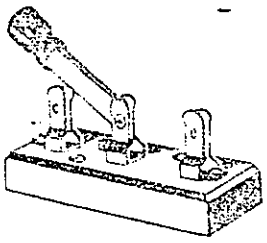
Rotary (selector) switch.



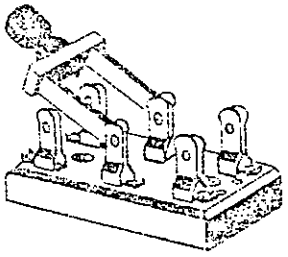
SINGLE-POLE SINGLE THROW KNIFE SWITCH



DOUBLE-POLE SINGLE-THROW KNIFE SWITCH



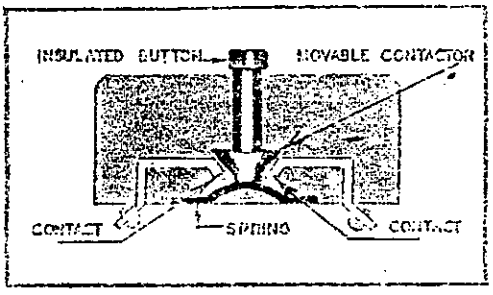
SINGLE-POLE DOUBLE-THROW KNIFE SWITCH



DOUBLE-POLE DOUBLE-THROW KNIFE SWITCH

รูปที่ ๕๐ สวิทช์ชนิดใบมีด (KNIFE SWITCH)

<u>สวิทช์ แบบกด</u> (PUSH BUTTON SWITCH) ปกติจะเป็นแบบสปริงและ MOMENTARY CONTACT TYPE คือ เมื่อกด BUTTON ลง ขั้วภายในจะเชื่อมถึงกัน เมื่อปล่อยมือสปริงที่อยู่ด้านล่าง CONTACT จะดันให้ขั้วภายในแยกจากกัน สวิทช์อาจจะมีสองขั้ว (CONTACTS) หรือมากกว่าขึ้นไป และ มีขั้วสัมผัส (MOVABLE CONTACT) หนึ่งขั้วหรือมากกว่าขึ้นไป หัวขั้วสัมผัสจะติดต่อถึง BUTTON ที่สำหรับกดโดยมีฉนวนหุ้มอยู่ สวิทช์แบบนี้มีใช้กับจำพวก ไฟตรวจสอบ (INDICATOR LIGHT CHECK) บางครั้งท่านอาจจะพบสวิทช์ แบบกดแล้วเชื่อม (PUSH - ON) หรือ กดแล้วดับ (PUSH - OFF) ซึ่งก็จัดอยู่ในจำพวก PUSH BUTTON SWITCH

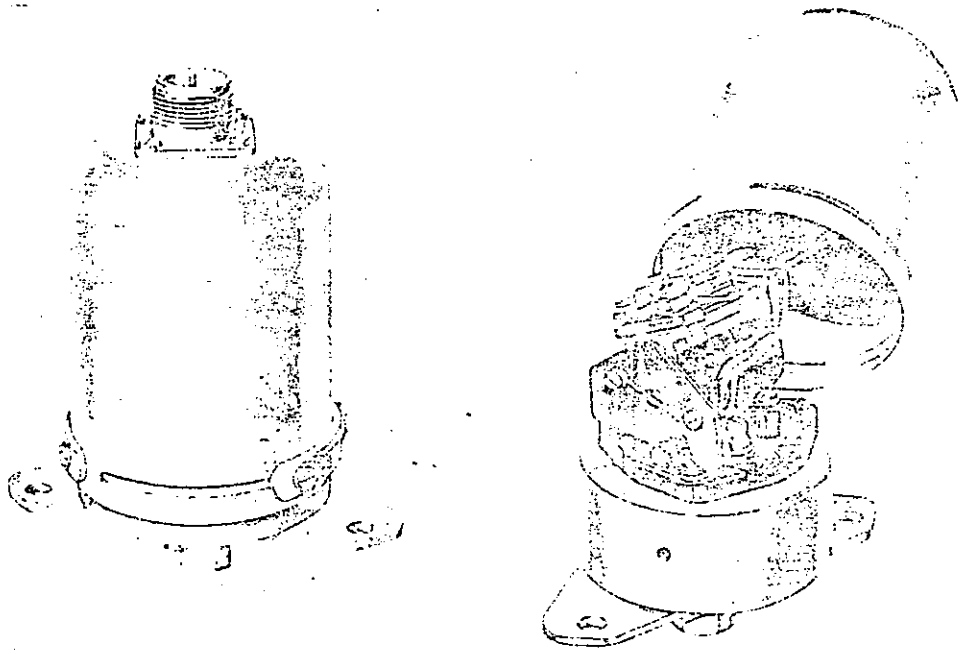


รูปที่ ๕๑ สวิทช์แบบกด

PRESSURE SWITCHES

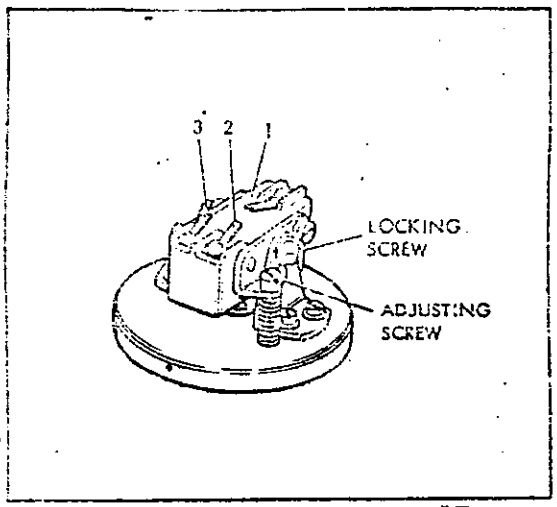
PRESSURE SW. ที่ใช้ในอากาศยาน ติดตั้งกับระบบเชื้อเพลิง, หล่อลื่น ไฮดรอลิค และระบบฉีดน้ำ (WATER INJECTION SYSTEM) มีอยู่ด้วยกันหลายหลายแบบรวมทั้งสวิทช์ แสดงระดับของ ของเหลว (WATER LEVEL SW.) สวิทช์เหล่านี้บริษัทลุกแห่ง ชิคาโก รัฐอิลินอย สหรัฐอเมริกาเป็นผู้สร้างเกือบทั้งสิ้น

สวิทช์ความอัด (PRESSURE SW.) โดยทั่วไปประกอบด้วย เบลโลว์ซึ่งเป็นโลหะหรือโลหะผสม ซึ่งเป็นตัวรับและส่งทอดความอัดอีกทีหนึ่ง (ทั้งเบลโลว์และโลหะผสมนี้มีส่วนต่างกันหลายแบบ) ซึ่งจะมีตัวเรือนโลหะหุ้มทั้งหมดไว้อีก

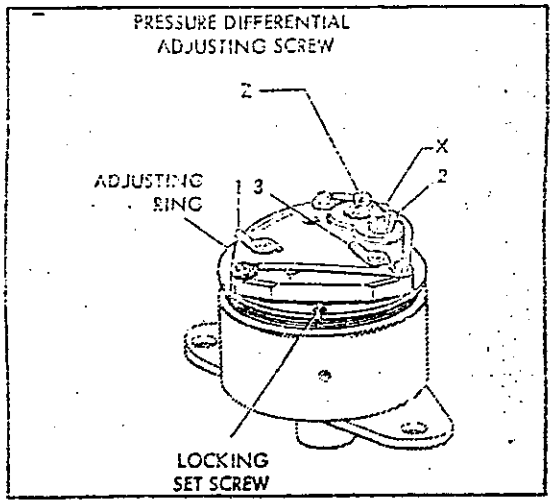


รูปที่ ๕๔ แสดงสวิทช์ความอัดแบบ 555 - 2070

สวิทช์ความอัดที่ใช้เบลโลว์หรือโลหะผสมเป็นตัวส่งทอดจะทำหน้าที่ขยายไมโครสวิทช์ให้ทำงานอีกทีหนึ่ง ไมโครสวิทช์ ก็มีใช้อยู่ด้วยกันหลายแบบเช่นกัน เช่น OPEN BLADE TYPE ; AN OPEN TYPE, SINGLE - POLE , DOUBLE - THROW, SNAP ACTION MICRO SW. หรือ SINGLE-POLE,DOUBLE - THROW CLOSED TYPE SNAP ACTION MICRO SW. สวิทช์บางแบบก็ใช้รีเลย์ ร่วมในการทำงานด้วยก็มี

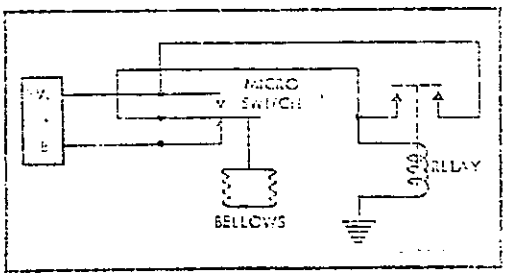


Closed Type Snap-Action Micro-Switch

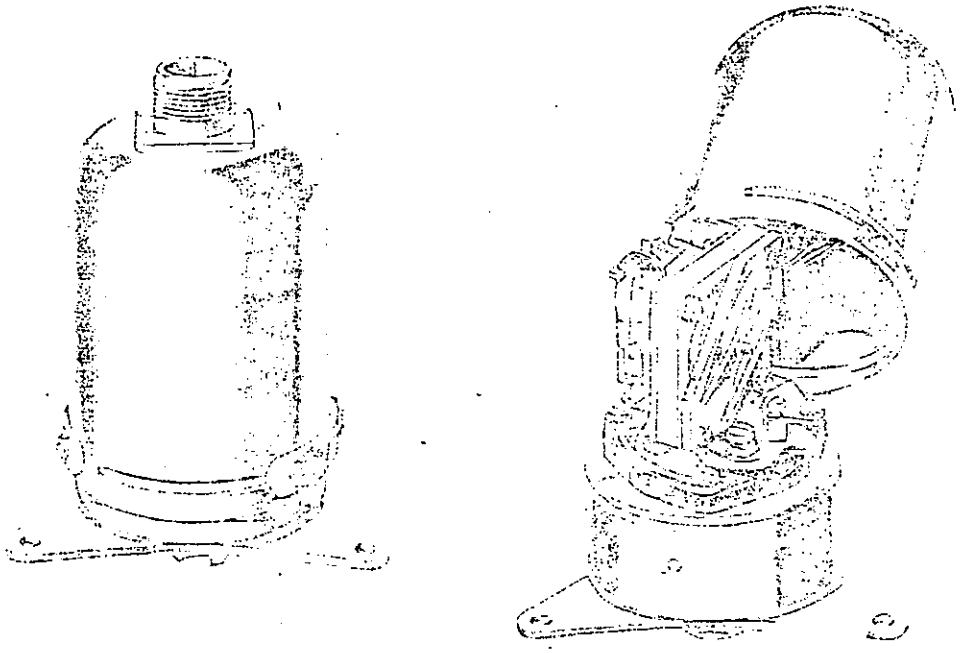


Open Type Snap-Action Micro-Switch

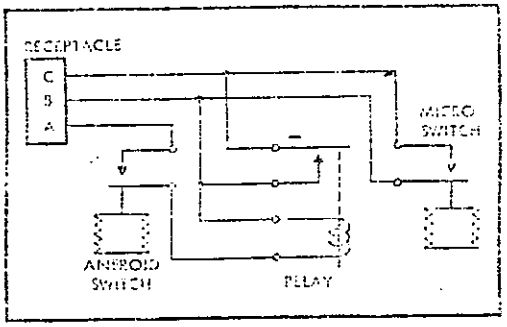
รูปที่ ๕๖ และ



รูปที่ ๕๓ แผนทางไฟฟ้าของสวิทช์ความดันแบบ ๕๕๕ – ๒๐๓๐

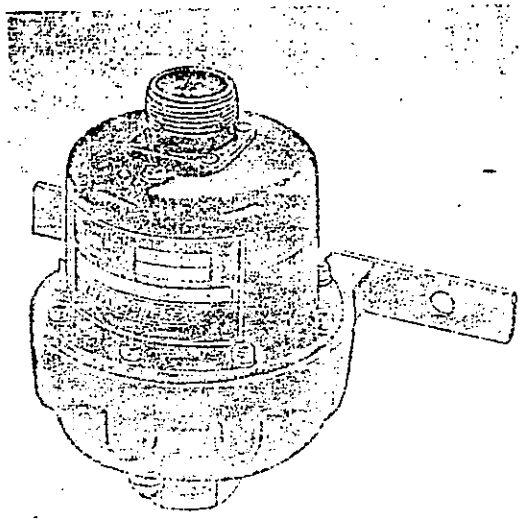


รูปที่ ๕๔ แสดงสวิทช์ความดันแบบ ๕๕๕ – ๒๐๓๐

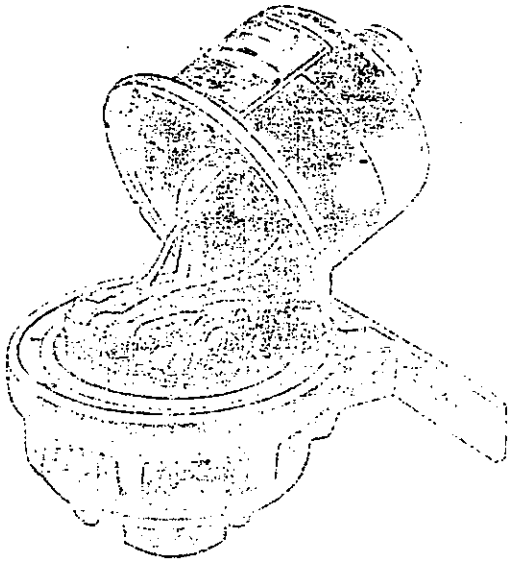


รูปที่ ๕๕ แผนทางไฟฟ้าของสวิทช์ความดันแบบ ๕๕๕ – ๒๐๓๐

ชุดสวิทช์ความดันสูงและสวิทช์ **EXPLOSION - PROOF** มีระบบการทำงานหรือรูปร่างลักษณะคล้ายกับสวิทช์ความดันที่กล่าวมาแล้ว แต่การสร้างแข็งแรงกว่าและทำการเมื่อกับชุดที่เกี่ยวข้องด้วยความระมัดระวังมาก

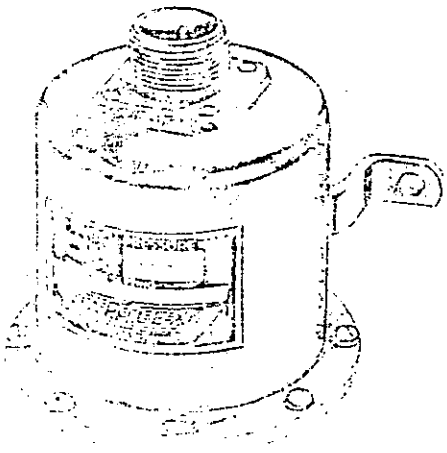


Model 555-940
High Pressure Switch

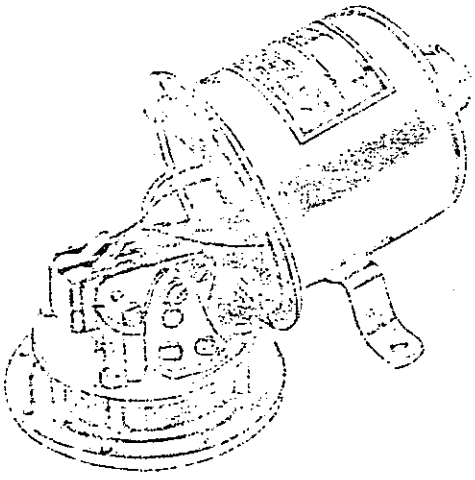


Model 555-940
High Pressure Switch with Cover Removed

รูปที่ ๖๐ แสดงสวิทช์ความดันสูงแบบ ๕๕๕ - ๙๔๐

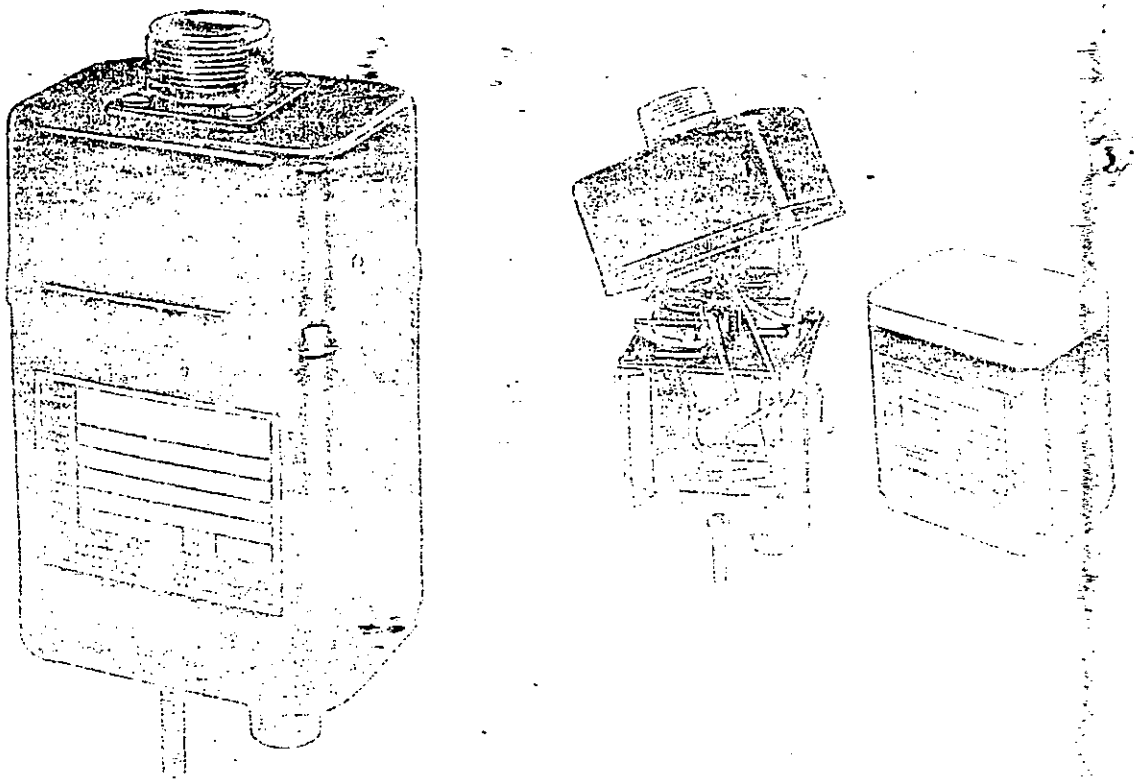


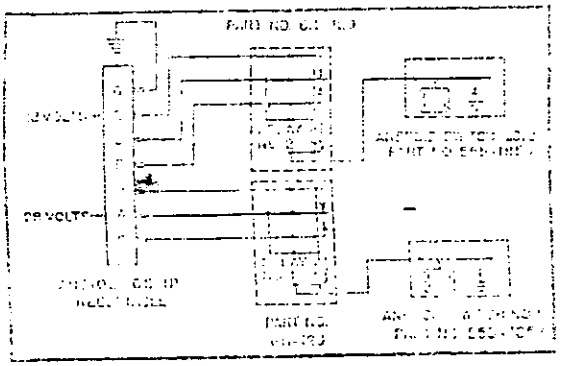
Model 555-1332
Explosion Proof Pressure Switch



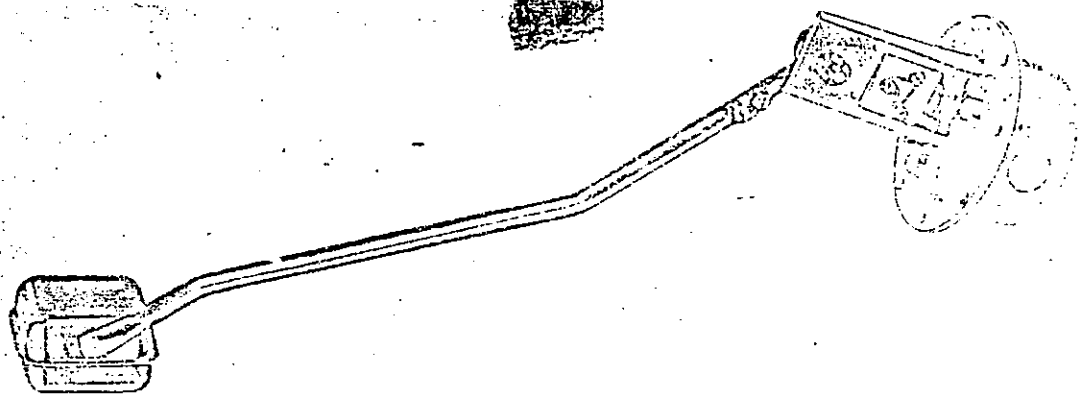
Model 555-1332
Explosion Proof Pressure Switch with Cover Removed

รูปที่ ๖๑ แสดงสวิทช์ **Explosion Proof Pressure SW.**

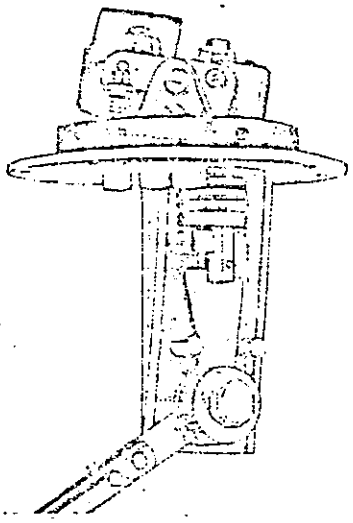




WATER LEVEL SW. เป็นโครงสร้างที่ทำงานร่วมกันกับ [illegible] ([illegible])
ใช้สำหรับวัดหรือชี้แสดงจำนวนเชื้อเพลิงที่เหลืออยู่ในถังเชื้อเพลิงของรถยนต์ เป็นต้น



Model 555-1305 Water Level Switch



Model 555-1303
Water Level Switch with Cover Removed

รูปที่ ๖๙ แสดงชุดสวิทช์ [illegible]

[illegible] T.C. หมายเหตุ 501 - .....