

**Τ.Ε.Ι. Πάτρας**  
Τμήμα Ηλεκτρολογίας

**Πτυχιακή Εργασία**

**Αριθμός 493**

**«Παραγωγή και διανομή της Ηλεκτρικής  
ενέργειας σε αεροσκάφος τύπου  
Boeing Μοντέλο 737-284»**



**Εισηγητής:**  
**Κ. Γ. Βλασσόπουλος**

**Σπουδαστές:**  
**Χαρ. Καναβός**  
**Νεκ. Βρυώνης**  
**Φιλ. Κολυβάς**

**Πάτρα - Σ. 2000**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	3192
----------------------	------

## Ευχαριστίες

*Ευχαριστούμε θερμά τον υπεύθυνο της πτυχιακής μας εργασίας κ. Βλασσόπουλο Γεράσιμο για τις πολύτιμες συμβουλές του στην διεκπεραίωση αυτής της πτυχιακής εργασίας.*

**Οι σπουδαστές**  
Καναβός Χαράλαμπος  
Βρυώνης Νεκτάριος  
Κολυβάς Φίλιππος

## Πρόλογος

Η Boeing είναι μια εταιρία με δραστηριότητες στην επιβατική αεροπλοΐα, στην κατασκευή στρατιωτικών αεροσκαφών, προηγμένου οπλισμού για αεροπορικές επιχειρήσεις αλλά και αεροδιαστημικού εξοπλισμού. Υπάρχει ακόμα σοβαρή εμπλοκή της στην έρευνα για υπεραντωτικά σώματα αλλά και για το νέο υποτροχιακό αεροσκάφος υψηλών επιδόσεων (X-32).

Στον τομέα των επιβατικών αεροσκαφών η Boeing απολαμβάνει ανανοχλητή την πρωτοκαθεδρία. Η σειρά 700 της έχει χάρισει το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς και μόνο η ευρωπαϊκή Airbus φαίνεται ικανή να την ανταγωνιστεί. Το 737 που είναι και αντικείμενο της εργασίας πρωτοεμφανίστηκε το 1965 ως συμπληρωματική λύση στα μεγαλύτερα 707 και 727.

Το πρώτο 737-100 παραδόθηκε στην Lufthansa στις 28 Δεκεμβρίου του 1967 και άρχισε τις πτήσεις στην Ευρώπη στις 10 Φεβρουαρίου του 1968. Το τελευταίο 737-100 παρήχθη το 1969 και παραδόθηκε τον Νοέμβριο του ίδιου έτους.

Στις 28 Απριλίου 1968 το πρώτο 737-200 ξεκίνησε υπηρεσία στις ΗΠΑ με την United Airlines. Συνολικά από το 1966 έως 1988 παρήχθησαν 1.114 αεροσκάφη τύπου 737-200.

Το 737 πραγματοποιεί 79.000 πτητικούς κύκλους ανά εβδομάδα. Εδώ και είκοσι χρόνια το 737 υπηρετεί πιστά την Ολυμπιακή Αεροπορία. Η αντικατάστασή του αναμένεται να γίνει από τα αεροσκάφη που θα προκύψουν από το πρόγραμμα απόκτησης αεροσκαφών Airbus.

Στην πτυχιακή εργασία που ακολουθεί θα ασχοληθούμε με το 737 μοντέλο 284. Αντλώντας πληροφορίες από βιβλιογραφία μη διαθέσιμη στο κοινό, όπως τεχνικά εγχειρίδια της Boeing αλλά και τις σχετικές τεχνικές νόρμες της Ολυμπιακής Αεροπορίας, από τον Ελληνικό και ξένο ειδικό τύπο αλλά και από την εκτενή ενασχόληση μας με το αντικείμενο, θα καταρτίσουμε ένα ολοκληρωμένο τεχνικό εγχειρίδιο πάνω στα βασικά ηλεκτρολογικά συστήματα του Boeing 737-284.

Σημείωση: Στην πτυχιακή εργασία οι διάφοροι τεχνικοί όροι που χρησιμοποιούνται έχουν άλλοτε αποδοθεί στην Ελληνική και άλλοτε στην αγγλική γλώσσα. Αυτό γίνεται διότι κάποιες εκφράσεις αποτελούν τεχνική "αρχαϊκή" και κάποιες άλλες είναι τμήμα πρόσφορες για μετάφραση.

## Περιεχόμενα

Πρόλογος	2
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup>	8
<b>Ηλεκτρική ισχύς [Electrical Power]</b>	<b>8</b>
Master Caution	8
Master caution annunciator lights	12
Συντμήσεις λέξεων (Abbreviations)	126
Electrical power	20
Γραμμές τροφοδότησης γεννητριών	22
Θέσεις μονάδων που χρησιμοποιούνται στο σύστημα ηλεκτρικής ισχύος	24
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup>	26
<b>Constant Speed Drive</b>	<b>26</b>
<b>Γεννήτρια και CSD</b>	<b>26</b>
CSD:Εξωτερικές γραμμές διανομής ελαίου	28
Οδήγηση γεννήτριας και αποκοπή	30
Οδήγηση γεννήτριας και αποκοπή	32
CSD:Σχηματικό φάσης υπεροδήγησης διαφορικής μονάδας	34
CSD:Σχηματικό διαφορικής και υδραυλικής μονάδας σε φάση υπεροδήγησης	36
Οδήγηση γεννήτριας	38
Οδήγηση γεννήτριας (CSD)	40
Σταθεροποιητής στροφών-Constant speed drive (CSD)	42
Σταθεροποιητής στροφών (CSD) και πίνακας ελέγχου PS-5	44
Ηλεκτρικά κυκλώματα CSD	46
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup>	48
<b>Γενήτρια E.P. [AC Generation]</b>	<b>48</b>
Γενήτρια E.P.	48
Γενήτρια E.P.-Κινητήρα	52
Γενήτρια E.P.-APU	54

<b>Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup></b>	<b>56</b>
<b>Διανομή ισχύος [Power Distribution]</b>	<b>56</b>
Διανομή E.P.	56
Έλεγχοι από τον πίνακα electrical power (P5-4)	64
Λειτουργία των φώτων AC power bus off	68
Τροφοδότηση από εξωτερική πηγή και Ground service.	70
Διανομή 28V E.P.	72
Διανομή 28V Σ.Ρ.	74
Έλεγχος τροφοδότησης της Battery bus	76
Απομόνωση λόγω βραχυκυκλώματος	78
Διανομή για τα ηλεκτρονικά φορτία (Flight instruments-radios)	80
Διανομή για τα φορτία ανάγκης (Standby)	84
Κύκλωμα ελέγχου Standby Bus (Normal)	86
Κύκλωμα ελέγχου Standby bus (Alternate)	88
Τροφοδότηση του Battery Charger με E.P.	90
Κύκλωμα ελέγχου Battery Charger	92
Το ηλεκτρικό σύστημα ισχύος του 737	94
<b>Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup></b>	<b>96</b>
<b>Equipment Locations</b>	<b>96</b>
Θέσεις μονάδων συνεχούς ρεύματος	96
Ενθέμιο (Rack) E3	98
Generator and bus tie breaker	100
Generator breaker	102
External power contactor	104
Θέσεις Generator Breakers και External Power Contactor	106
P6 Panel (Load control panel)	108
Εσωτερικό P6 panel- Επάνω τμήμα	110
Εσωτερικό P6 panel-Κάτω τμήμα	112
Δευτερεύων πίνακας relays στο P6-2 panel	114
Αριστερός πίνακας φορτίων-P18	116
<b>Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup></b>	<b>118</b>
<b>AC Control And Protection</b>	<b>118</b>

Λειτουργία του Generator Control Relay (GCR) _____	118
Λειτουργία του GCR. _____	122
Εξωτερική πρόσθετη τροφοδότηση (Backup) του GCU _____	126
Κύκλωμα ανάπτυξης τάσης της γεννήτριας _____	128
Κύκλωμα ρεύματος ετοιμότητας (Power Ready) _____	130
Block διάγραμμα λειτουργικών ελέγχων GCU _____	132
Έλεγχος GCR γεννήτριας κινητήρα _____	134
Έλεγχος GCR γεννήτριας APU _____	136
Έλεγχος Generator Breaker γεννήτριας κινητήρα _____	138
Relays διαφορικής προστασίας _____	142
Έλεγχος APU Generator Breaker _____	144
Έλεγχος Bus Tie Breaker (Κλείσιμο) _____	146
Έλεγχος BTB (Trip) _____	148
Διανομή E.P. _____	150
Bus Transfer Relays: Α.Κανονική λειτουργία _____	152
Bus Transfer Relays: Β. Βοηθητική (Auxiliary) λειτουργία _____	154
Bus Transfer Relays: Γ. Εναλλακτική (Alternate) λειτουργία _____	156
Προστασία από μη κανονική συχνότητα _____	158
Προστασία από υψηλή και χαμηλή τάση _____	160
Προστασία διαφορικού ρεύματος (Differential Current Protection) _____	162
Μετασχηματιστές εντάσεως φορτίου διαφορικής προστασίας (Differential Current Transformers) (LOAD) _____	164
Μετασχηματιστής εντάσεως διαφορικής προστασίας στον κινητήρα (Differential Current Transformer) (ENGINE) _____	166
Γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος-APU _____	168
Μονάδες μετασχηματιστών εντάσεων γραμμής (Line Current Transformer Assemblies) _____	170
Προστασία διαφορική και υπερεντάσεως (Differential and overcurrent protection) _____	172
Μετασχηματιστές για τη διαφορική προστασία _____	174
Relays διαφορικής προστασίας _____	176
Διαφορική προστασία γεννήτριας κινητήρα (On Bus) _____	178
Διαφορική προστασία γεννήτριας κινητήρα (Off Bus) _____	180

Διαφορική προστασία γεννήτριας APU (On Bus) _____	182
Διαφορική προστασία γεννήτριας APU ("Single Bus") _____	184
Διαφορική προστασία γεννήτριας APU (Αποσυνδεδεμένη από τις μπάρες "Off Bus") _____	186
Generator control unit (P6 panel) _____	188
<b>Κεφάλαιο 7" _____</b>	<b>190</b>
<b>Annunciator Module _____</b>	<b>190</b>
Electrical power annunciator panel _____	190
Annunciator panel fault lights _____	196
Annunciator panel DC bus lights _____	198
Annunciator panel AC bus lights _____	200
<b>Κεφάλαιο 8" _____</b>	<b>202</b>
<b>Σύστημα εξωτερικής ισχύος   External Power System  _____</b>	<b>202</b>
External power receptacle-Interior _____	202
Ground power available light _____	204
Ενδεικτικά φώτα εξωτερικής πηγής _____	206
Bus protection panel _____	208
Έλεγχος Ground service _____	212
Εξωτερική πηγή DC _____	214
<b>Κεφάλαιο 9" _____</b>	<b>216</b>
<b>Power System Test Module _____</b>	<b>216</b>
Power System Test Module _____	216
AC and DC meter panel (P5-13) _____	220
Μετρητές ρεύματος AC _____	222
<b>Κεφάλαιο 10" _____</b>	<b>224</b>
<b>Auxiliary Power Unit (APU) _____</b>	<b>224</b>
Βοηθητική μονάδα ισχύος (APU) _____	224
Τοπολογία APU _____	226
Θώρακας μηχανής APU _____	228
Κοιλότητα του Torque Box του APU και θυρίδα προσιτότητας _____	230



Εγκατάσταση APU	234
Τμήμα παρελκομένων APU	236
Τοπολογία οργάνων APU	238
Σχέδιο APU	240
Διακοπή λειτουργίας του APU	244
Σύστημα λίπανσης του APU	246
Εξαρτήματα λιπάνσεως του APU	250
Έλεγχος επιτάχυνσης και σταθερών στροφών	252
Ηλεκτρονικός διακόπτης ελέγχου ταχύτητας	256
Κύρια ηλεκτρική αντλία κινωσίμου και βαλβίδα διακοπής κινωσίμου	260
Σύστημα εισαγωγής αέρος	262
Βαλβίδα κινωσίμου, αντλία και κύκλωμα ηλεκτροκινητήρα θορύας	264
Βαλβίδα κινωσίμου, αντλία και κύκλωμα ηλεκτροκινητήρα θορύας	266
Κύρια βαλβίδα λήψης πίεσης αέρος από το APU	268
Σχηματικό κύριας βαλβίδας λήψης πίεσης αέρος	272
Τοποθεσία εξαρτημάτων APU	274
Μονάδα ελέγχου APU-Αριστερή πλευρά	276
Παροχή ισχύος μονάδας ελέγχου APU	278
Σύστημα εκκίνησης του APU (OIF)	280
Σύστημα εκκίνησης του APU (Start)	284
Σύστημα εκκίνησης APU (στροφάλος)	286
Σωληνοειδής βαλβίδα ελέγχου κινωσίμων	288
Σύστημα εκκίνησης APU (Run)	292
Κύκλωμα αποκοπής υπερταχύτητας	294
Διαδικασία αποκατάστασης (reset) υπερταχύτητας	298
Κύκλωμα διακοπής χαμηλής πίεσης λαδιού του APU	300
Υψηλή θερμοκρασία λαδιού/Κύκλωμα αποκοπής πυρκαγιάς	304
<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>307</b>

## Κεφάλαιο 1°

### Ηλεκτρική ισχύς [Electrical Power]

#### Master Caution

##### Σκοπός:

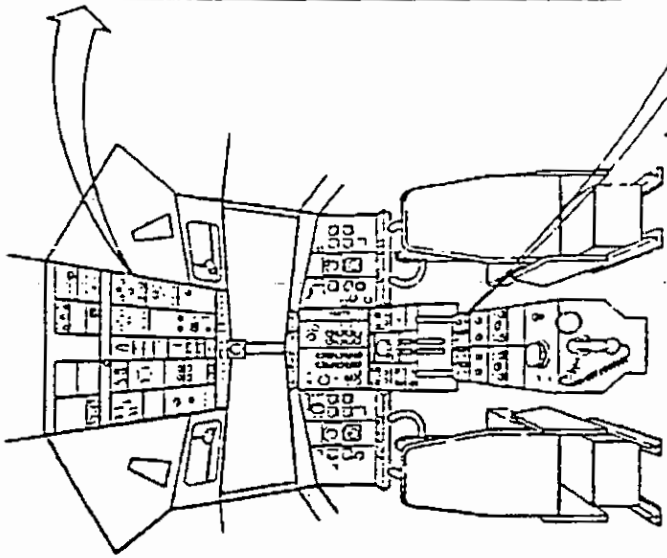
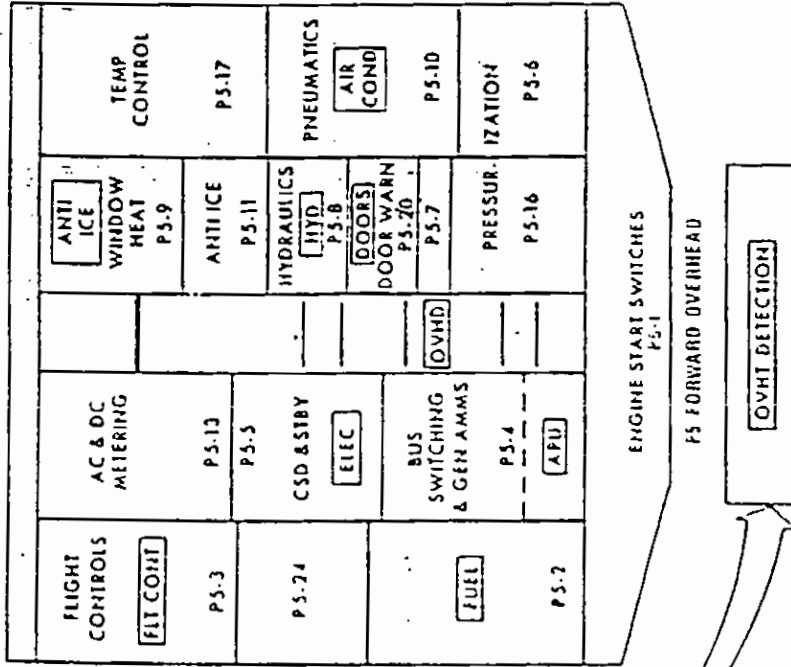
Η απουσία του ιπτάμενου μηχανικού, σ' αυτό το αεροπλάνο, για να παρακολουθεί τη λειτουργία των υποσυστημάτων (όπως καυσίμου, ηλεκτρικά, κλιματισμού κλπ), υπαγορεύει την ανάγκη μετατροπής τέτοιων συστημάτων σε αυτόματα ή τουλάχιστον σε ημιαυτόματα. Τα όργανα και οι έλεγχοι, τα οποία θα μπορούσαν να είναι τώρα συγκεντρωμένα σε μονάδες στον πίνακα πάνω από τα κεφάλια των χειριστών.

Στο BOING 737 το πλήρωμα του πιλοτηρίου θέτει σε λειτουργία τα διάφορα συστήματα του αεροπλάνου πριν την απογείωση. Επειδή αυτά τα συστήματα μπορούν να λειτουργούν αυτόματα, δεν χρειάζεται διαρκής παρατήρηση αυτών που βρίσκονται στον πίνακα Overhead (πάνω από τα κεφάλια των χειριστών) κατά την πτήση. Αν συμβεί βλάβη σε κάποιο από τα συστήματα αυτά, οι χειριστές θα το πληροφορηθούν από το πορτοκαλί φως στο Overhead Panel αλλά κυρίως από τρία πορτοκαλί φώτα στο Glare Shield (P7 Panel) το οποίο βρίσκεται κατ' ευθείαν στο οπτικό πεδίο των χειριστών.

##### Λειτουργία:

Η αριστερή πλευρά του μπροστινού (Overhead Panel) περιέχει τα συστήματα: Flight Controls, Fuel, Electrical και APU. Αυτά τα συστήματα μαζί με το σύστημα Overheat Detection (στο P18-1) Fire Panel, ανήκουν στην ευθύνη του κυβερνήτη. Η δεξιά πλευρά του μπροστινού Overhead Panel περιέχει τα συστήματα: Anti-ice, Hydraulics, Door Warning και Air Conditioning. Ο συγκυβερνήτης έχει την ευθύνη αυτών των συστημάτων μαζί με 6 ακόμη βλάβες που περιλαμβάνονται σε μια προειδοποίηση "Overhead".

2222222222



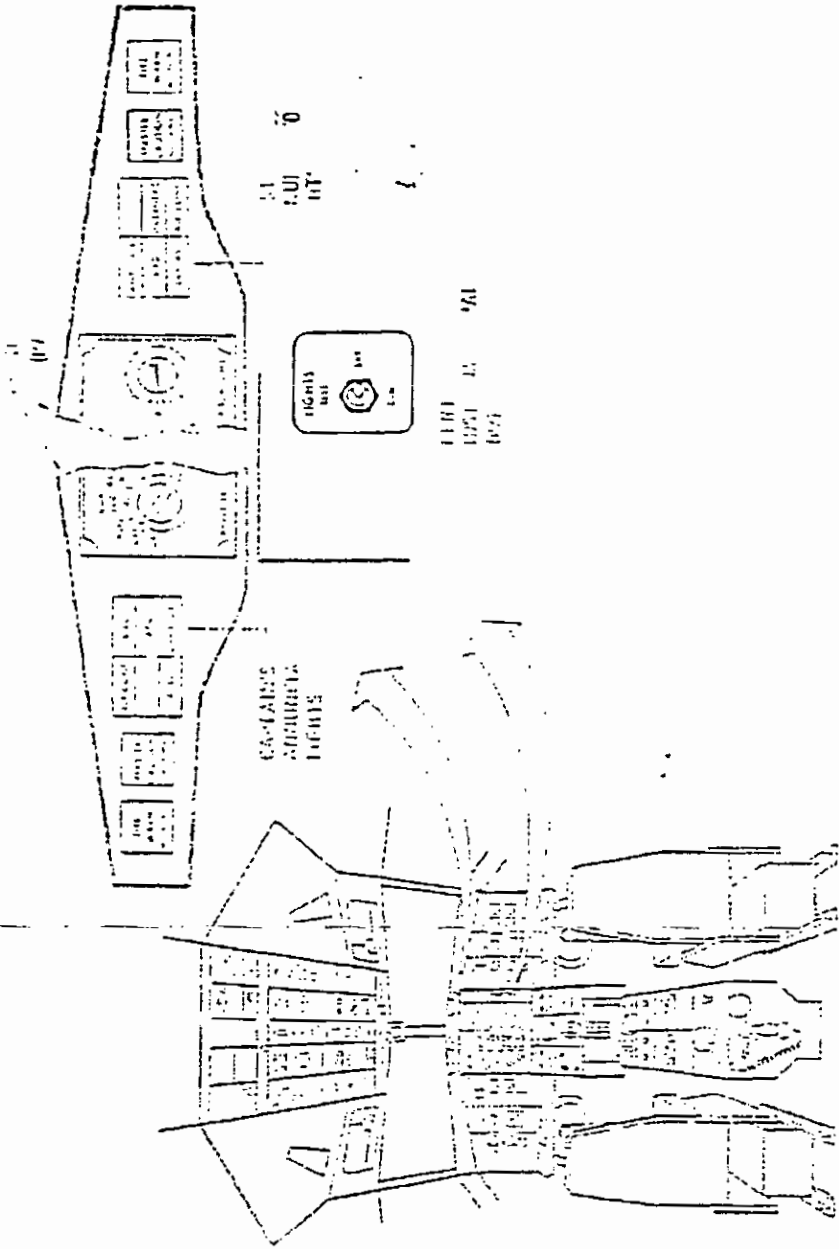
P5-1 FIRE PANEL MASTER CAUTION SYSTEM  
324 00 026 01

MAY 1976

Αν σημειωθεί βλάβη σ' ένα από τα παραπάνω συστήματα, οι χειριστές θα την πληροφορηθούν από το αντίστοιχο πορτοκαλί φως στο Overhead Panel ή το Fire Panel (P8-11) και από δυο πορτοκαλί φώτα "Master Caution" και ένα πορτοκαλί φως με την ένδειξη του συστήματος που ανήκει η βλάβη. (System Annunciator Light).

Το System Annunciator Light, κατευθύνει τη προσοχή του χειριστή στο αντίστοιχο σύστημα στο Overhead Panel στο οποίο έχει ανάψει το πορτοκαλί φως.

0000000000



0  
Licht  
Licht

Licht  
Licht

Licht  
Licht  
Licht

SI 101 10 101 15 101 15 101 15

## Master caution annunciator lights

### Θέση:

Τα πορτοκαλί φώτα "Master Caution" και "Annunciator", βρίσκονται κατ' ευθείαν στο οπτικό πεδίο των χειριστών, στο P7 Panel στο Glare Shield. Ένας διακόπτης "Master Test" για όλα τα πορτοκαλί, πράσινα και μπλε ενδεικτικά φώτα των πινάκων του πιλοτηρίου βρίσκεται πάνω στο P2 Center Instrument Panel.

### Λειτουργία:

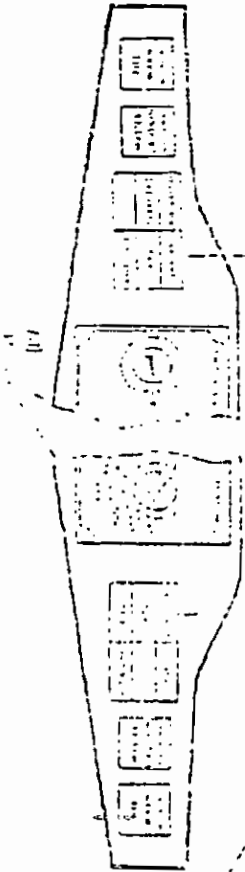
#### MASTER CAUTION

Αν σε κάποιο σύστημα που είναι συνδεδεμένο στο Master Caution εμφανιστεί βλάβη, θ' ανάψει ένα πορτοκαλί φως στο Overhead Panel (μπρος ή πίσω) ή στο P8-1 Fire Protection Panel Στο Glare Shield (P7 Panel) θ' ανάψουν δύο πορτοκαλί φώτα «Master Caution» και ένα με την περιγραφή του συστήματος στο οποίο ανήκει η βλάβη (Annunciator). Πιέζοντας οποιοδήποτε φως «Master Caution» θα σβήσουν όλα τα πορτοκαλί φώτα στο P7 και θα παραμείνουν αναμμένα τα φώτα στο P5 ή στο P8 όσο διαρκεί η βλάβη. Κάθε Annunciator φως αποτελείται στην ουσία από ένα σύνολο φώτων τα οποία ανάβουν το κάθε ένα ξεχωριστά για να δείξουν το σύστημα το οποίο έχει τη βλάβη. Πιέζοντας το σύνολο αυτό των φώτων Annunciator θ' ανάψουν όλα τα πορτοκαλί φώτα Annunciator και Master Caution δίνοντάς μας τη δυνατότητα να δοκιμάσουμε τις λάμπες. Όταν αφήσουμε το Annunciator Panel θα παραμείνουν αναμμένα τα δύο Master Caution και τα Annunciator φώτα των συστημάτων που δείχνουν βλάβη. Αυτό αναφέρεται σαν μια διαδικασία «Push To Recall». Οι διαδικασίες «Push To Test» και «Push To Recall» μπορούν να χρησιμοποιηθούν απεριόριστα.

#### MASTER TEST:

Ο διακόπτης Master Test & Dim βρίσκεται στο P2 Center Instrument Panel και έχει 3 θέσεις από τις οποίες καμμία δεν είναι ελατηριωτή. Η μεσαία θέση του διακόπτη «Bright» είναι αυτή στην οποία βρίσκεται ο διακόπτης κανονικά όταν το αεροπλάνο πετά. Η θέση Dim χρησιμοποιείται για νυκτερινές πτήσεις. Σ' αυτή τη θέση (Dim) κάθε προειδοποιητικό φως που θ' ανάψει θα έχει αμυδρή φωτεινότητα. Τέλος η θέση «Test» του

RESTROOM

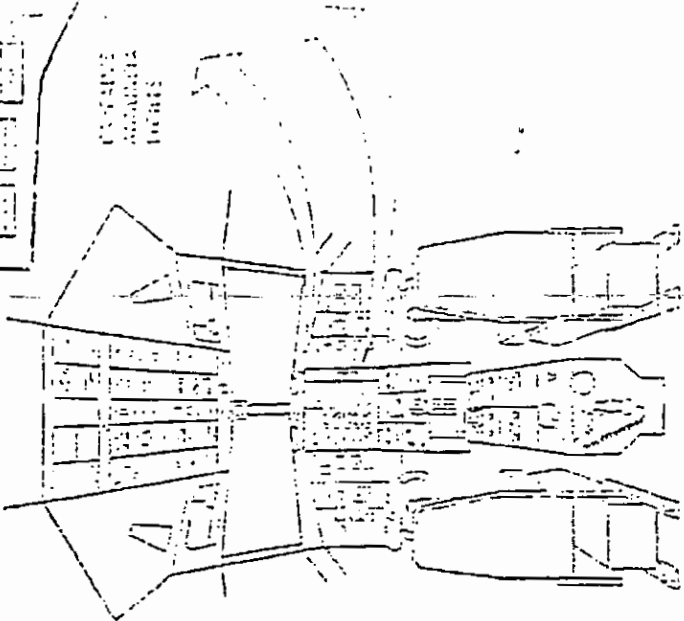


0  
100  
100



100  
100  
100  
100

RESTROOM  
WATER TANK



100  
100  
100  
100

προκαλεί άναμμα όλων των προειδοποιητικών φώτων στο πιλοτήριο, συμπεριλαμβανομένων και των Master Caution και Annunciators στο P7. Τα κόκκινα φώτα για την προειδοποίηση φωτιάς δεν θ' ανάψουν.



·

·

## Συντμήσεις λέξεων (Abbreviations)

Οι παρακάτω συντμήσεις λέξεων χρησιμοποιούνται στο σύστημα Electrical Power.

Οι περισσότερες από αυτές είναι κοινές για όλα τα αεροπλάνα, οι ακόλουθες όμως χρησιμοποιούνται ειδικά στο B 737.

Bus Protection Panel - BPP  
Feeder Fault - FF  
Over Current - OC

Οι συντμήσεις που θα μελετηθούν σ' αυτά τα συστήματα είναι:

GCR - Generator Control Relay (Field Relay)

GCU - Generator Control Unit

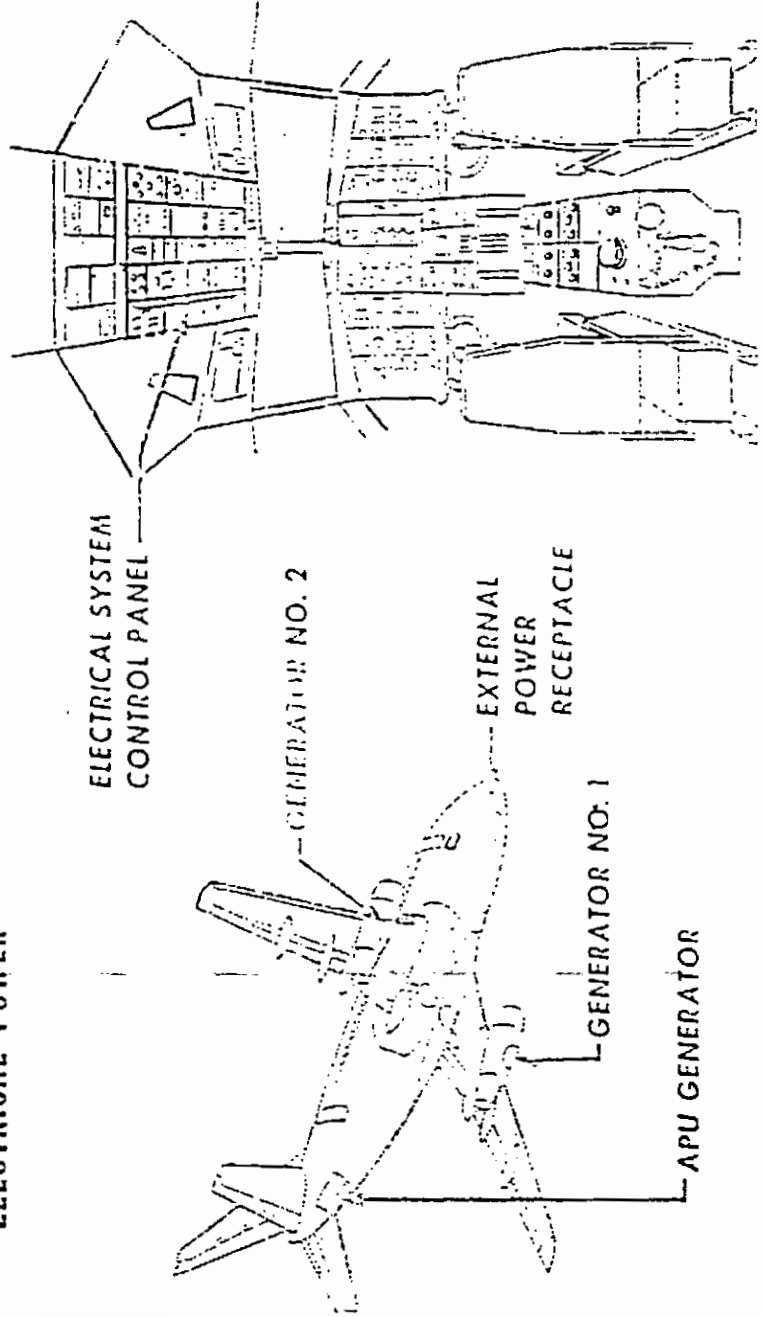
AC : Alternating Current  
APU : Auxiliary Power Unit  
BTB : Bus Tie Breaker  
CSD : Constant Speed Drive  
CT : Current Transformer  
DC : Direct Current  
DP : Differential Protection  
DPR : Differential Protection Relay  
HV : High Voltage  
HZ : Hertz  
BPP : Bus Protection Panel  
KVA : Kilovolt-Ampere  
LV : Low Voltage  
MT : Manual Trip  
NSV : Negative Sequence Volt  
OC : Over Current  
OF : Over Frequency  
OV : Over Voltage  
EPC : External Power Contactor  
EPCR : External Power Control Relay  
FF : Feeder Fault  
GB : Generator Breaker  
GCR : Generator Control Relay  
GCU : Generator Control Unit  
TD : Time Delay  
TR : Transformer Rectifier

:

UF : Under Frequency  
UV : Under Voltage  
XFMR : Transformer  
XFR : Transfer

# ELECTRICAL POWER

ATTENTION



## Electrical power

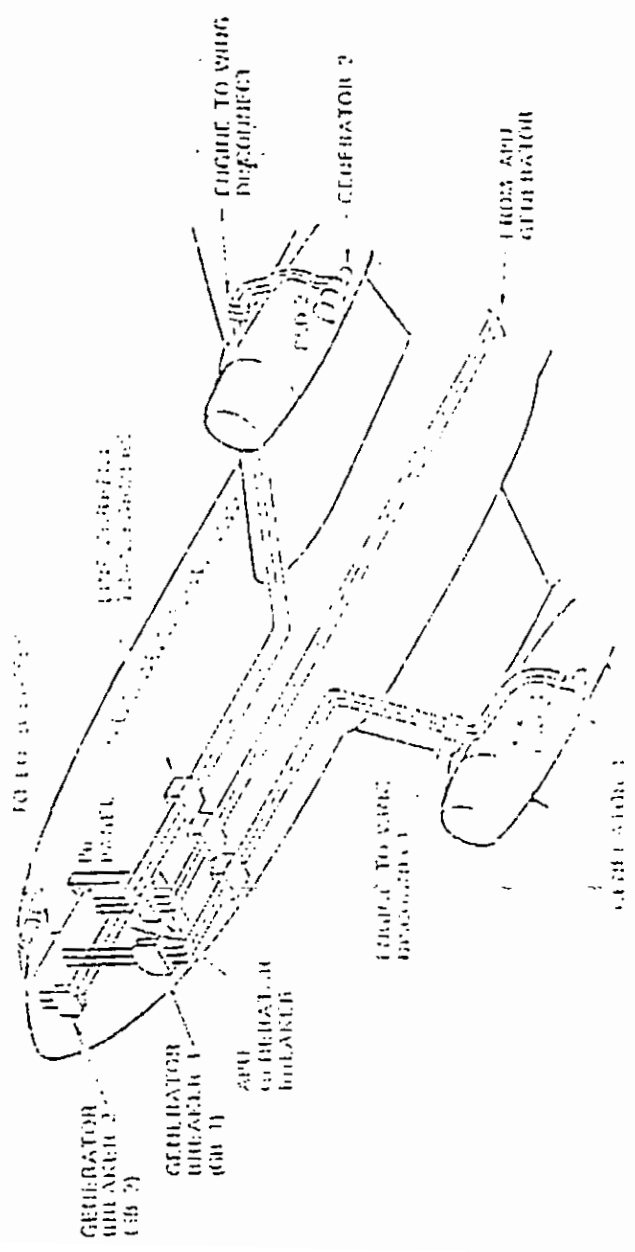
Το σύστημα ηλεκτρικής ισχύος που σχεδιάστηκε από τη Westinghouse βασικά δεν έχει παραλληλιζόμενες γεννήτριες. Κάθε μια από τις 4 γεννήτριες E.P. που χρησιμοποιούνται στο αεροπλάνο μπορεί να τροφοδοτήσει με 3 φάσεις και 115/200V 400Hz, το σύστημα.

Οι τέσσερις κύριες γεννήτριες που χρησιμοποιούνται είναι:

- Δύο γεννήτριες κατασκευής Westinghouse τοποθετημένες ανά μία σε κάθε κινητήρα (Gear Box), οι οποίες παίρνουν κίνηση από ένα σταθεροποιητή στροφών (GSD) κατασκευής Sundstrand. Η κάθε γεννήτρια είναι ισχύος 40 KVA και πρέπει να παίρνει 6.000 στρ/λεπ. για να δίνει 400 Hz.
- Μια εξωτερική πηγή E.P. που συνδέεται σε ένα κοινού τύπου, για όλα τα αεροπλάνα, ρευματολήπτη E.P. στη δεξιά πλευρά της ατράκτου, πάνω από το ριναίο σκέλος
- Μια γεννήτρια κατασκευής επίσης Westinghouse εναλλακτική με αυτές των κινητήρων, που είναι τοποθετημένη και παίρνει κίνηση από το APU. Η γεννήτρια αυτή χρειάζεται CSD επειδή το ίδιο το APU είναι μια μηχανή σταθερών στροφών. Κατά την πτήση η γεννήτρια αυτή έχει ικανότητα ισχύος 40KVA, αλλά λόγω καλύτερης ψύξεως στο έδαφος από το ανοίγμα της Inlet Door αποκτά ικανότητα 45KVA.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι η αριστερή ή Νο 1 γεννήτρια τροφοδοτεί τις αριστερές μπάρες του αεροπλάνου καθώς και όλα τα Motors, βαλβίδες, φώτα και όργανα που ανήκουν στην αριστερή πλευρά. Το ίδιο γίνεται και για τη δεξιά ή Νο 2 γεννήτρια. Όταν το αεροπλάνο βρίσκεται στο έδαφος η εξωτερική γεννήτρια ή η γεννήτρια του APU μπορεί να τροφοδοτήσει όλα τα συστήματα του αεροπλάνου, αριστερής και δεξιάς πλευράς. Επιπλέον η γεννήτρια του APU έχει δυνατότητα να συνδεθεί στην αριστερή, δεξιά ή και στις δύο πλευρές σε αντικατάσταση μιας ή δύο γεννητριών κινητήρων που μπορεί να έχουν από τις δικές τους καταναλώσεις. Εδώ, σε περίπτωση που η γεννήτρια του APU δεν τροφοδοτεί αυτές τις καταναλώσεις, οι ουσιωδέστερες από αυτές, αυτόματα θα συνδεθούν στην άλλη γεννήτρια του κινητήρα.

2000-000000



GENERATOR FEEDER LINE

32:00000101A

10

APG 1976

## Γραμμές τροφοδότησης γεννητριών

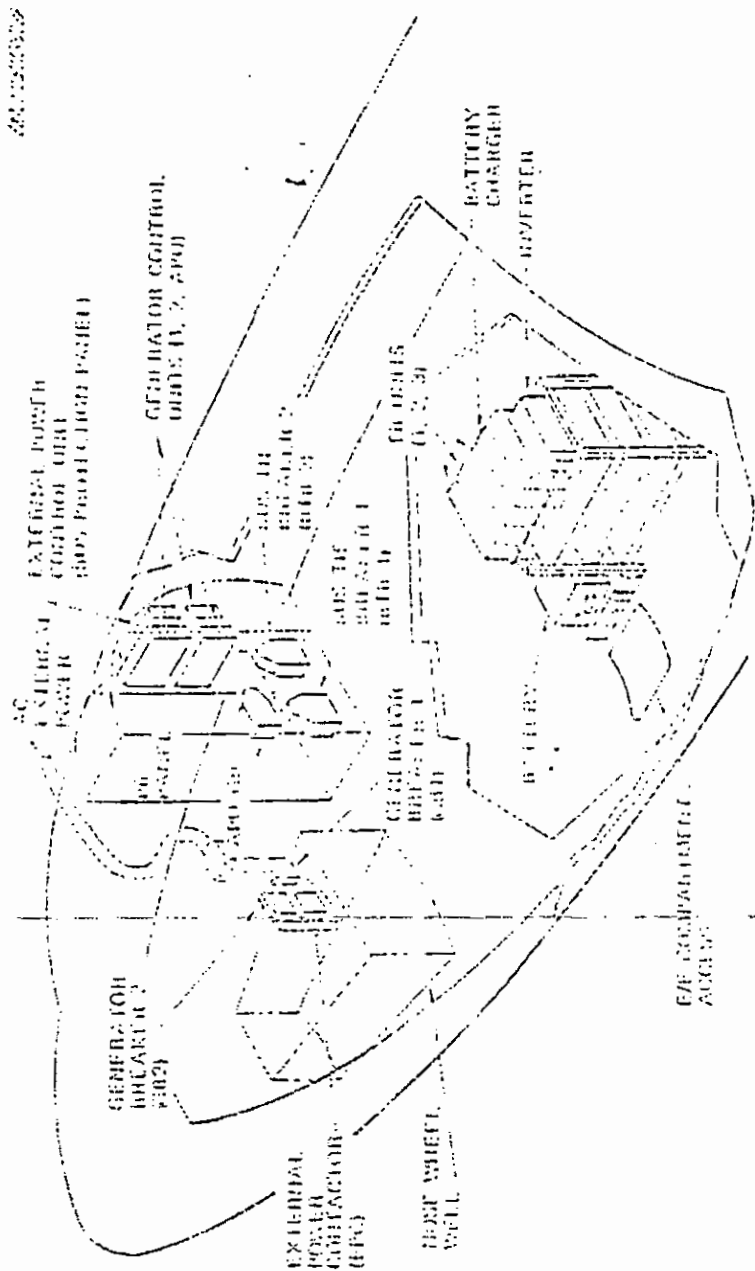
Τα CSD και οι γεννήτριες των κινητήρων βρίσκονται στο κάτω μέρος (Gear Box) του κάθε κινητήρα. Τα καλώδια από τις γεννήτριες, κατασκευασμένα από αλουμίνιο, διατρέχουν την αριστερή πλευρά του κινητήρα μέχρι τη σύνδεση κινητήρα / πτέρυγας. Από εκεί τα τριφασικά καλώδια διατρέχουν κατά μήκος τα χείλη προσβολής των πτερυγών και μέσα από μονωτικά πιέσεως, στην ένωση ατράκτου / πτέρυγας, κατά μήκος την οροφή των αποθηκών και του χώρου των ηλεκτρικών / ηλεκτρονικών μονάδων (E/E Compartment) και μέσα από τα Line Current Transformer συνδέονται στους Engine Generator Breakers που βρίσκονται εσωτερικά του δεξιού τοιχώματος του χώρου του ριναίου σκέλους.

Τα τριφασικά καλώδια από τη γεννήτρια του APU, περνούν από τις οροφές των αποθηκών και του E/E Comp. και μέσα από το ADU Line Current Transformer συνδέονται στον APU Gen. Breaker που βρίσκεται μέσα στο P6 Panel.

Τα καλώδια των γεννητριών των κινητήρων είναι διατομής 6 Gauges από τους ακροδέκτες μέχρι την πτέρυγα και είναι κατασκευής από χαλκό. Από τη σύνδεση πτέρυγας/ κινητήρα μέχρι τους ακροδέκτες των Gen. Breakers είναι 4 Gauges.

Τα καλώδια από τους ακροδέκτες της γεννήτριας του APU μέχρι τους ειδικούς συνδετήρες στα STA 1100 είναι 4 Gauges από χαλκό. Από το STA 1100 μέχρι τον APU Gen. Breaker, τα καλώδια αυτά είναι 2 Gauges από αλουμίνιο.





1050000000

ELECTRICAL POWER COMPONENTS

APR 1976

## Θέσεις μονάδων που χρησιμοποιούνται στο σύστημα ηλεκτρικής ισχύος

### A. Μονάδες στο E/E Compartment:

Ο χώρος των ηλεκτρικών / ηλεκτρονικών μονάδων (E/E Compartment) περιέχει βασικά 3 ενθέμια (Racks) ηλεκτρονικών μονάδων (Black Boxes). Αυτά χαρακτηρίζονται σαν E1, E2 και E3. Στο πρώτο (επάνω) ράφι του E3 ή E3-1 όπως ονομάζεται υπάρχουν οι 3 εναλλακτοί μετασχηματιστές / ανορθωτές (Transformer / Rectifiers) ή TRU των 50 Α. Αυτοί είναι οι TR1, TR2, TR3. Στο E3-1 ράφι υπάρχουν επίσης ο φορτιστής μπαταρίας (Battery Charger) των 35 Α και ο μετατροπέας (Static Inverter) των 500 VA. Δίπλα από το E3 Rack προς τα εμπρός του αεροπλάνου βρίσκεται η κύρια μπαταρία του σκάφους, Νικελίου / καδμίου των 24V/22AH. Η μπαταρία αυτή είναι η μοναδική στο αεροπλάνο και χρησιμοποιείται για την εκκίνηση του APU, ή σαν πηγή άμεσης ανάγκης Σ.Ρ. για το σύστημά μας όπως θα δούμε παρακάτω

Η πόρτα για την είσοδο στο χώρο βρίσκεται στο κάτω μέρος της ατρακτού και ανοίγει προς τα μέσα γιατί ο χώρος είναι συμπιεζόμενος κατά τη πτήση.

### Β. Μονάδες στο P6 Panel

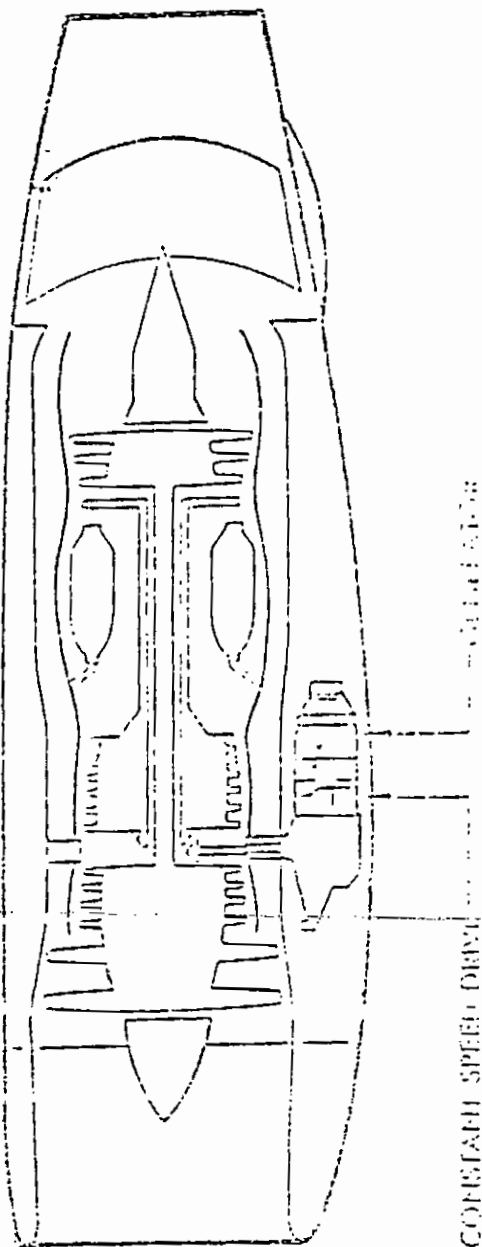
Εσωτερικά του πίνακα των θερμικών ασφαλειών (Circuit Breaker Panel) ή P6 Panel, που βρίσκεται στην πίσω αιτό τη πλατή του καθίσματος του συγκυβερνήτη, περιέχει τις περισσότερες μιτάρες Ε.Ρ. και Σ.Ρ. Περιέχει επίσης τα 3 εναλλακτικά Generator Control Units δηλαδή τα GCU 1, GCU 2 και APU GCU. Το P6 Panel περιέχει επίσης και το External Power Control Unit ή Bus Protection Panel (BPP).

Στο κάτω μέρος του P6 Panel βρίσκονται οι δύο Bus Tie Breakers (BTB1-BTB2) και ο APU Gen. Breaker (APU GB).

### Γ. Μονάδες στην δεξιά πλευρά του χώρου υποδοχής του ριναιού σκέλους:

Σε δύο συμπιεζόμενους χώρους στη δεξιά πλευρά του χώρου υποδοχής του ριναιού σκέλους (Nose Wheel Well), βρίσκονται οι δύο Eng. Generator Breakers (GB1 και GB2) και ο External Power Contactor (EPC). Οι GB2 και EPC γίνονται προσιτοί από τη μπροστινή θυρίδα ενώ ο GB1 από την πίσω.

GENERATOR AND DRIVE



20000000

10 100001 133

200 1006

## Κεφάλαιο 2°

### Constant Speed Drive

#### Γεννήτρια και CSD

Ο κινητήρας JT8D είναι δύο ανεξάρτητων συστημάτων / τουρμπινών. Τα δύο αυτά συστήματα είναι το N1 το οποίο περιλαμβάνει 6 βαθμίδες συμπιεστού (συμπεριλαμβανόμενου και 2 βαθμίδων του Fan) και 3 βαθμίδες τουρμπίνας. Το N1 είναι τελείως ελεύθερο να περιστραφεί με τη βοήθεια σφαιροτριβών. Το N2 περιλαμβάνει 7 βαθμίδες συμπιεστού και μια τουρμπίνας.

Μπροστά στο N2 υπάρχει ένας κάθετος άξονας (Tower Shaft) ο οποίος παίρνει κίνηση από το N2 μέσω γρναζιών μηχανικά περελκόμενα του κινητήρα, όπως είναι η αντλία λαδιού, η αντλία καυσίμου, η αντλία υδραυλικού και το CSD είναι η μετατροπή των μεταβλητών στροφών του κινητήρα στις διάφορες φάσεις λειτουργίας του σε σταθερές (6000) στον άξονα της γεννήτριας, ώστε αυτή να δίνει 400Hz.

Το CSD γενικά είναι μια υδραυλομηχανική μονάδα, κάτι σαν διαφορεικό με ηλεκτρικούς ελέγχους που ρυθμίζουν τη λειτουργία του. Η μονάδα αυτή είναι ικανή να προσθέτει ή να αφαιρεί στροφές σ' αυτές που παίρνει από το Gear Box του κινητήρα για να πετύχει τις σταθερές 6000 στρ/λεπτ. στον άξονα της γεννήτριας.



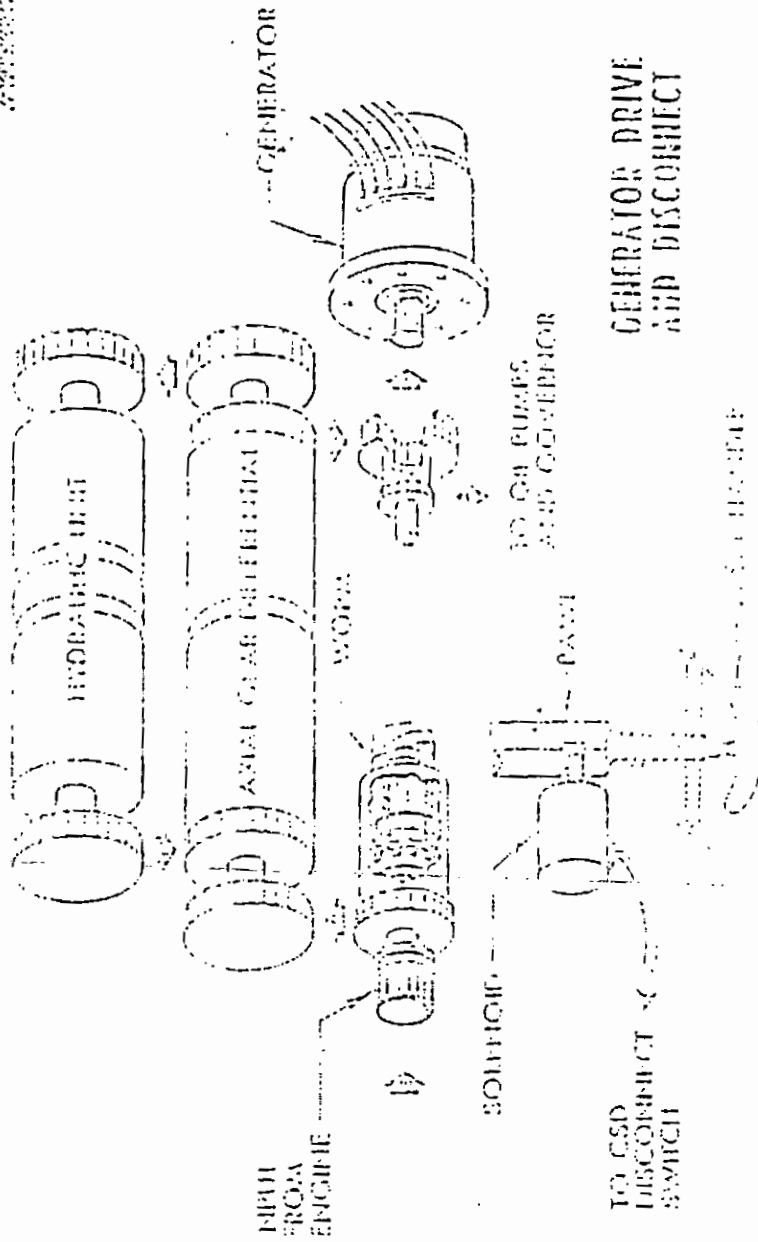
**CSD: Εξωτερικές γραμμές διανομής ελαίου.**

Το ψυγείο λαδιού του CSD στον κινητήρα του 737 είναι ένας μικρός ορθογώνιος εναλλάκτης θερμότητας τοποθετημένο μέσα σε μια μικρή κυκλική τρύπα στην αριστερή πλευρά του αγωγού πρώτης βαθμίδας συμπίεσης του κινητήρα. Το ψυγείο ψύχεται με αέρα από τον fan του κινητήρα και συγχωνεύει παράκαμψη θερμικής και διαφορικής πίεσεως. Η θερμική παράκαμψη είναι πλήρως ανοικτή κάτω από τους 150° F και πάνω. Η παράκαμψη είναι πλήρως κλειστή στους 170° F και πάνω. Η παράκαμψη διαφορικής πίεσεως (cooler blockage) αρχίζει να ανοίγει στα 50 psi ΔΡ και είναι πλήρως ανοικτή στα 90 psi ΔΡ.

Το λάδι βγαίνει από το CSD από τη χαμηλή εξωτερική γραμμή και περνά από μια θυρίδα εξηπηρετησης ελαίου. Όταν η πίεση φθάσει στο service port τα 20 psi , θα γεμίσει το CSD, τις εξωτερικές γραμμές, το εξωτερικό φίλτρο και το ψυγείο ελαίου

Το εξωτερικό φίλτρο είναι τυπου μεταλλικού διαφραγματος καθορισμενο και δεν έχει εσωτερικη παρακαμψη

GENERATOR



30-10-012-01

APR 1976

## Οδήγηση γεννήτριας και αποκοπή

Οι υδραυλικές μονάδες είναι ίδιες σε φυσικό μέγεθος. Όταν μια μονάδα έχει μεταβλητή γωνία παλινδρόμησης και η άλλη έχει σταθερή – προκαθορισμένη γωνία παλινδρόμησης, έχουμε μια σταθερή μετατόπιση. Οι υδραυλικές μονάδες περιστρέφονται ανεξάρτητα και είναι τοποθετημένες σε διαφορετικές πλευρές σε ένα κοινό κομμάτι.

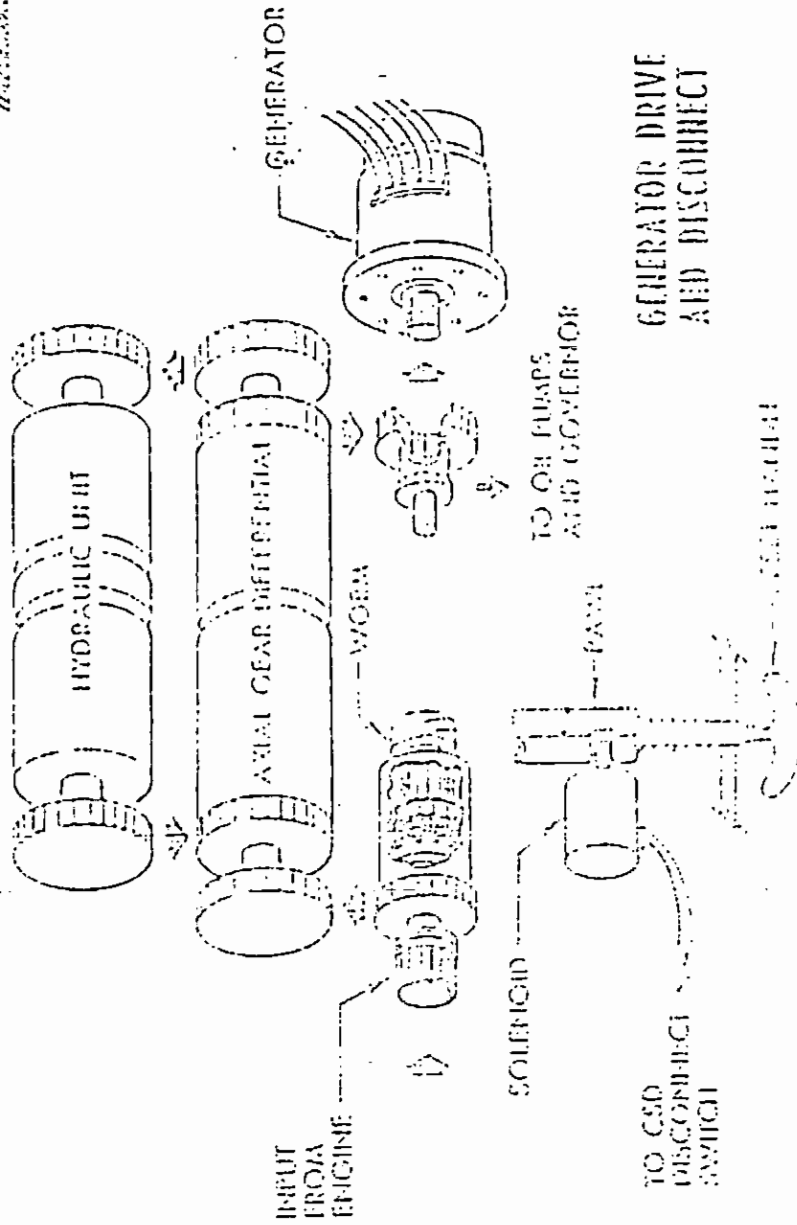
Η μονάδα με τη μεταβλητή μετατόπιση δουλεύει σε ένα σταθερό λόγο ανάλογα προς την ταχύτητα εισόδου μετάδοσης (transmission input speed).

Επειδή η γωνία παλινδρόμησης της μονάδας μεταβλητής μετατόπισης είναι συνεχώς μεταβαλλόμενη και προς τις δύο κατευθύνσεις (από πλήρως θετική γωνία παλινδρόμησης σε μηδενική γωνία και σε πλήρως αρνητική γωνία). Η μετατόπιση της υδραυλικής μονάδας μεταβλητής μετατόπισης είναι συνεχώς μεταβαλλόμενη από μηδέν σε πλήρη βαθμό μετατόπισης και προς τις δύο κατευθύνσεις. Η υδραυλική μονάδα σταθερής μετατόπισης (fixed) οδηγείται από λαδί που προέρχεται από την υδραυλική μονάδα μεταβλητής μετατόπισης. Η μονάδα σταθερής μετατόπισης γι' αυτό το λόγο, θα δουλεύει με κάθε ταχύτητα από μηδέν μέχρι πλήρως θετικού βαθμού και προς τις δύο κατευθύνσεις.

Η πίεση εργασίας ανάμεσα στις δύο μονάδες είναι ανάλογη με τη ροπή που μεταδίδεται στη γεννήτρια. Στις χαμηλότερες ταχύτητες εισόδου, η μονάδα μεταβλητής μετατόπισης αντιδρά σαν μια υδραυλική αντλία για να παρέχει ροή στην προκαθορισμένη μονάδα, η οποία προστίθεται στην ταχύτητα εισόδου, μέσω της διαφορικής λειτουργίας. Με ταχύτητα εισόδου "straight through" η μεταβλητή γωνία παλινδρόμησης έχει τεθεί να επιτρέπει αρνητική μετατόπιση της υδραυλικής μονάδας. Η πίεση λειτουργίας σε αυτή την περίπτωση, έχει ορισθεί να επιτρέπει στην υδραυλική μονάδα σταθερής μετατόπισης να κινείται από τη διαφορική και να αφαιρείται από την ταχύτητα εισόδου. Η μονάδα μεταβλητής μετατόπισης συμπεριφέρεται σαν κινητήρας.



HYDRAULIC UNIT



304 10012 01

Apr 1946

## Οδήγηση γεννήτριας και αποκοπή

Η διαφορική μονάδα είναι πτυσσόμενου τύπου με επίπεδους οδοντωτούς τροχούς στο κέντρο και δακτυλίδια εισόδου και εξόδου εξωτερικά για την ολοκλήρωση της άρμωσης. Οι επίπεδοι οδοντωτοί τροχοί περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους και επίσης περιστρέφονται γύρω από την κεντρική ευθεία του φορέα των επιπέδων τροχών.

Η μεταβλητής μετατόπισης υδραυλική μονάδα οδηγείται επίσης από οδήγηση εισόδου (transmission input). Η σταθερής μετατοπίσεως υδραυλική μονάδα είναι υδραυλικά συζευγμένη με τη μονάδα μεταβλητής μετατοπίσεως και είναι συνδεδεμένη με τη διαφορική μέσω του δακτυλοειδούς οδοντωτού τροχού εισόδου. Ο δακτυλοειδής τροχός εξόδου της διαφορικής είναι συνδεδεμένος με την έξοδο του οδηγού (transmission output). Σταθερές στροφές του εξωτερικού δακτυλοειδούς τροχού διατηρούνται είτε προσθέτοντας, είτε αφαιρώντας από την ταχύτητα των επιπέδων τροχών, ελέγχοντας τη διεύθυνση περιστροφής και την ταχύτητα του δακτυλιωτού οδοντωτού τροχού εισόδου (input ring gear). Ο ρυθμιστής και οι αντλίες οδηγούνται εκτός, από τους τροχούς σταθερής ταχύτητας.

Η αποσύνδεση σωλήνωσης ενεργοποιείται μετακινώντας τον διακόπτη οδηγού αποσύνδεσης (drive disconnect switch) στο third crew man panel. Ένα ελατηριοφόρο πέλασμα θέτει σε επαφή με σπειρώματα στον άξονα εισόδου.

Ο άξονας εισόδου δουλεύει σαν βίδα σε μια σπειροειδή οπή και η περιστροφή εισόδου προκαλεί τον άξονα εισόδου να μετακινηθεί μακριά από τον άξονα εισόδου, διαχωρίζοντας τους εμπλοκείς οδηγούς πάνω στους δύο άξονες. Όταν οι εμπλοκείς έχουν διαχωριστεί ο άξονας εισόδου που συνεχίζει να οδηγείται από τον κινητήρα του αεροσκάφους, γυρίζει ελεύθερα μέσα στον οδηγό (transmission) χωρίς να προκαλεί την περιστροφή αυτού. Η επαναφορά-reset μπορεί να επέλθει μόνο στο έδαφος ακολουθώντας κύκλο τερματισμού λειτουργίας κινητήρα τραβώντας έξω τη χειρολαβή reset μέχρι τα κλείστρα της σωληνοειδούς να έρθουν στη θέση τους.



## CSD:Σχηματικό φάσης υπεροδήγησης διαφορικής μονάδας

Αν η ταχύτητα εισόδου είναι χαμηλότερη της επιθυμητής για την παροχή της ταχύτητας εξόδου, ο οδηγός (transmission) προσθέτει υδραυλικά τις απαραίτητες στροφές εξόδου. Σε αυτή την φάση λειτουργεί σε κατάσταση υπεροδήγησης(overdrive).

Μια ροπή φορτίου επιβάλλεται στο εξωτερικό δακτυλλοειδή τροχό, από τον εξωτερικό τροχό. Η ροπή εισόδου παρέχεται από τον τροχό εισόδου γυρίζοντας τον άξονα φορέα. Αν δεν υπήρχε καθόλου ροπή σε αυτόν τον τροχό, θα στρεφόταν ελεύθερα και θα επέτρεπε στον τροχό εξόδου να σταματήσει. Λόγω του γεγονότος ότι ο άξονας φορέας με τον δακτυλιδωτό τροχό έχουν λόγο 2:1, η ταχύτητα του δακτυλιδωτού τροχού εισόδου θα είναι διπλάσια του άξονα φορέα. Αν ο τροχός εισόδου είναι εξαναγκασμένα σε μηδενική ταχύτητα, ο τροχός εξόδου θα γυρνά με τη διπλάσια ταχύτητα του άξονα φορέα. Αν ο τροχός εισόδου είναι εξαναγκασμένος να γυρνά με αντίθετη κατεύθυνση από τον άξονα φορέα, ο εξωτερικός δακτυλιδωτός άξονας θα γυρίζει με ταχύτητα περισσότερη από τη διπλάσια του άξονα φορέα. Αν ο δακτυλιδωτός άξονας εισόδου μπορεί να περιστρέφεται στην ίδια κατεύθυνση όπως ο άξονας φορέας, ο εξωτερικός τροχός θα περιστρέφεται με ταχύτητα λιγότερο από τη διπλάσια αυτής του άξονα φορέα. Έτσι λοιπόν το διαφορικό είναι ένας προσθαφαιρέτης ταχύτητας "speed summer" ή προσθετικός "adding" μηχανισμός που ελέγχεται μέσω του τροχού εισόδου για να προσθαιφαιρέσει την ταχύτητα του gearbox του κινητήρα.

Σε περίπτωση υπεροδήγησης (overdrive), η μεταβλητή υδραυλική μονάδα (variable hydraulic unit) θα δουλεύει σαν μια υδραυλική αντλία. Οι θύρες του ελεγκτή, ελέγχουν το λάδι στο έμβολο ελέγχου το οποίο με στροφή τοποθετεί στο κοίλωμα τόσο λάδι που να συμπιεστεί, καθώς τα έμβολα εξαναγκαστούν να μπουν στο block του περιστρεφόμενου κυλίνδρου (rotating cylinder block). Αυτό το υψηλής πίεσεως λειτουργίας λάδι είναι τοποθετημένο στη σταθερή υδραυλική μονάδα.

Η σταθερή υδραυλική μονάδα λειτουργεί σαν ένας υδραυλικός κινητήρας. Λάδι υψηλής πίεσεως αντλείται από τη μεταβλητή μονάδα αναγκάζοντας τα έμβολα της σταθερής μονάδας να γλυστρίσουν κάτω στην κοιλότητα προκαλώντας το μπλοκ του κυλίνδρου να κινηθεί με διεύθυνση αντίθετη του άξονα φορέα και να προσθεθεί στην ταχύτητα του gearbox του κινητήρα, διατηρώντας έτσι στροφές εξόδου σταθερές.



## CSD:Σχηματικό διαφορικής και υδραυλικής μονάδας σε φάση υπερροδήγησης

Εάν η ταχύτητα εισόδου που παρέχεται στη μετάδοση (transmission) είναι αρκετή για να παράγει την απαραίτητη ταχύτητα εξόδου, η μετάδοση οδηγεί τον εναλλακτήρα κατευθείαν μέσω του διαφορικού. Όταν η μετάδοση είναι είτε προσθετικής είτε αφαιρετικής ταχύτητας, υδραυλικά, λειτουργεί κατευθείαν μέσω του οδηγού.

Κατά την "straight through" ταχύτητα εισόδου, η ροπή μεταδίδεται κατευθείαν μέσω της μονάδας διαφορικού και η σταθερή υδραυλική μονάδα (fixed hydraulic unit), δεν περιστρέφεται. Η ταλάντωση της μονάδας μεταβλητής μετατόπισεως θα αντισταθμιστεί ελαφρώς από την μηδενική γωνία έτσι ώστε να επέλθει κάποια πίεση και κάποιες απώλειες διαρροής να συμπληρωθούν.

Αν η ταχύτητα εισόδου που παρέχεται στη μετάδοση ξεπεράσει την αναγκαία για παροχή της απαραίτητης ταχύτητας εξόδου, η μετάδοση αφαιρεί υδραυλικά την απαραίτητη ταχύτητα από την ταχύτητα του gearbox του κινητήρα μέσω του διαφορικού, διατηρώντας έτσι σταθερή ταχύτητα εξόδου. Όταν η μετάδοση αφαιρεί ταχύτητα υδραυλικά, λειτουργεί σε κατάσταση "overdrive" (υπεροδήγησης)

Όταν η μετάδοση λειτουργεί σε "overdrive", η μεταβλητή υδραυλική μονάδα θα δουλεύει σαν κινητήρας (λαμβάνει λάδι από την μονάδα άντλησης), ο ρυθμιστής φέρει το λάδι από τον κύλινδρο ελέγχου, προκαλώντας την αντιστάθμιση να τοποθετηθεί έτσι ώστε να εισέλθει το λάδι μέσα στις σπές του εμβόλου όταν η πλευρά της υψηλής πίεσεως αυξηθεί. Ακολουθώς το λάδι ρέει από τη σταθερή υδραυλική μονάδα, προς τη μεταβλητή μονάδα. Η σταθερή μονάδα λειτουργεί σαν αντλία και τα έμβολα της μονάδας συμπιέζονται μέσα στο block του κυλίνδρου καθώς γλιστρούν προς τα πάνω στην επικλινή επιφάνεια αντιστάθμισης, έτσι αντλεί λάδι υψηλής πίεσης στη μονάδα μεταβλητής μετατόπισης και επιτρέπει το block κυλίνδρου να περιστραφεί προς την αντίθετη κατεύθυνση από αυτή σε λειτουργία "overdrive". Η αντίθετη block περιστροφή επιτρέπει στους δακτυλιοειδείς οδοντωτούς τροχούς εισόδου (input ring gear) να γυρίσουν στην ίδια κατεύθυνση με την περιστροφή του άξονα φορέα και αφαιρεί ταχύτητα από την ταχύτητα του gearbox του κινητήρα μέσω του διαφορικού διατηρώντας έτσι σταθερές στροφές εξόδου.



## Οδήγηση γεννήτριας

Κάθε CSD, αποτελείται κυρίως από δύο υδραυλικές μονάδες θετικής μετατοπίσεως αξονικής ολίσθησης τύπου εμβόλου και ένα μηχανικό αξονικών οδοντωτών τροχών, διαφορικό, το οποίο κάνει και τη λειτουργία και της προσθαφαίρεσης της ταχύτητας.

Το υδραυλικό σύστημα αποτελείται από μία αντλία πίεσης, την αντλία περισυλλογής και την βαλβίδα εκτόνωσης πιέσεως. Η βαλβίδα πιέσεως βρίσκεται στο υδραυλικό τμήμα μεταξύ της all-attitude δεξαμενής και της μετάδοσης (transmission). Η βαλβίδα πιέσεως παρέχει λάδι στα block του κυλίνδρου, τον ρυθμιστή (governor), έμβολο ελέγχου (control piston) και το σύστημα λιπάνσεως (lubrication system).

Η αντλία περισυλλογής βρίσκεται μέσα στο υδραυλικό κύκλωμα, ανάμεσα στο χώρο της μετάδοσης και στο εξωτερικό ψυγείο του λαδιού. Η αντλία περισυλλογής μαζεύει το λάδι και εσωτερικές διαρροές και το εξάγει μέσω του εξωτερικού ψυγείου λαδιού, στην all-attitude δεξαμενή.

Ο basic governor (βασικός ρυθμιστής, είναι μία, λαξού ελατηρίου-αντίβαρου, λειτουργίας βαλβίδα. Λειτουργεί για να ελέγχει την τοποθέτηση του λαδιού φόρτισης της μετάδοσης στον κύλινδρο ελέγχου. Το περιστρεφόμενο μανίκι του ρυθμιστή, οδηγείται από τους οδοντωτούς τροχούς εξόδου και εκεί ανταποκρίνεται στην ταχύτητα εξόδου της μετάδοσης. Το αντίβαρο στρεφόμενο από το μανίκι, κινεί ένα στέλεχος βαλβίδας βρισκόμενο μεταξύ του μανικιού αντίθετα της καμπυλότητας του ελατηρίου.

Η ρύθμιση του governor είναι η μόνη ρύθμιση συχνότητας στο αεροσκάφος. Στρέφοντας τη βίδα ρύθμισης με τη φορά των δεικτών του ρολογιού αυξάνεται η συχνότητα, δύο κύκλους το δευτερόλεπτο και αντίθετα μειώνεται η συχνότητα, δύο κύκλους ανά δευτερόλεπτο.





## Οδήγηση γεννήτριας (CSD)

Αν ο αριθμός στροφών εξόδου πέσει κάτω από ένα όριο, η δύναμη ενός ελατηρίου θα γίνει ισχυρότερη από τη φυγοκεντρική των αντίβαρων, με αποτέλεσμα τη μετακίνηση της Stem Valve η οποία θα προκαλέσει διαρροή λαδιού από το Pressure Switch ο οποίος ονομάζεται Speed Switch, και μέσα από το Governor Housing θα έλθει στην αντλία της μονάδας. Αυτή η απελευθέρωση της πίεσης του λαδιού από το Speed Switch θα έχει σαν αποτέλεσμα την αποκατάσταση του ηλεκτρικού κυκλώματος που θα προκαλέσει αυτόματο άνοιγμα (Trip) του αντίστοιχου Gen. Breaker.

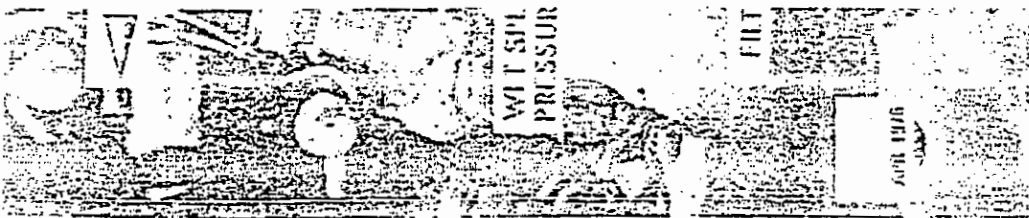
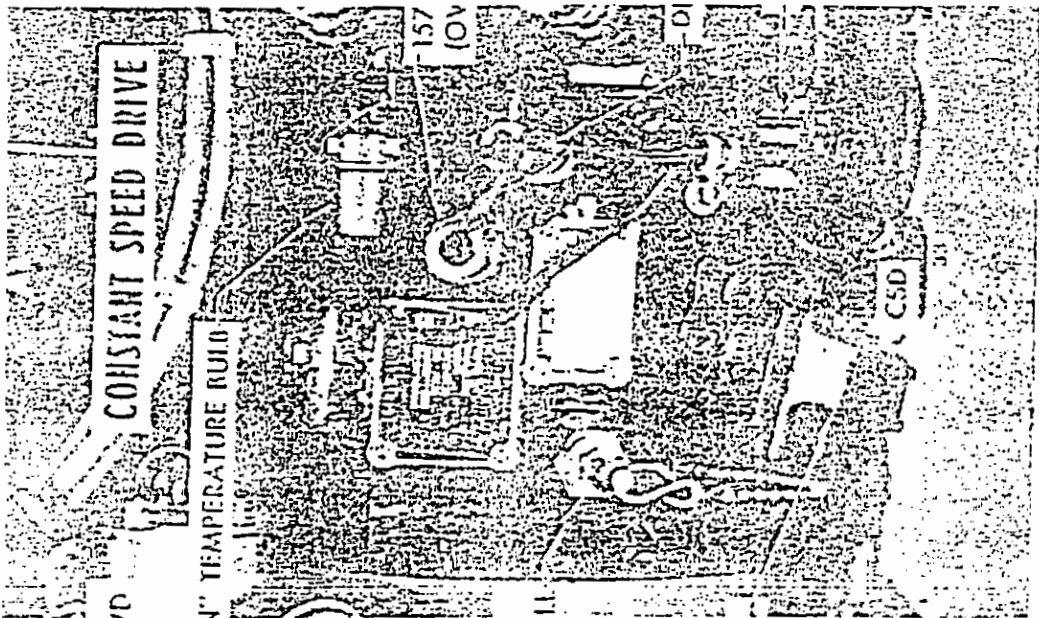
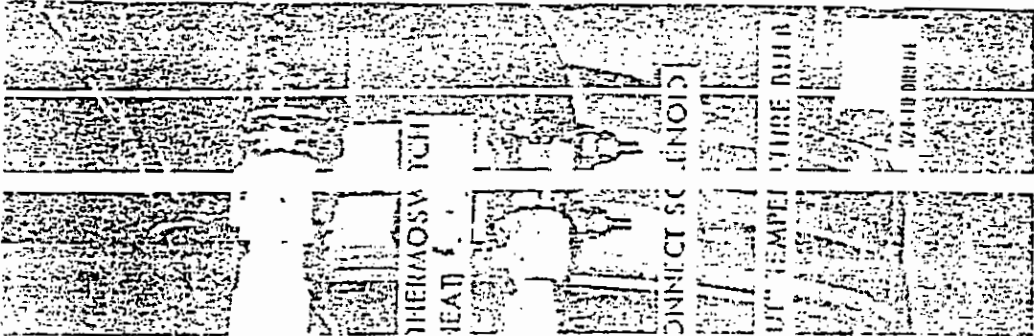
Η μηχανική αποσύνδεση (Disconnect) του CSD από το Gear Box γίνεται με τη βοήθεια ενός πύρου που λειτουργεί από ένα σωληνωειδές πηνίο. Διέγερση του σωληνοειδούς θα έχει ως αποτέλεσμα να αποσυνδεθεί το CSD.

Η παραγόμενη θερμοκρασία από τη λειτουργία του CSD απορροφάται από το υδραυλικό υγρό που κυκλοφορεί στη μονάδα. Το υγρό αυτό οδηγείται εξωτερικά του CSD απορροφάται από το υδραυλικό υγρό που κυκλοφορεί στη μονάδα. Το υγρό αυτό οδηγείται εξωτερικά του CSD στο ψυγείο λαδιού, στην αριστερή πλευρά του κινητήρα, όπου ψύχεται με την κυκλοφορία του αέρα από το Fan του κινητήρα. Η κανονική αύξηση της θερμοκρασίας λαδιού μέσα στο CSD είναι περίπου 10° C σε συνεχή λειτουργία με όλο το φορτίο. Η θερμοκρασία του λαδιού στην είσοδό του στο CSD πρέπει να είναι περίπου 120° C. Το λάδι μέσα στο CSD χρησιμοποιείται για τη λίπανση, τη ψύξη και σαν μέσο μεταξύ αντλίας και του κινητήρα.

Το λάδι που επιστρέφει από το ψυγείο μπαίνει στην δεξαμενή μέσα στο CSD. Αν η θερμοκρασία του λαδιού σ' αυτό το σημείο (δεξαμενή) ανέβει στους 157° C, ένας διακόπτης θα δώσει αρνητικό σ' ένα πορτοκαλί φως «High Oil Temp» στο P5 Overhead Panel (πιλοτηρίου).

Η αντλία πίεσης (Charge Pump) στέλνει το λάδι με πίεση μέσα από το Charge Filter το οποίο έχει ένα ενδεικτική διαφορικής πίεσης (Pressure Differential Indicator). Ένας πορτοκαλί δίσκος στον ενδεικτική αυτό θα πεταχτεί έξω όταν η διαφορική πίεση στο φίλτρο αυξηθεί στα 45-55 PSI.

Στη γραμμή της πίεσης λαδιού (Charge Line) βρίσκεται ένας ηλεκτρομαγνητικός Sensor πίεσης ο οποίος θα προκαλέσει άναμμα σ' ένα πορτοκαλί φως «Low Oil Pressure» στο P5 Panel όταν η πίεση Charge πέσει κάτω από 90-160 PSI.



## Σταθεροποιητής στροφών-Constant speed drive (CSD)

Το CSD είναι κατασκευής Sundstrand και σκοπός του είναι η μετατροπή των μεταβλητών στροφών που παίρνει από το κινητήρα (4.300 - 8.600 στρ/λεπτ) σε σταθερές (6.000 στρ/λεπτ) στον άξονα της γεννήτριας E.P. Το CSD στερεώνεται στο Gear Box του κινητήρα με δακτυλίδι Quick Attach - Detach (QAD), για τη γρήγορη αντικατάστασή του. Το CSD είναι μια υδραυλομηχανική μονάδα η οποία πρέπει να τροφοδοτείται με λάδι σε μια ορισμένη στάθμη. Πλευρικά του CSD υπάρχει ένας δείκτης στάθμης του λαδιού. Η κανονική χωρητικότητα σε λάδι είναι 4,5 Quarts. Αν η περιεκτικότητα του λαδιού ξεπεράσει αυτό το όριο, υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης της μονάδας.

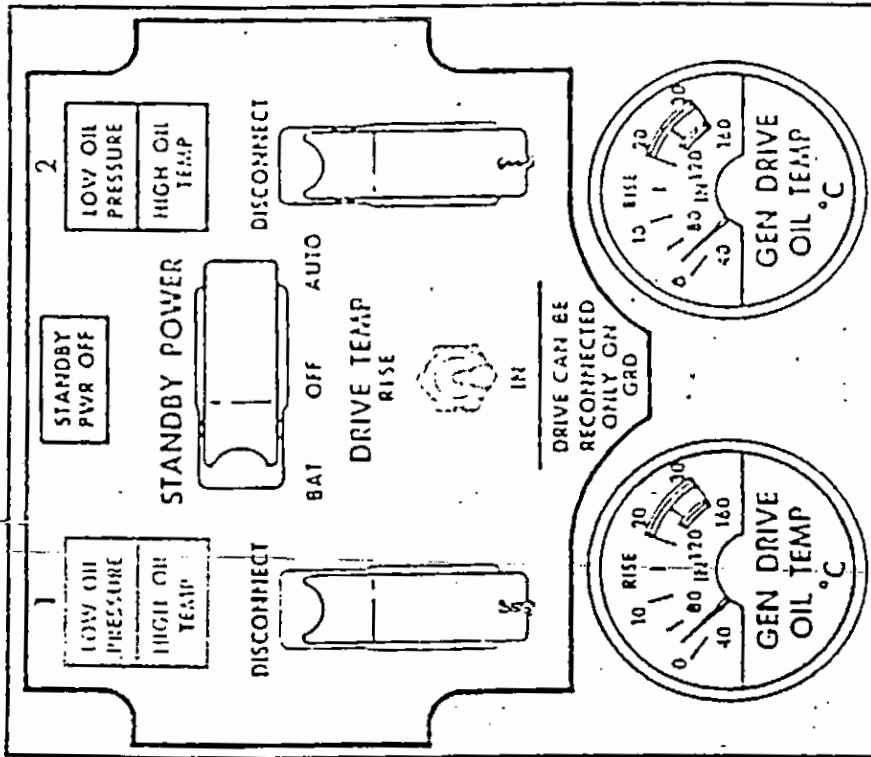
Το CSD έχει δυνατότητα ηλεκτρικής αποσύνδεσης του άξονα εισόδου από τον κινητήρα με τη λειτουργία ενός διακόπτη στο P5 Panel. Η επανασύνδεση όμως θα γίνει μηχανικά από ένα μοχλό κάτω από το CSD, ο οποίος πρέπει να τραβηχθεί μόνο όταν ο κινητήρας είναι τελείως σταματημένος, για την αποφυγή ζημιάς.

Το CSD φέρει δική του καλωδίωση για τη τροφοδότηση των κυκλωμάτων του μέσω ρευματοδότη / ρευματολήπτη, από την καλωδίωση του κινητήρα. Τα κυκλώματα αυτά είναι:

1. Charge Pressure Sensor. (Αισθητής πίεσης λαδιού μέσα στο CSD) για το προειδοποιητικό πορτοκαλί φως «Low Oil Pressure» στο P5-5 Panel.
2. Disconnect Solenoid (Σωληνοειδές πηνίο αποσύνδεσης) για την ηλεκτρική αποσύνδεση από ένα διακόπτη στο P5-5 Panel.
3. Oil Temperature Out Bulb (Βολβός ένδειξης θερμοκρασίας εξόδου) στην εξωτερική γραμμή λαδιού από το Oil Cooler για την ένδειξη της θερμοκρασίας αυτού του σημείου στο όργανο <<Gen Drive Oil Temp>> στο P5-5 Panel.
4. Oil Temperature In Bulb (βολβός ένδειξης θερμοκρασίας εισόδου) στην εξωτερική γραμμή λαδιού προς το Oil Cooler για την ένδειξη της θερμοκρασίας αυτού του σημείου στο ίδιο όργανο.
5. 157° C Thermoswitch (Overheat) (θερμοδιακόπτης υπερθέρμανσης) για το προειδοποιητικό πορτοκαλί φως «High Oil Temp» στο P5-5 Panel.

CONSTANT SPEED  
DRIVE  
AND  
STANDBY  
POWER PANEL  
(P5-5)

324-00-007-01

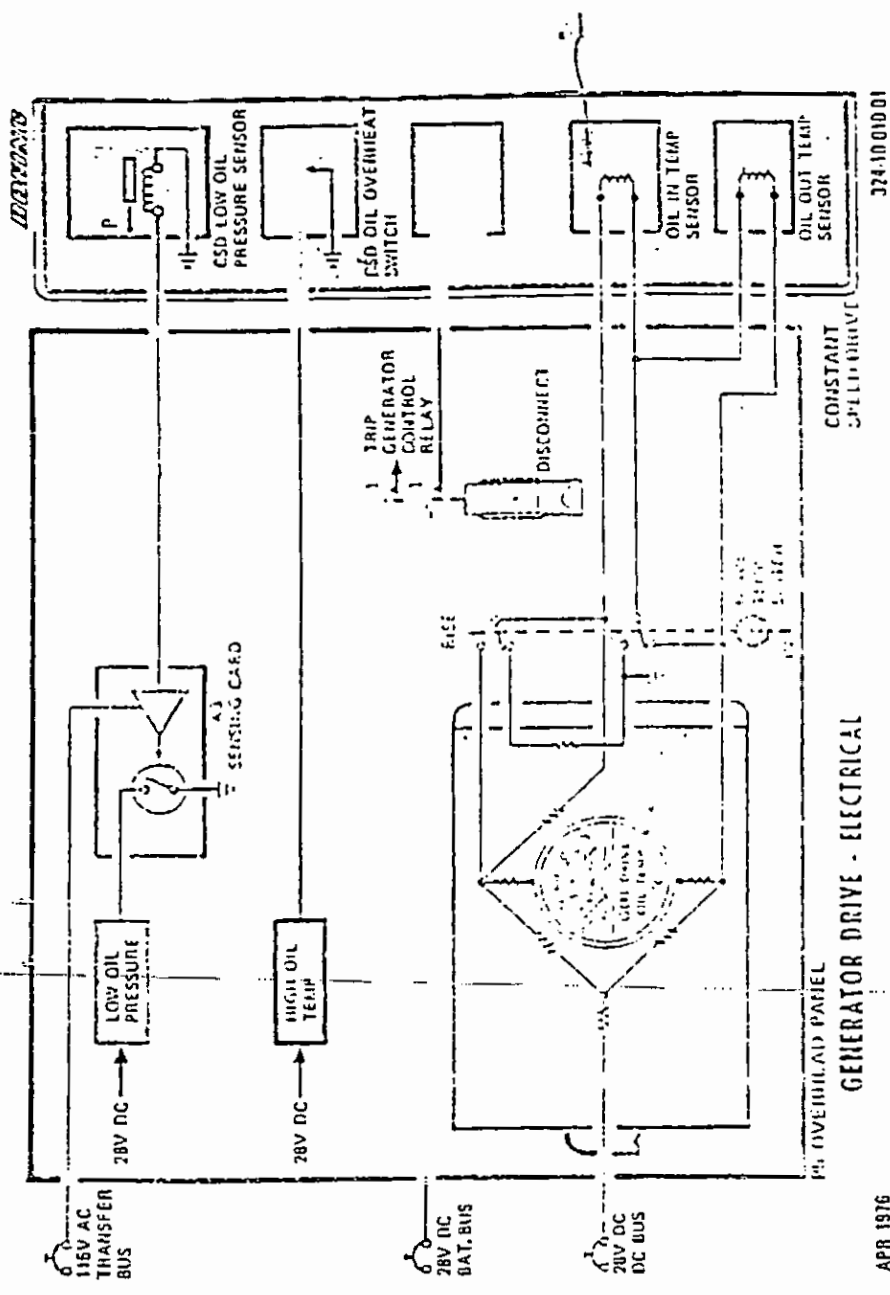


APR 1976

## Σταθεροποιητής στροφών (CSD) και πίνακας ελέγχου P5-5

Οι έλεγχοι και οι ενδείξεις για κάθε CSD περιλαμβάνουν:

1. Ένα πορτοκαλί φως «Low Oil Pressure» που ελέγχεται από ένα ηλεκτρομαγνητικό αισθητή (Sensor) πίεσης στο CSD. Το φως ανάβει όταν η πίεση του λαδιού στο CSD είναι κάτω από 160 PSI ή όταν πέσει κάτω από 90 PSI. Παράλληλα στο P7 Panel ανάβουν τα φώτα «Master Caution» και «Elect».
2. Ένα πορτοκαλί φως «High Oil Temp» που ελέγχεται από ένα θερμοδιακόπτη 157° C στη δεξαμενή λαδιού στο CSD. Παράλληλα ανάβουν στο P7 Panel τα φώτα «Master Caution» και «Elect».
3. Ένα διακόπτη με κόκκινο ασφαλιζόμενο κάλυμμα «Disconnect» που ελέγχει ένα σωληνοειδές αποσύνδεσης του άξονα εισόδου του CSD από τον κινητήρα. Όταν ενεργοποιείται ο διακόπτης, παράλληλα με την αποσύνδεση του CSD, γίνεται Trip (αυτόματο άνοιγμα) του Generator Control Relay (GCR).
4. Ένα όργανο ένδειξης θερμοκρασίας λαδιού του CSD με δύο κλίμακες: In και Rise. Το όργανο αυτό συνδέεται σ' ένα κύκλωμα γέφυρας που περιλαμβάνει τους δύο βολβούς θερμοκρασίας In και Out ωμικής αντίστασης στο CSD. Όταν ο διακόπτης μεταξύ των δύο οργάνων είναι σε θέση «In», τα δύο όργανα των αντίστοιχων CSD θα δείχνουν στην κλίμακα «In» τη θερμοκρασία του λαδιού στην είσοδό του στο CSD, η οποία πρέπει κανονικά να είναι 40-160° C. Όταν ο διακόπτης είναι σε θέση «Rise» τα δύο όργανα θα δείχνουν τη διαφορά των θερμοκρασιών στην είσοδο και στην έξοδο των CSD'S η οποία κανονικά θα πρέπει να είναι 0-30° C.



## Ηλεκτρικά κυκλώματα CSD

Το CSD ενώ είναι μια υδραυλομηχανική μονάδα, έχει ηλεκτρικά εξαρτήματα που συνδέονται με εξωτερικά κυκλώματα στο αεροπλάνο για έλεγχο και ένδειξη.

Σε μια πίεση 90-160 PSI (μέχρι 160 κατά την αύξηση και από 90 και κάτω κατά την πτώση), ο ηλεκτρομαγνητικός Sensor πίεσης στο CSD θα διεγείρει ένα ενισχυτή στην A3 κάρτα στο P5-5 Panel, για να δώσει αρνητικό σ' ένα πορτοκαλί φως «Low Oil Pressure».

Σε μια θερμοκρασία πάνω από 157° C στην δεξαμενή του CSD, ένας θερμοδιακόπτης θα κλείσει για να δώσει αρνητικό στο πορτοκαλί φως «High Oil Temp» στο P5-5 Panel.

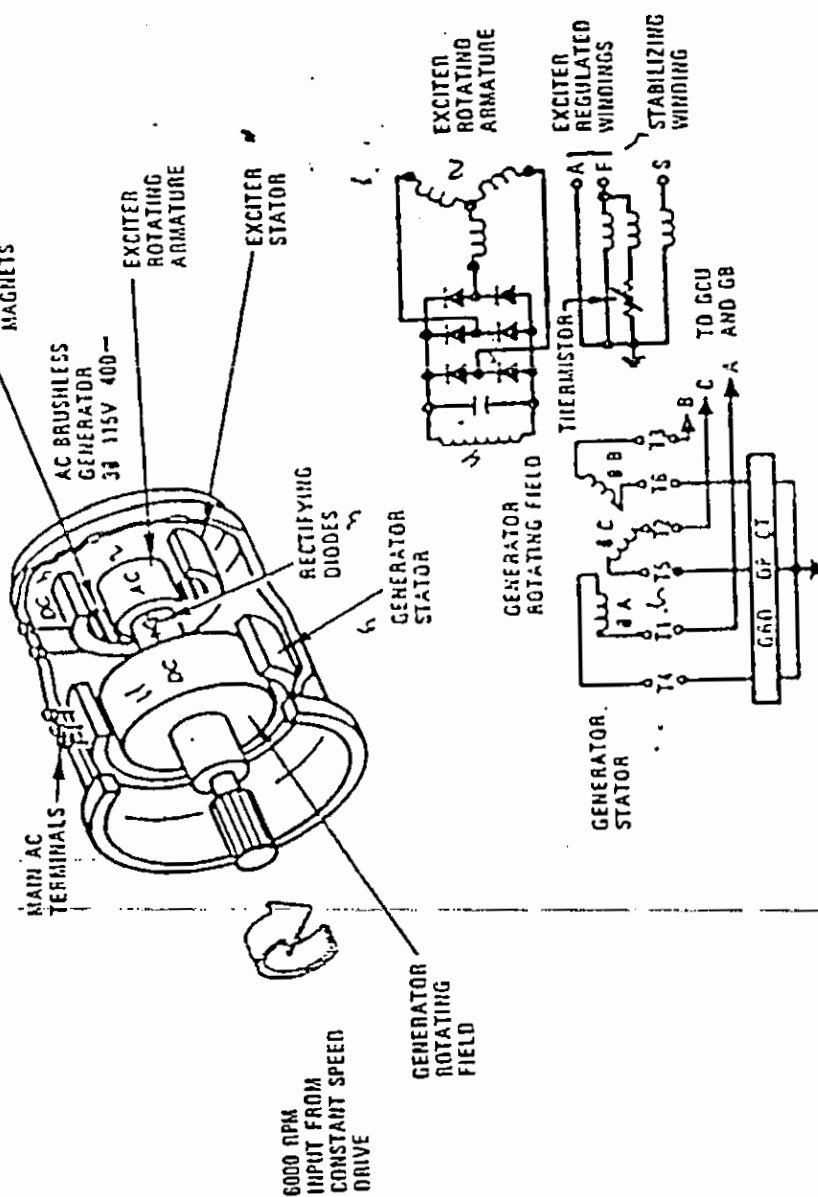
Και για τα δύο παραπάνω πορτοκαλί φώτα ισχύει η αρχή ότι, όταν ανάψουν, θ' ανάψουν παράλληλα και τα φώτα: Master Caution και Electr στο P7 Panel.

Το σωληνοειδές Disconnect στο CSD διεγείρεται με 28 V Σ.Ρ. από ένα προστατευμένο διακόπτη στο P5-5 Panel. Οι Normal Closed επαφές του, δίνουν αρνητικό στην γραμμή διέγερσης του σωληνοειδούς, έτσι ώστε και τα δύο καλώδια του σωληνοειδούς να είναι γειωμένα, για να μην υπάρξει πιθανότητα επαγωγής τάσης από λόγω βλάβης διακοπή λειτουργίας του CSD. Όταν αυτός ο διακόπτης πιεσθεί (είναι ελατηριωτός) θα διεγερθεί το σωληνοειδές αποσύνδεσης του CSD, ενώ παράλληλα θα κάνει Trip και ο Gen. Control Relay (GCR) με 28 V AC από τη Bat Bus.

Δύο βολβοί μεταβλητής αντίστασης (ανάλογα με τη θερμοκρασία) μετρούν τη θερμοκρασία του λαδιού στην είσοδο και έξοδο του Oil Cooler. Ο ένας βολβός μετρά τη θερμοκρασία στην είσοδο του CSD και διαβάζεται σε μια κλίμακα του οργάνου στο P5-5 Panel. Ένας διακόπτης στον πίνακα αλλάζει το κύκλωμα για να περιλάβει και το βολβό στην έξοδο του λαδιού του CSD, έτσι ώστε το όργανο να μετρά την αύξηση (Rise) της θερμοκρασίας του λαδιού μέσα στο CSD. Αυτή η αύξηση θα πρέπει να είναι 5-10° C.



REVISED



AC GENERATOR  
324-20-003-01

MAY 1976

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

### Γενήτρια Ε.Ρ. [AC Generation]

#### Γεννήτρια Ε.Ρ.

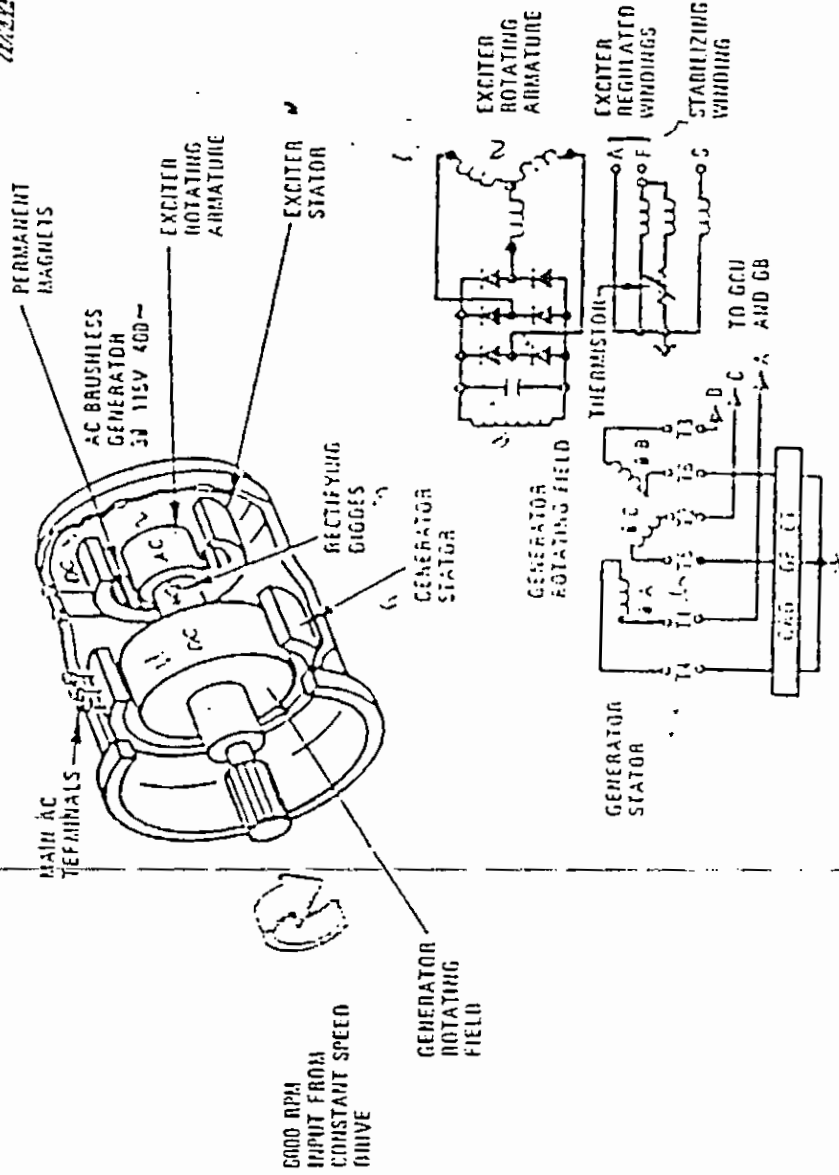
Οι γεννήτριες του αεροπλάνου είναι η κάθε μία ισχύος 40 KVA, με συντελεστή ισχύος 0,75 έως 0,95, τάσεως 120/208 και συχνότητας 400 Hz. Οι γεννήτριες αυτές είναι χωρίς δακτυλίδια, συλλέκτες και ψήκτρες τόσο οι κύριες όσο και οι διεγέρτριες. Ένα περιστρεφόμενο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο προκαλεί επαγωγή της τάσης εξόδου στο στάτη της γεννήτριας. Αυτό το περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο δημιουργείται από μια εσωτερική διεγέρτρια Ε.Ρ., της οποίας η τάση έχει μετατραπεί σε Σ.Ρ. από ανορθωτές που βρίσκονται μέσα στον άξονα της γεννήτριας. Οι δύο γεννήτριες των κινητήρων είναι συνδεδεμένες με τα CSD τα οποία παίρνουν κίνηση από το κινητήρα, όπως εξηγήσαμε παραπάνω. Η ψύξη των γεννητριών γίνεται με αέρα του Fan μέσα από Ducts. Κατά τη λειτουργία του κινητήρα, ο αέρας της ψύξης αφού περάσει από τη γεννήτρια βγαίνει από τα πλάγια καλύμματα του κινητήρα.

Μια πλήρης γεννήτρια, περιλαμβάνει μια διεγέρτρια Ε.Ρ. (AC Exciter Generator), ένα περιστρεφόμενο ανορθωτή (Rotating Rectifier) και τη κύρια γεννήτρια. Η διεγέρτρια Ε.Ρ. περιλαμβάνει μια διέγερση Σ.Ρ. στο στάδιο το οποίο δημιουργεί τη τάση Ε.Ρ. στο στάτη ή έξοδο της γεννήτριας.

Το ρεύμα από το ρυθμιστή τάσεως τροφοδοτεί τα παράλληλα τυλίγματα της διέγερσης της γεννήτριας στο στάτη. Με αυτό τον τρόπο ελέγχεται η γενική διέγερση της γεννήτριας. Τα παράλληλα τυλίγματα στο στάτη της διέγερσης περιλαμβάνουν ένα τύλιγμα δύο παράλληλων καλωδίων σε έξη τυλίγματα σειράς έξη κύριων πόλων. Τα τυλίγματα αυτά των έξη πόλων είναι τυλιγμένα κατά αντίθετη φορά πολικότητας σε κάθε διαδοχή των πόλων. Στο ένα άκρο τα δύο καλώδια συνδέονται στον ακροδέκτη της γεννήτριας «F» στο άλλο άκρο, το ένα καλώδιο συνδέεται κατ' ευθεία στον ακροδέκτη «A» από το άλλο καλώδιο μέσω ενός θερμίστορ, στον ακροδέκτη «A» επίσης.

Το θερμίστορ που βρίσκεται στο στάτη της διέγερσης, έχει ένα αρνητικό συντελεστή αντίστασης θερμοκρασίας. Η μεγαλύτερη αντίστασή του σε χαμηλή ή κανονική θερμοκρασία επιτρέπει να περάσει μικρότερο

REVISED

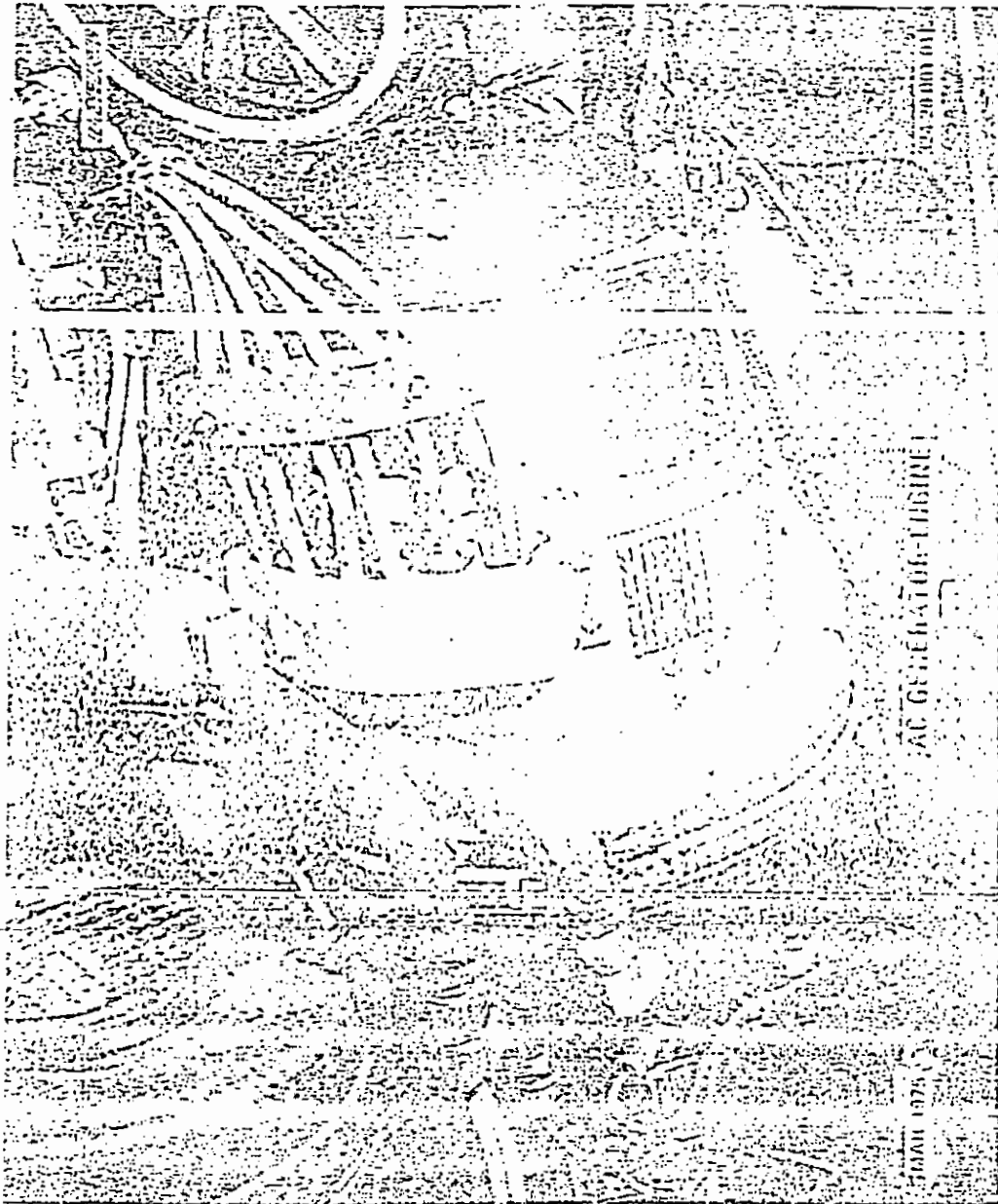


AC GENERATOR  
32420 003-01

MAY 1976

ρεύμα μέσα από τα τυλίγματα αυτού του κλάδου. Σε μεγαλύτερη θερμοκρασία, λόγω λειτουργίας της γεννήτριας, η αντίσταση στο κλάδο αυξάνεται μέχρι σχεδόν το διπλάσιο. Τον ίδιο χρόνο η αντίσταση του θερμίστορ πέφτει μέχρι μια αμελητέα τιμή. Η ολική τιμή της αντίστασης των δύο παράλληλων κλάδων, σε χαμηλές θερμοκρασίες είναι περίπου ίδια με αυτή σε μεγάλες θερμοκρασίες.

Μεταξύ των έξι πόλων της διέγερσης υπάρχουν άλλοι τόσοι μόνιμοι μαγνήτες. Η πολικότητα των μαγνητών αυτών εναλλάσσεται διαδοχικά και χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία του απαραίτητου παραμένου μαγνητισμού για την αρχική διέγερση της γεννήτριας.



## Γεννήτρια Ε.Ρ.-Κινητήρα

Στη γεννήτρια Ε.Ρ. υπάρχουν 6 κύριοι ακροδέκτες:

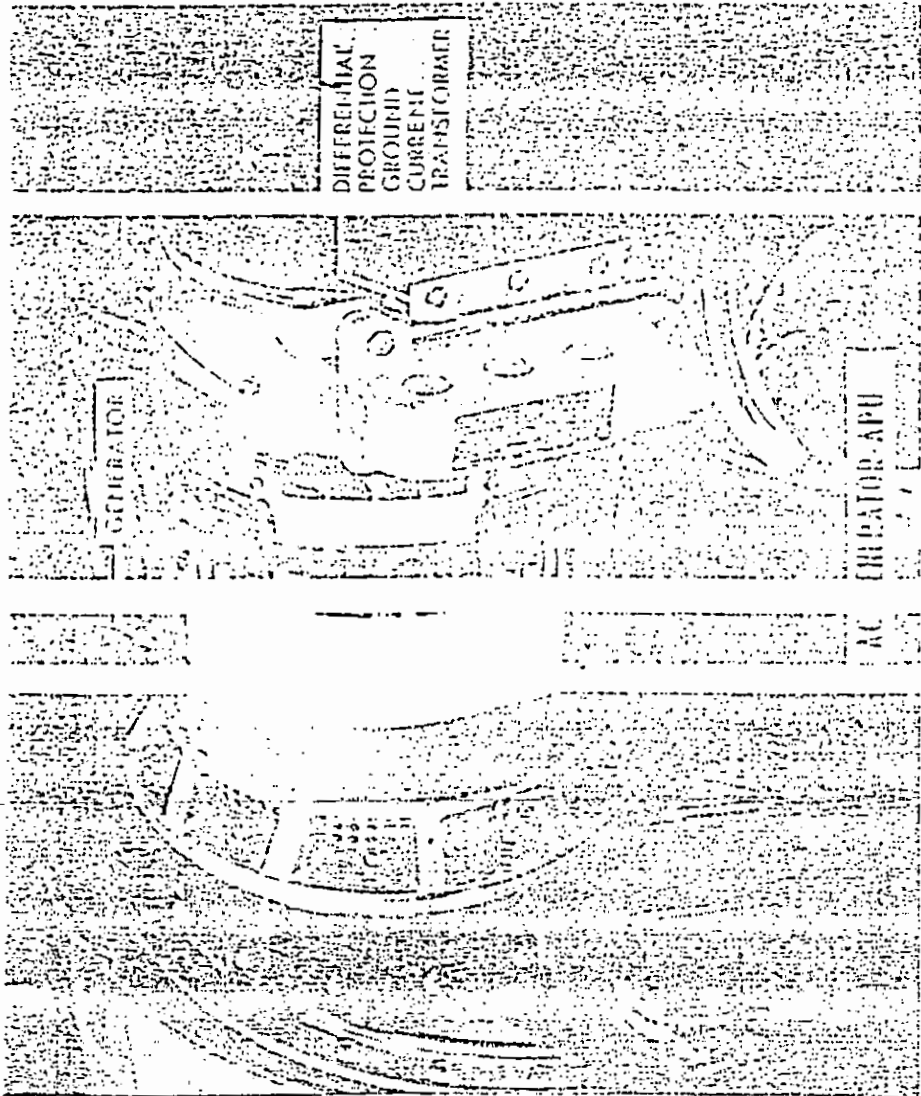
Οι T1, T2 και T3 οι οποίοι είναι οι ακροδέκτες ισχύος. Από αυτούς θα πάρουμε το τριφασικό ρεύμα

Οι T4, T5 και T6 οι οποίοι είναι οι ακροδέκτες που αφού ενωθούν μεταξύ τους, θα γειωθούν για να πάρουμε τον ουδέτερο κόμβο.

Από τους ακροδέκτες αυτούς οι T1 και T4 χρησιμοποιούνται για τη φάση «Α» και τα καλώδιά τους έχουν χρώμα κόκκινο. Οι T2 και T5 χρησιμοποιούνται για τη φάση «C» και τα καλώδιά τους έχουν χρώμα κίτρινο./ Οι T3 και T6 χρησιμοποιούνται για τη φάση «Β» και τα καλώδιά τους έχουν χρώμα μπλέ.

Ο αέρας για τη ψύξη της γεννήτριας μπαίνει από το πάνω άκρο της γεννήτριας, μέσα από ένα Duct που συνδέεται με το κύριο άξονα του Fan του κινητήρα. Ο αέρας αυτός που θα περάσει μέσα από τη γεννήτρια βγαίνει στα πλάγια της από μια τρύπα στο κάλυμμα του κινητήρα.

321 26 002 01



APR 1966

### Γεννήτρια Ε.Ρ.-APU

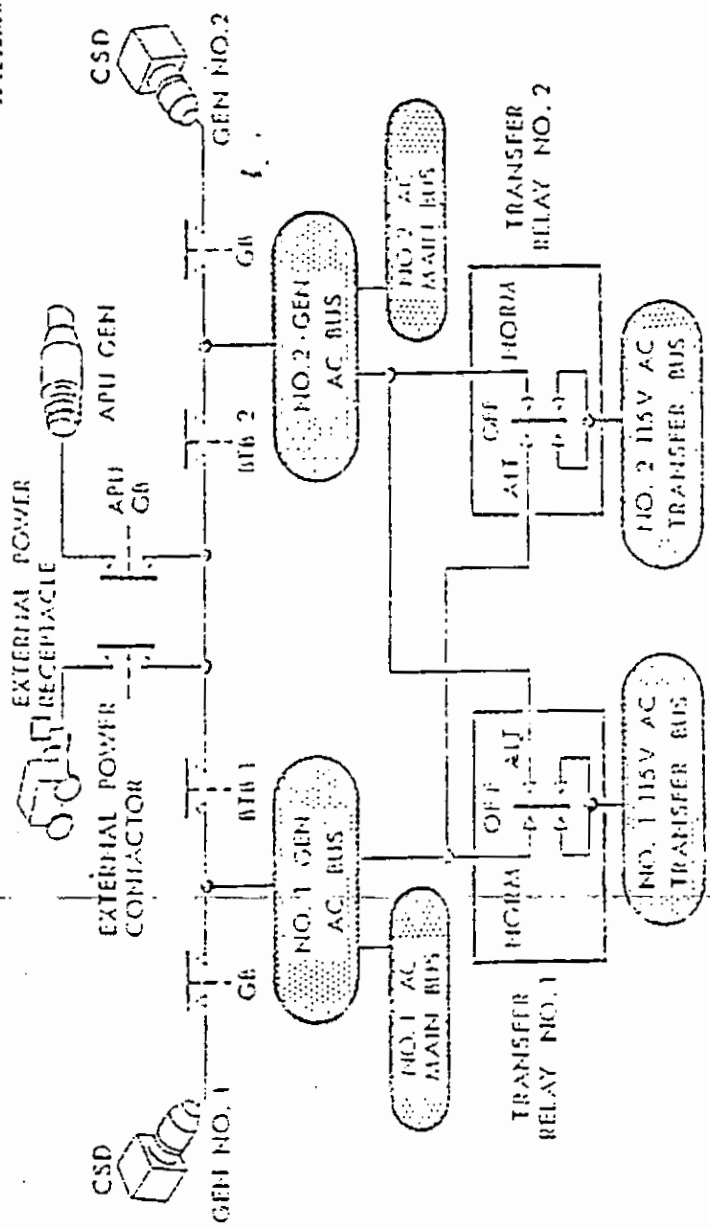
Η γεννήτρια του APU στερεώνεται κατευθείαν στο Gear Box του APU χωρίς CSD και περιστρέφεται σταθερά με 6.000 στρ/λεπ. ενώ οι στροφές του APU είναι 41.000 στρ/λεπ.

Ο αέρας για τη ψύξη μπαίνει στη γεννήτρια από ένα Duct στη δεξιά πλευρά με τη βοήθεια ενός Fan το οποίο περιστρέφεται από το Gear Box του APU. Ο αέρας αυτός βγαίνει από τρύπες, περιφερειακά στη μπροστινή πλευρά.

Επάνω στη γεννήτρια είναι τοποθετημένος ο μετασχηματιστής έντασης του συστήματος διαφορικής προστασίας, ο οποίος είναι εναλλακτός με αυτούς των κινητήρων.



275212-100002



AC POWER DISTRIBUTION

## Κεφάλαιο 4°

### Διανομή ισχύος [Power Distribution]

#### Διανομή E.P.

Υπάρχουν τρεις βασικές αρχές για τη λειτουργία του συστήματος διανομής E.P.:

1. Δεν υπάρχει παραλληλισμός μεταξύ των πηγών E.P.
2. Η πηγή ισχύος E. P. που θα συνδεθεί στο σύστημα των μπαρών, έχει προτεραιότητα και γι' αυτό αποσυνδέει την πηγή που είναι συνδεδεμένη. Δηλαδή, όταν μια πηγή συνδέεται για να τροφοδοτήσει μια μπάρα διανομής την οποία τροφοδοτεί από πριν μια άλλη, τότε αυτή η πηγή που υπάρχει, παραχωρεί τη θέση στη νέα.
3. Οποιαδήποτε πηγή συνδέεται στη μπάρα μόνο με τη βοήθεια ανθρώπινου χεριού (Manual όχι Automatic).

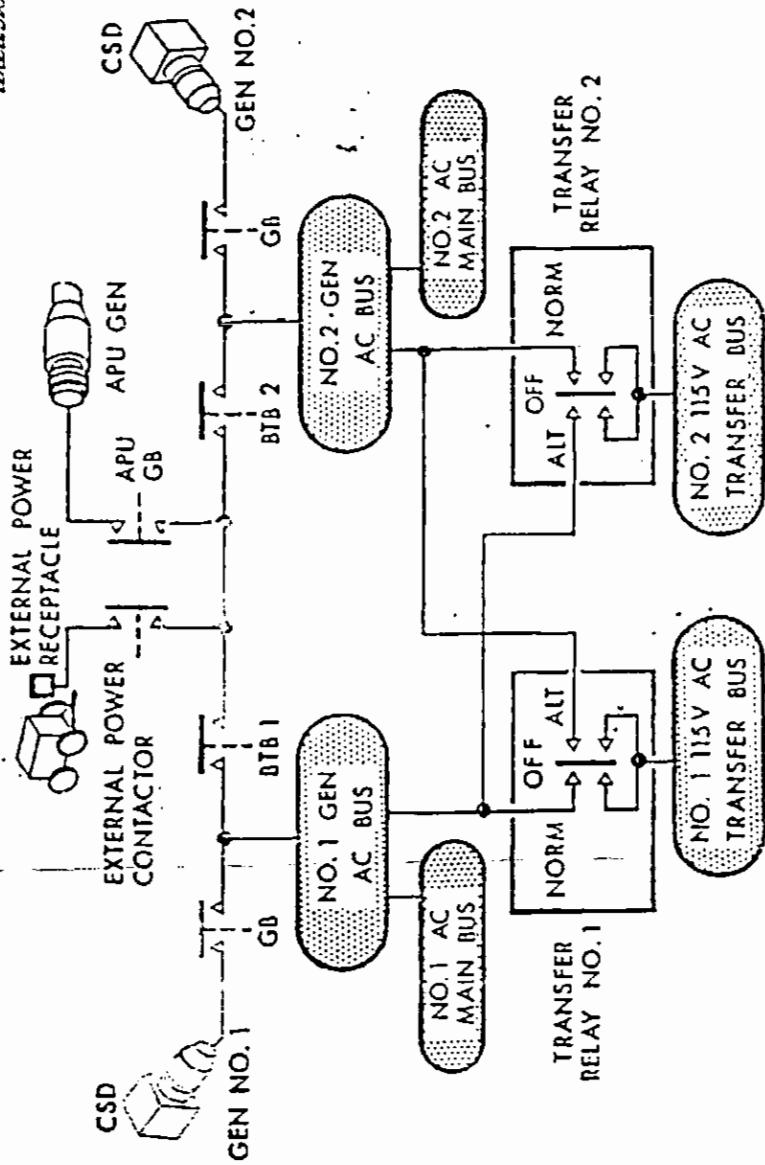
Οι 4 πηγές (2 γεννήτριες κινητήρων, 1 γεννήτρια APU και η γεννήτρια της εξωτερικής πηγής) συνδέονται στις μπάρες με ένα σύστημα Interlock (δεν υπάρχει πιθανότητα παρουσίας δύο πηγών στην ίδια μπάρα). Αυτό γίνεται με τη χρήση 6 τριφασικών τηλεδιακοπών ισχύος (Breakers), κατασκευής Westinghouse. Οι 5 από αυτούς, δηλαδή οι δύο για τις γεννήτριες κινητήρων (Generator Breakers), οι δύο για τις μπάρες διανομής (Bus Tie Breakers) και ένας για την γεννήτρια του APU (APU Generator Breaker), είναι εναλλακτοί μεταξύ τους (έχουν το ίδιο Part Number).

Αυτοί οι Breakers έχουν ένα πηνίο λειτουργίας και ένα μόνιμο μαγνήτη για την ασφάλισή τους σε μια θέση. Ο 6<sup>ος</sup> τηλεδιακόπτης ισχύος για την εξωτερική πηγή (External Power Contactor) είναι διαφορετικός και είναι ενός πηνίου μόνο χωρίς μόνιμο μαγνήτη συγκράτησης σε μια θέση.

#### Λειτουργία των 6 τηλεδιακοπών ισχύος

Η κανονική διάταξη του συστήματος διανομής E.P. κατά την πτήση έχει τη γεννήτρια 1 (του κινητήρα 1) συνδεδεμένη στη Generator Bus 1, Main Bus 1 και Transfer Bus 1, μέσα από τις κλειστές επαφές του

72222223



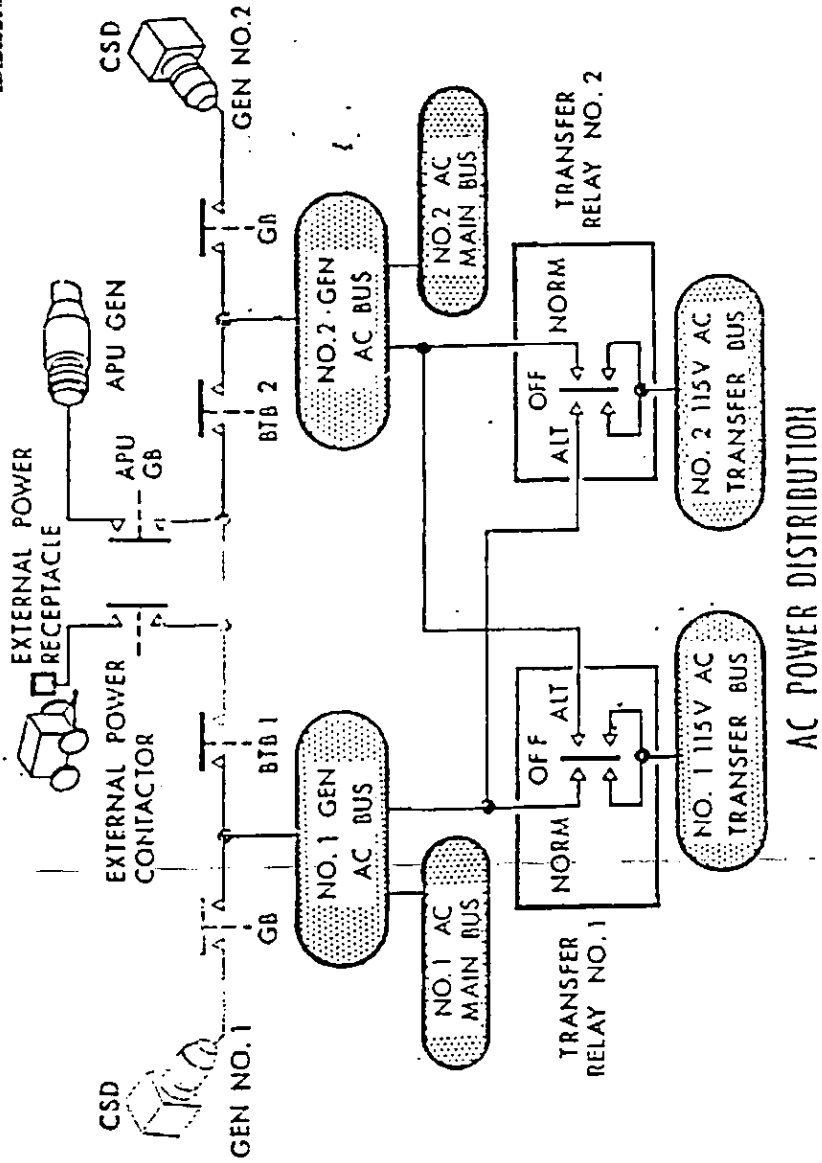
324-50 002-01

APR 1976

Generator Breaker 1 (BG1). Επίσης η γεννήτρια 2 είναι αντίστοιχα συνδεδεμένη στις Gen. Bus 2, Main Bus 2 και Transfer Bus 2, μέσα από τις κλειστές επαφές του GB2. Αυτά θα τα λέμε <<System 1>> και <<System 2>> αντίστοιχα. Τα δύο αυτά συστήματα κρατιούνται εντελώς απομονωμένα (δεν παραλληλίζονται) από τις κανονικά ανοικτές επαφές των Bus Tie Breakers (BTB'S).

Με το αεροπλάνο στο έδαφος και συνδεδεμένη την εξωτερική πηγή, αν θέσουμε στιγμιαία το διακόπτη «Ground Power» στο Overhead Panel, σε θέση «On» τότε και οι δύο GB' S (1 και 2) θα αποσυνδέσουν αυτόματα (Trip) τις γεννήτριες από τις μπάρες τους και θα κλείσει ο External Power Contactor (EPC) που θα συνδέσει την εξωτερική πηγή σ' αυτές τις δύο μπάρες μέσα από τις κλειστές επαφές των BTB' S οι οποίοι κλείνουν επίσης. Σ' αυτή την περίπτωση η εξωτερική πηγή είναι αυτή που συνδέεται και έχει προτεραιότητα απέναντι των κινητήρων τις οποίες αποσυνδέει.

DIAGRAM



APR 1976

324-50 002-01

## Διανομή Ε.Ρ.

Αν ένας διακόπτης στο Overhead Panel, μιας γεννήτριας, τεθεί σε θέση «Ο» (ενώ η γεννήτρια λειτουργεί κανονικά) τότε ο αντίστοιχος ΒΤΒ θα γίνει Τήρ και στη συνέχεια θα κλείσει ο αντίστοιχος GB.

Σημείωση: Για να κλείσει ένας GB γεννήτριας κινητήρα θα πρέπει ο ΒΤΒ της ίδιας πλευράς να είναι Τήρ και αντίστροφα.

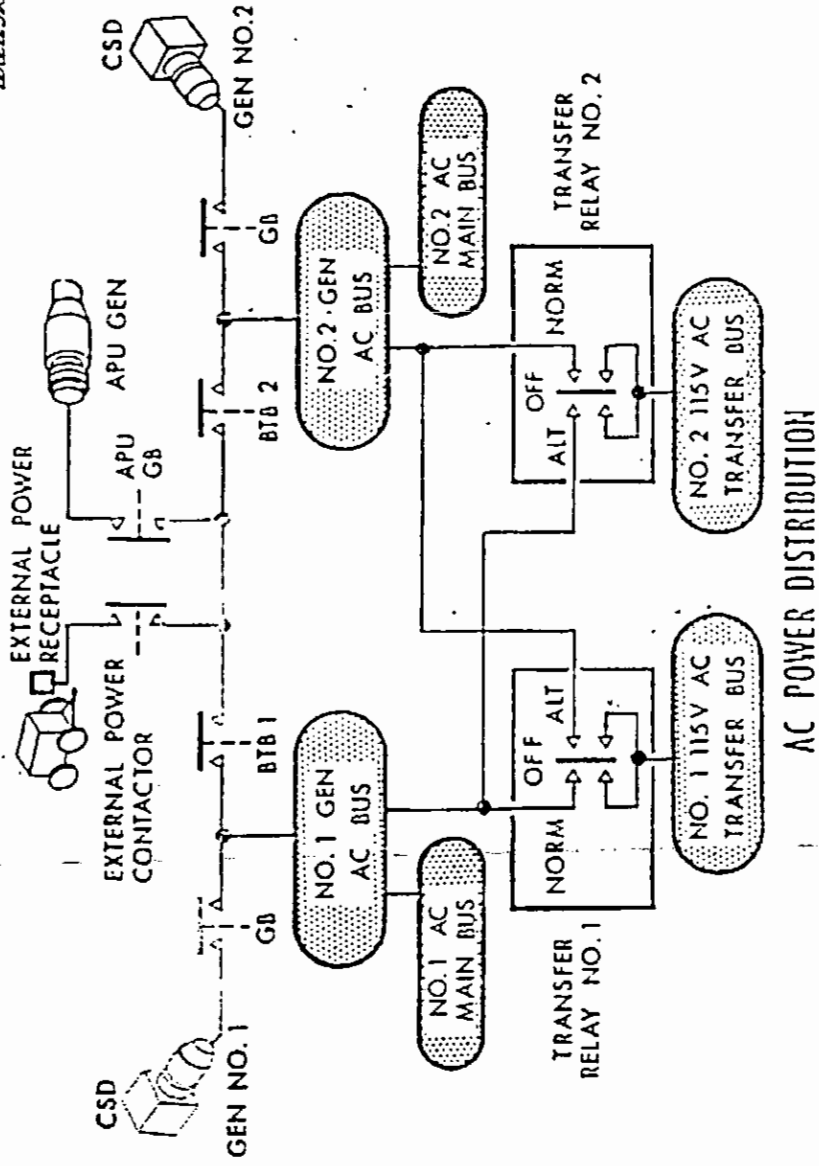
Με τις δύο γεννήτριες κινητήρων τροφοδοτούμενες τις μπάρες και το APU σε λειτουργία, βάζοντας τον αριστερό ή Νο 1 διακόπτη της γεννήτριας του APU, στιγμιαία θέση «On» (ΣΤΟ P5 Panel), θ' ανοίξει ο GB1 και θα κλείσουν οι APU GB και ο αριστερός ή Νο 1 ΒΤΒ. Βάζοντας το δεξιό ή Νο 2 διακόπτη στιγμιαία σε θέση «On», και αφού το αεροπλάνο είναι στο έδαφος, θ' ανοίξει ο GB 2 και θα κλείσει ο δεξιός ή Νο 2 ΒΤΒ. Έτσι η γεννήτρια του APU συνδέεται και τροφοδοτεί ολόκληρο το ηλεκτρικό σύστημα του αεροπλάνου εφ' όσον αυτό είναι στο έδαφος. Αν το αεροπλάνο ήταν στον αέρα και παρουσιαζόταν μια βλάβη π.χ. στο σύστημα της Νο 1 γεννήτριας, τότε ο GB θ' άνοιγε αυτόματα. Τότε η γεννήτρια του APU θα μπορούσε να τροφοδοτήσει κανονικά τη μπάρα της γεννήτριας 1. Αν στη συνέχεια παρουσιαζόταν μια δεύτερη βλάβη στο σύστημα της Νο 2 γεννήτριας τότε θ' άνοιγε πάλι αυτόματα ο GB2 αλλά η γεννήτρια του APU δεν θα μπορούσε να τροφοδοτήσει τη μπάρα Νο 2 παράλληλα με τη Νο 1, επειδή η λειτουργία του δεύτερου διακόπτη της γεννήτριας του APU εμποδίζεται να φέρει αποτέλεσμα στο σύστημα από το σύστημα AIR/ GRD και από το γεγονός ότι είναι κλειστός ο ΒΤΒ1. Η γεννήτρια του APU, όταν το αεροπλάνο βρίσκεται στον αέρα, μπορεί να τροφοδοτήσει μόνο μια πλευρά του ηλεκτρικού συστήματος.

## Λειτουργία των Transfer Relays:

Οι δύο εναλλακτικοί Transfer Relays με διπλά πηνία, χωρίς μαγνητική συγκράτηση, βρίσκονται μέσα στο P6 Circuit Breaker Panel, πίσω από τη θέση του συγκυβερνήτη. Οι θέσεις των κύριων επαφών των Relays καθορίζονται από τις βοηθητικές επαφές των GB's και ΒΤΒ's. Οι Transfer Relays έχουν τρεις θέσεις:

- Normal: Το πηνίο για τη θέση «Normal» διεγείρεται όταν ο GB ή ο ΒΤΒ

DIAGRAM



της αντίστοιχης πλευράς, είναι κλειστός. Έτσι η Transfer Bus 1 τροφοδοτείται από τη Generator Bus 1 και η Transfer Bus 2 από τη Generator Bus 2 αντίστοιχα.

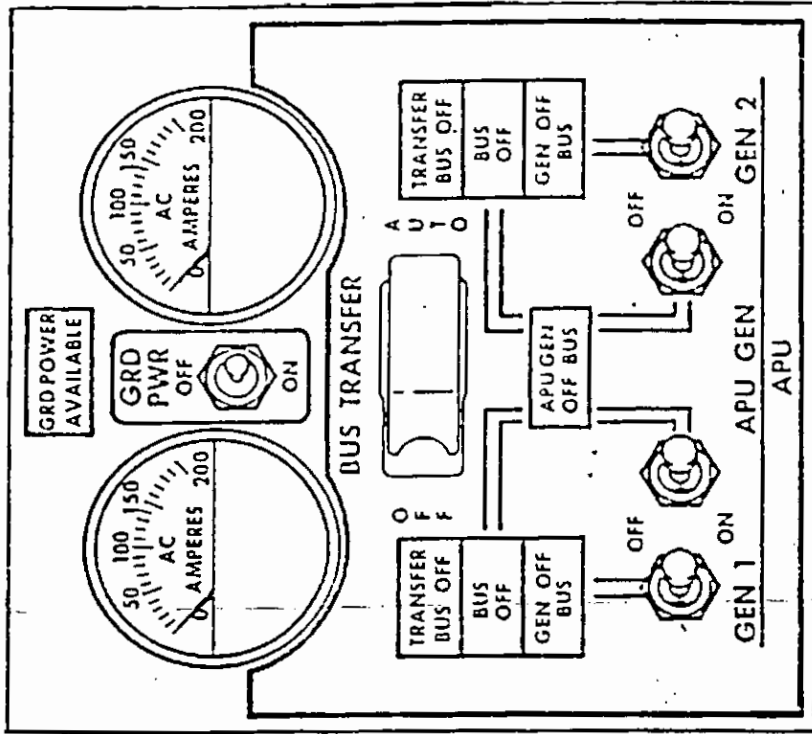
- Off ή Neutral: Κανένα από τα δύο πηνία δεν είναι διεγερμένο, όταν όλοι οι GB'S και BTB'S είναι ανοικτοί. Τότε οι Transfer Buses δεν τροφοδοτούνται με ρεύμα.
- Alternate: Αν και οι δύο GB1 και BTB1, είναι ανοικτοί και ένας: GB2 ή BTB2 είναι κλειστός, το πηνίο Alternate του Transfer Relay 1, θα διεγείρεται και τότε η Generator Bus 2 θα τροφοδοτεί τις Transfer Buses 1 και 2 ταυτόχρονα. Ανάλογη κατάσταση θα δημιουργηθεί και για τον Transf. 2.



2012152-1000

# GENERATOR AMMETERS AND BUS SWITCHING PANEL (P5-4)

324 008 008 01



APR 1976

## Έλεγχοι από τον πίνακα electrical power (P5-4)

Το τμήμα P5-4 του μπροστινού Overhead Panel είναι ο πρώτος πίνακας ελέγχου για το σύστημα Electrical Power. Κανονικά οι διακόπτες τίθενται σε κάποια επιθυμητή θέση, στο έδαφος, χωρίς όμως να εμποδίζεται η λειτουργία τους και στον αέρα. Ο πίνακας δεν είναι απαραίτητο να παρακολουθείται κατά την πτήση. Αν σημειωθεί μια βλάβη στο σύστημα, τότε θ' ανάψει ένα πορτοκαλί φως σ' αυτόν, αλλά παράλληλα θα διεγερθούν και τα φώτα Master Caution και αντίστοιχο Annunciator στο P7 Panel.

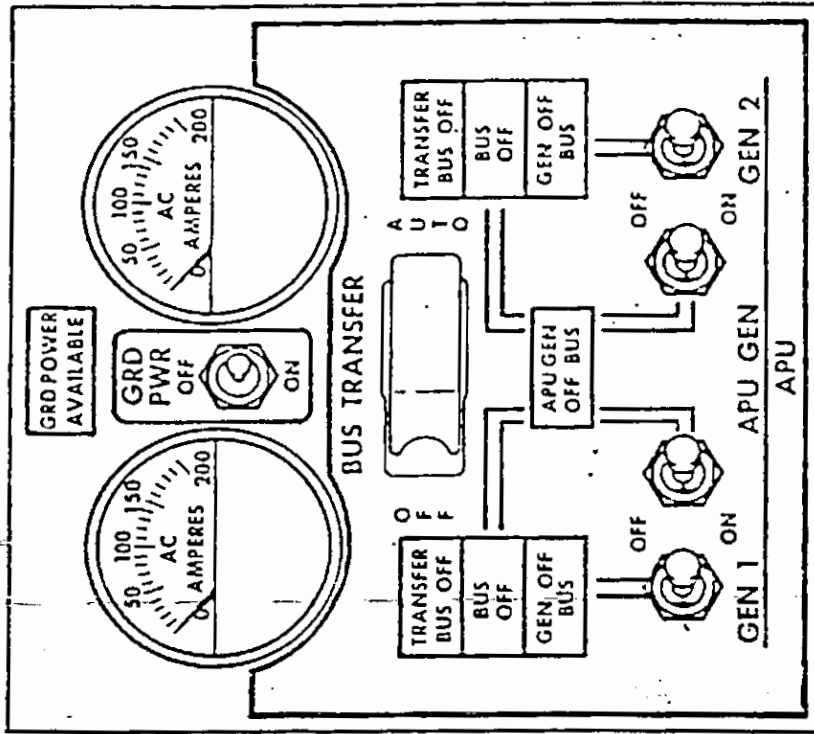
**Διακόπτες:** Όλοι οι διακόπτες του πίνακα, εκτός του καλυμένου «Bus Transfer» είναι τριών θέσεων ελατηριωτοί στις ακραίες θέσεις και με τη μεσαία θέση ουδέτερη (Neutral). Οι δύο διακόπτες «Gen 1 & 2» των κινητήρων και οι δύο «APU Gen» είναι μηχανικά ασφαλισμένοι στη μεσαία θέση. Για να αλλάξουμε θέση σ' αυτούς πρέπει να τους τραβήξουμε πρώτα προς τα έξω. Αν υποθέσουμε ότι όλες οι πηγές E.P. δίνουν σωστή τάση και συχνότητα:

- Ο διακόπτης Gen 1 όταν τίθεται «On» κλείνει ο GB 1.
- Ο διακόπτης Gen 2 όταν τίθεται «On» κλείνει ο GB 2.
- Ο αριστερός διακόπτης «APU Gen» όταν τίθεται «On», κλείνει ο APU GB και ο BTB 1.
- Ο δεξιός διακόπτης «APU Gen», όταν τίθεται «On», κλείνει ο APU GB (αν αυτός είναι πρώτος) και ο BTB 2. Σημειώστε ότι στον αέρα, αν ένας BTB είναι ήδη κλειστός, ο δεύτερος BTB δεν θα μπορέσει να κλείσει.
- Ο διακόπτης «GRB PWR» όταν τίθεται «On», κλείνει ο External Power Contactor (EPC) και οι δύο BTB'S
- Ο διακόπτης «Bus Transfer» όταν τίθενται «Off», εμποδίζει οποιοδήποτε Transfer Relay να διεγερθεί σε θέση «Alternate». Ο διακόπτης Bus Transfer δεν επιδρά πουθενά στους Transfer Relays όταν αυτοί είναι σε θέση «Normal».

**Φώτα:** Σχετικά με τα φώτα παρατηρούμε:

- Το φως «Transfer Bus Off» ανάβει όταν ο αντίστοιχος Bus Transfer Relay είναι στη μεσαία θέση (Neutral). Τότε η Transfer Bus δεν πρέπει να έχει ρεύμα.
- Το φως «Bus Off» ανάβει όταν οι αντίστοιχοι GB και BTB είναι ανοικτοί ταυτόχρονα. Τότε η αντίστοιχη μπάρα της γεννήτριας δεν πρέπει να έχει ρεύμα
- Το φως «Gen Off Bus» ανάβει όταν ο αντίστοιχος GB είναι ανοικτός.

# GENERATOR AMMETERS AND BUS SWITCHING PANEL (P5-4)

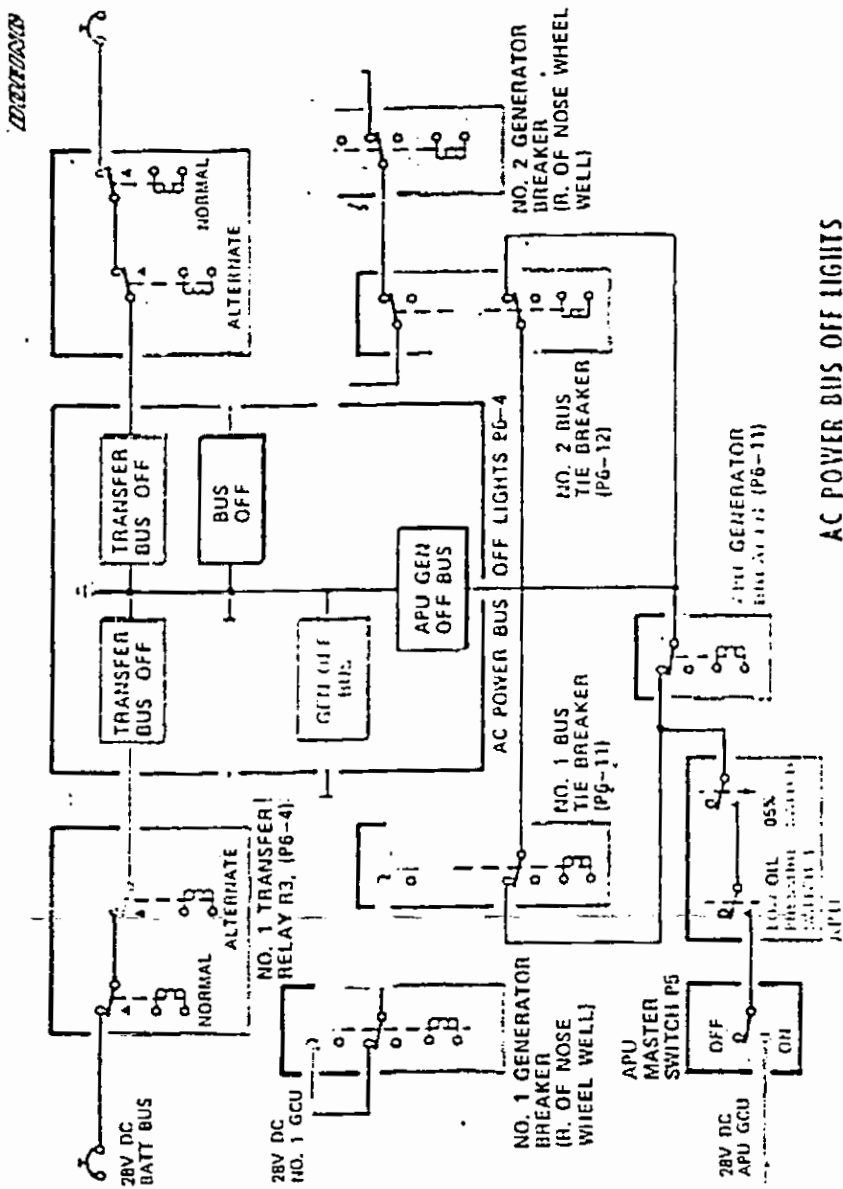


APR 1976

324 000 01

Τότε η γεννήτρια δεν τροφοδοτεί κανένα φορτίο.

- Το φως «APU Gen Off Bus» ανάβει όταν το APU λειτουργεί με στροφές πάνω από το 95% αλλά η γεννήτριά του δεν τροφοδοτεί καμία μπάρα. Δηλαδή ο APU GB ή και οι δύο BTB'S ανοικτοί.
- Το φως «GRD PWR Available» ανάβει όταν η εξωτερική γεννήτρια είναι συνδεδεμένη με τη φίσσα της στο αεροπλάνο ανεξάρτητα με τη θέση που θα έχει ο External Power Contactor (EPC).



AC POWER BUS OFF LIGHTS

324-20 004-01

APR 1976

## Λειτουργία των φώτων AC power bus off

Το τμήμα P5-4 του πίνακα Overhead περιλαμβάνει τα ακόλουθα ενδεικτικά φώτα:

- Το πορτοκαλί φως «Transfer Bus Off» που ανάβει όταν και τα δύο πηνία (Normal & Alternate) του Bus Transfer Relay δεν διεγείρονται. Τότε αφού ο Bus Transfer Relay βρίσκεται στη μεσαία θέση, η Transfer Bus δεν έχει ρεύμα.
- Το πορτοκαλί φως «Bus Off» που ανάβει όταν και οι δύο, GB και BTB, της ίδιας πλευράς είναι ανοικτοί (Trip). Σ' αυτή τη περίπτωση της γεννήτριας No 1, το άναμμα αυτού του φωτός σημαίνει απώλεια ρεύματος στη No 1 Gen Bus, στη No1 Main Bus και στη Ground Service Bus. Στην περίπτωση της No2 γεννήτριας, το φως σημαίνει απώλεια ρεύματος στη No 2 Gen Bus και No 2 Main Bus.
- Το μπλέ φως <<Gen Off Bus>> που ανάβει όταν ο αντίστοιχος GB είναι ανοικτός (Trip). Αυτό σημαίνει ότι η αντίστοιχη γεννήτρια δεν τροφοδοτεί τη Gen. Bus.
- Το μπλε φως «APU Gen Off Bus» που ανάβει όταν το APU λειτουργεί με στροφές πάνω από 95%, αλλά η γεννήτριά του δεν τροφοδοτεί καμία μπάρα διανομής. Το φως ανάβει όταν ο APU Gen Breaker είναι ανοικτός ή όταν οι δύο BTB's είναι ανοικτοί ενώ το APU λειτουργεί.



## Τροφοδότηση από εξωτερική πηγή και Ground service.

Το αεροπλάνο έχει δύο μπάρες «Ground Service» οι οποίες τροφοδοτούν φώτα και ηλεκτρικά φορτία απαραίτητα για την εξυπηρέτηση του αεροπλάνου στο έδαφος. Η μπάρα των 115V E.P. «Ground Service» τροφοδοτεί τα φορτία:

- Battery Charger (Normal Input).
- Equipment Cooling Blower (Normal).
- Τις πρίζες για τις ηλεκτρικές σκούπες (Vacuum Cleaners).
- Τα φώτα φθορισμού στην οροφή της καμπίνας.
- Τα φώτα στις εισόδους της καμπίνας σε θέση Bright.

Η μπάρα των 28 V Σ.Ρ. «Ground Service» τροφοδοτεί τα φορτία:

- Τα φώτα Work και Threshold στη καμπίνα επιβατών.
- Τα φώτα στις αποθήκες (μπρος - πίσω).
- Τα φώτα στο χώρο μονάδων κλιματισμού (Air Conditioning).
- Τα φώτα στο χώρο των ηλεκτρικών / ηλεκτρονικών μονάδων (E/E Compartment).
- Τα εξωτερικά φώτα θέσης του αεροπλάνου στις πτέρυγες.

Και οι δύο μπάρες Ground Service κανονικά τροφοδοτούνται τόσο στη πτήση όσο και στο έδαφος από τη No 1 Gen Bus. Αν το αεροπλάνο είναι στο έδαφος και δεν χρειάζεται να τροφοδοτούνται όλα τα ηλεκτρικά συστήματα, μόνο οι «Ground Service» μπάρες μπορούν να τροφοδοτούνται απ' ευθείας από την εξωτερική πηγή. Βάζοντας τον διακόπτη «Ground Service» στο μπροστινό πίνακα της αεροσυνοδού, σε θέση «On», θα διεγερθεί ο «Ground Service Relay» (R6) στο P6 Panel και η μπάρα των 115V E.P. θα συνδεθεί κατ' ευθείαν στη μπάρα της εξωτερικής πηγής. Ο διακόπτης συγκρατείται στη θέση «On» από σωληνοειδές που υπάρχει μέσα σ' αυτόν, μόνο όταν η εξωτερική πηγή είναι συνδεδεμένη στην αντίστοιχη φίσσα της στο αεροπλάνο και η τάση της είναι κανονική (115V E.P).

Αν κάτω από αυτές τις συνθήκες ο διακόπτης «Ground Power» στο P5 Overhead Panel, τεθεί σε θέση «On», το σωληνοειδές του διακόπτη για τα Ground Service και ο Ground Service Relay θα διακοπούν από το κλείσιμο του EPC. Ο διακόπτης «Ground Service» θα πέσει στη θέση «Off» και θα αποδιεγερθεί (ανοίξει) ο Ground Service Relay. Η Ground Service Bus θα συνδεθεί τότε στην κανονική της πηγή, δηλαδή στη No 1 Gen Bus.





### **Διανομή 28V E.P.**

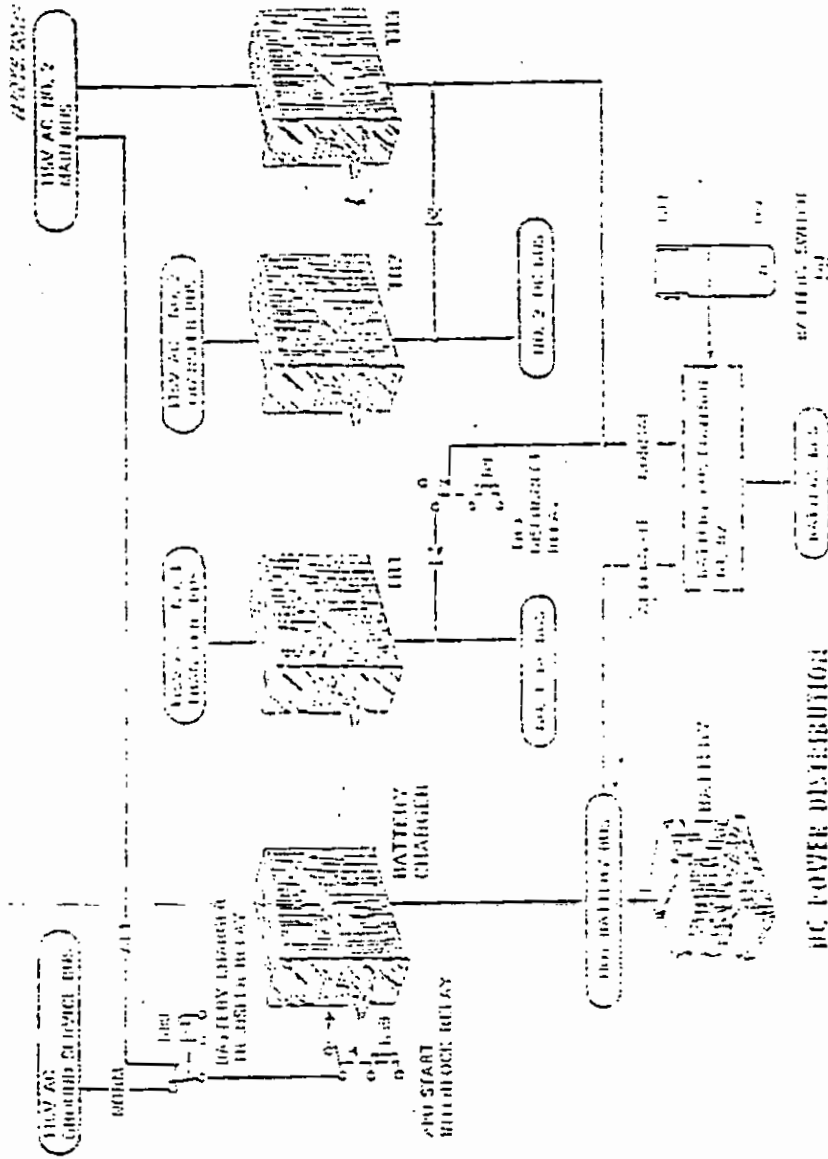
Ο φωτισμός στο αεροπλάνο τροφοδοτείται σχεδόν εξ' ολοκλήρου με 28V E.P. εκτός από τα φώτα φθορισμού στην οροφή της καμπίνας επιβατών, τα φώτα φθορισμού ότι τουαλέτες και τα φώτα φθορισμού στις εισόδους της καμπίνας.

Ο φωτισμός της καμπίνας τροφοδοτείται από την AC Ground Service Bus με 28 V E.P. μέσω τριών μετασχηματιστών (T3, T6 και T10) που βρίσκονται στο T4 Transformer Shield.

Τα μη ουσιώδη φώτα με 28 V E.P. (π.χ. Reading Lights για τους επιβάτες) τροφοδοτούνται από τις Main Buses με 115V E.P. μέσω μετασχηματιστών (T36, T37) στα T4 και T5 Shields αντίστοιχα.

Τα ουσιώδη φώτα των E.P. (π.χ. τα Background των πινάκων στο πιλοτήριο) τροφοδοτούνται από τις Transfer Buses των 115V E.P. μέσω μετασχηματιστών (T38 και T52) στα T4 και T5 Shields αντίστοιχα.

Τα Transformer Shields T4 και T5 είναι πράσινα βαμμένα κουτιά από αλουμίνιο και βρίσκονται εξωτερικά από τη δεξιά θυρίδα προσιτότητας (Access Door) στη δεξιά πλευρά του χώρου υποδοχής του ριναιού σκέλους.



321 50 005 01

DC POWER DISTRIBUTION

APR 1976

## Διανομή 28V Σ.Ρ.

### Μονάδες:

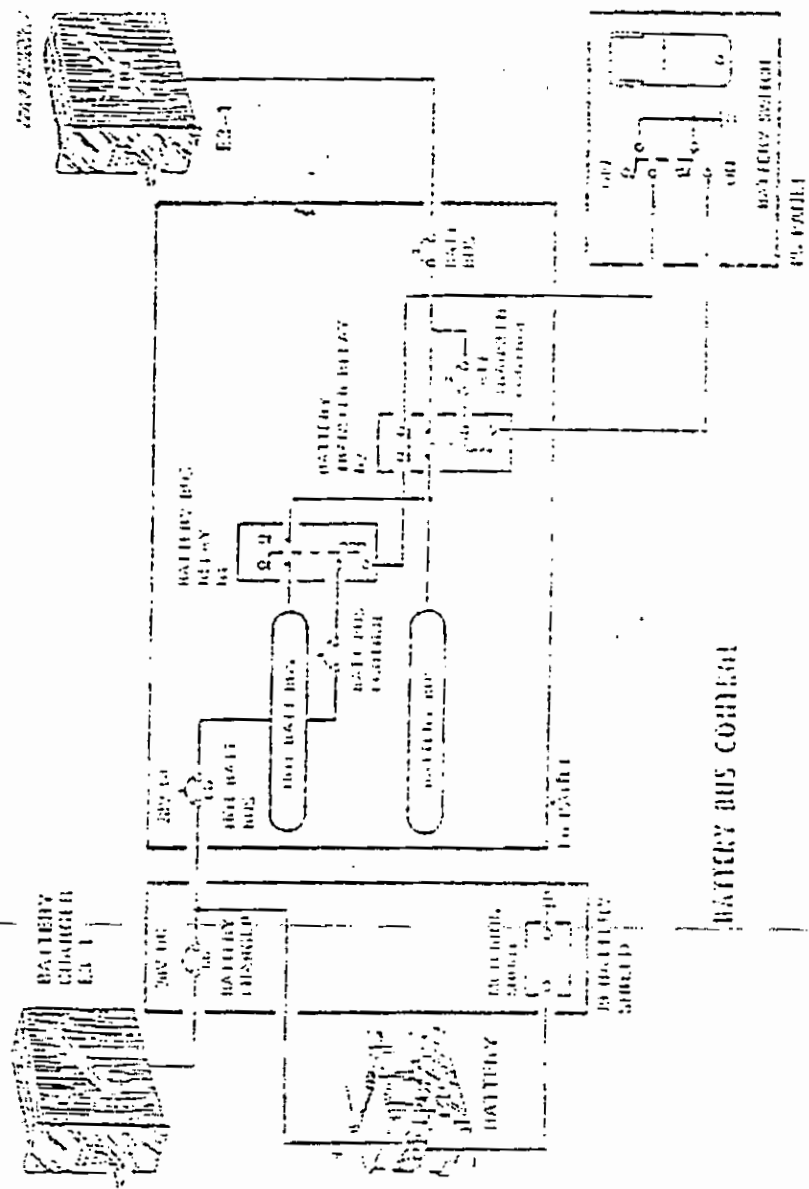
Οι μονάδες που μας δίνουν το Σ.Ρ. στο αεροπλάνο είναι:

- Τρεις εναλλακτοί μεταξύ τους μετασχηματιστές / ανορθωτές (TR) των 50Α.
- Μια μπαταρία νικελίου - καδμίου των 20 στοιχείων, 24V και 22ΑΗ
- Ένα φορτωτή τύπου παλμών για την παραπάνω μπαταρία, των 15Α .

Ο μετασχηματιστής / ανορθωτής (Transformer / Rectifier) 1, τροφοδοτείται με 3φ 115V από τη Transfer Bus 1 και δίνει 28V Σ.Ρ. στη DC Bus 1. Ο TR2 τροφοδοτείται με 3φ 115V επίσης, από τη Transfer Bus 2 και δίνει 28V Σ.Ρ. στη DC Bus 2. Ο TR3 τροφοδοτείται από τη No 2 Main Bus και δίνει 28 V μέσα από το Relay R2 στη Battery Bus (ο διακόπτης <<Battery>> στο P5, πρέπει να είναι "On"). Αν το TR3 δεν έχει έξοδο (R2 ανοικτός) διεγείρεται ο R1 και συνδέει την Battery Bus με τη Hot Battery Bus εφ' όσον ο διακόπτης «Battery» είναι «On». Η έξοδος του TR3 συνδέεται επίσης μέσω μιας διόδου στη DC Bus 2 και μέσα από τον κανονικά διεγερμένο «TRS Disconnect Relay» (R9) και μιας άλλης ακόμα διόδου στη DC Bus 1. Έτσι, απώλεια ενός TR δεν θα χάσουμε την αντίστοιχη DC Bus.

Το Battery Charger κανονικά τροφοδοτείται με 3φ 115V από τη Ground Service Bus και δίνει 28 V Σ.Ρ. στη μπαταρία. Αν υπάρξει διακοπή τροφοδότησης της Ground Service Bus, ο Battery Charger Transfer Relay (R89) διεγείρεται αυτόματα και μεταφέρει τη τροφοδότηση του Battery Charger στην εναλλακτική του πηγή, δηλαδή τη No 2 Main Bus.

Κατά τη διάρκεια εκκίνησης του APU, για να αποφευχθεί απότομη αύξηση ρεύματος από τον εκκινητήρα Σ.Ρ. του APU, μέσα από το Battery Charger, η τροφοδοσία με Ε.Ρ. στη μονάδα διακόπτεται. Ο APU Start Interlock Relay (R39) συνδέεται στον «APU Start Relay» (R5) για να διεγείρεται κατά τη λειτουργία του εκκινητή (Start Motor) του APU. Ο R39 αποδιδεγείρεται όταν το APU φθάσει στο 35% των στροφών του.



321 50 600 01

BATTERY BUS CONTROL

APR 1976

## Έλεγχος τροφοδότησης της Battery bus

Η Hot Battery Bus τροφοδοτεί μόνο τα ουροδοτικά φυσίγγια των φιαλών πυρόσβεσης, τις βαλβίδες «Engine Fuel Shut Off» και τη τροφοδότηση ανάγκης των «Generator Control Units».

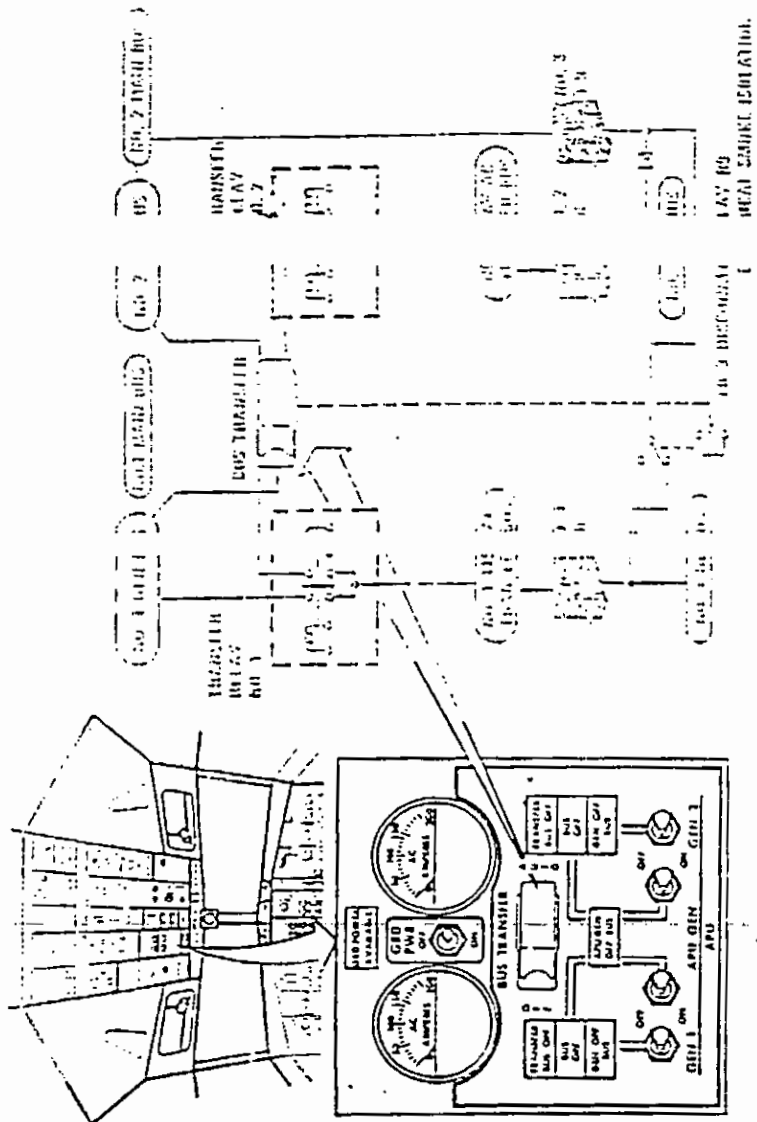
Η Battery Bus τροφοδοτεί μεταξύ άλλων τα περισσότερα ενδεικτικά φώτα στο πιλοτήριο, το σύστημα «Master Caution» το σύστημα ανίχνευσης φωτιάς, το σύστημα αναγγελιών (Passenger Address Amplifier) και το σύστημα τροφοδότησης ρεύματος ανάγκης (Standby Or Emergency Power).

Η τροφοδότηση της Battery Bus, μπορεί να γίνει ή να διακοπεί ανάλογα με τη θέση του «Battery» διακόπτη (On ή Off) στο P5 Panel.

Η Battery Bus κανονικά τροφοδοτείται από το TR3. Η έξοδος της TR3 δίνει ρεύμα στον Relay R2 (Battery Transfer Relay) ο οποίος συνδέει το TR3 με τη Battery Bus. Το αρνητικό για τη διέγερση του R2 παρέχεται μέσα από τη θέση «On» του διακόπτη «Battery».

Αν η έξοδος του TR3 διακοπεί, ο R2 αποδιηγείρεται και μέσα από τις βοηθητικές επαφές του και τη θέση «On» του διακόπτη «Battery» δίνεται ένα αρνητικό για το Relay R1 (Battery Bus Relay) ο οποίος συνδέει τη Hot Battery Bus με τη Battery Bus. Έτσι σε περίπτωση διακοπής του συστήματος Ε.Ρ. ή απλά διακοπής της λειτουργίας του TR3, η Battery Bus αυτόματα θα τροφοδοτηθεί από τη Hot Battery Bus.

PROCEED



MAY 1976

524 20012 01

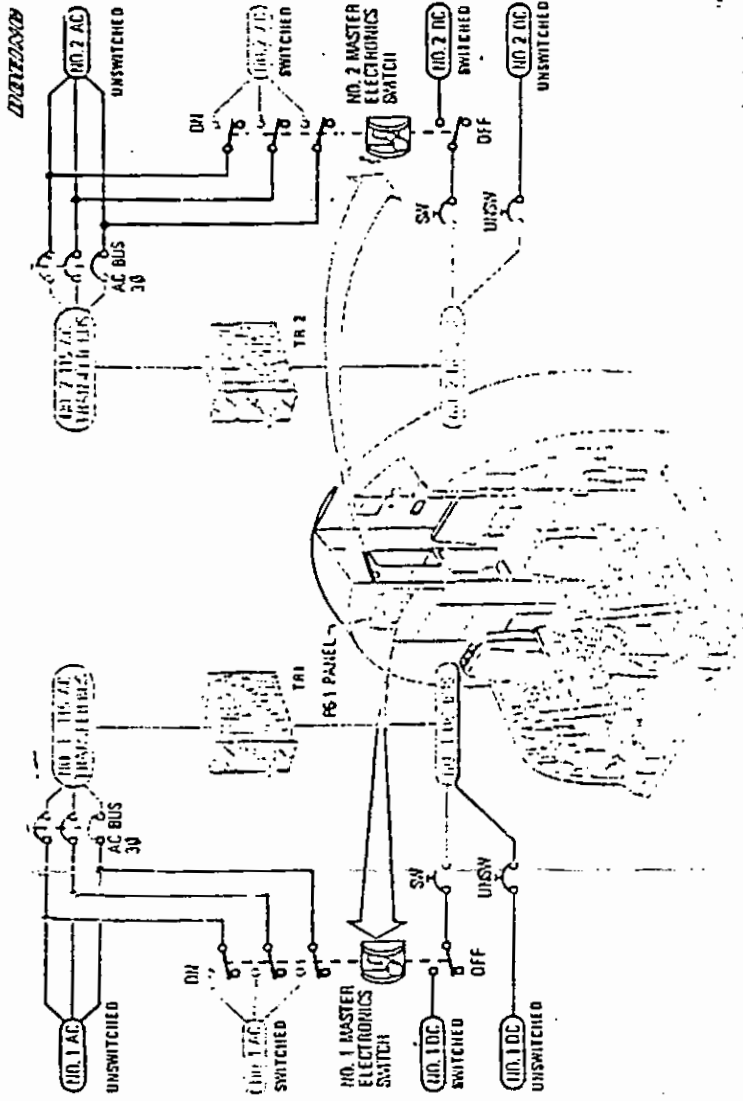
## Απομόνωση λόγω βραχυκυκλώματος

Σε περίπτωση ηλεκτρικού καπνού (βραχυκύκλωμα σ' ένα σημείο) στο πιλοτήριο, το πλήρωμα πρέπει ν' ακολουθήσει τις διαδικασίες «Abnormal And Emergency» ως εξής:

- Να θέσει τους διακόπτες των γεννητριών σε θέση «Off». Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα να διακοπεί όλο το ρεύμα από το αεροπλάνο, εκτός από αυτό του συστήματος Standby και Battery. Ο Κυβερνήτης θα μπορεί να ελέγχει το αεροπλάνο με τα κυριότερα όργανα αφού τα πρωτεύοντα θα συνεχίσουν να τροφοδοτούνται ενώ ο αυτόματος πιλότος θα έχει αποσυνδεθεί και το αεροπλάνο θα πετά με τα χέρια (Manual).
- Να σηκώσει το κάλυμμα του διακόπτη «Bus Transfer» και να τον θέσει σε θέση «Off». Αυτό απομονώνει τις αριστερές μπάρες από τις δεξιές. Όταν ξανακλείσει ένας Gen. Breaker, μόνο μια Transfer Bus θα έχει ρεύμα. Αυτή η απομόνωση δεν επιτρέπει στο TR3 να τροφοδοτήσει τη DC Bus 1 μέσα από τον Disconnect Relay (R9). Ο διακόπτης «Bus Transfer», χωρίζει τα συστήματα E.P. και Σ.P. στη μέση και εμποδίζει τη μεταφορά ή συμπληρωματική τροφοδότηση από ένα σύστημα σ' ένα άλλο.
- Να θέσει τον διακόπτη «Gen 1» σε θέση «On» - Αυτό επαναφέρει τα φορτία στις μπάρες No 1 (Gen., Main, Transfer και DC). Αν δεν εμφανιστεί πάλι βραχυκύκλωμα, τότε τα φορτία των No 1 Buses πιθανόν να μην έχουν πρόβλημα.
- Να θέσει τον διακόπτη «Bus Transfer» σε θέση «Auto». Αυτό επαναφέρει τα φορτία στις μπάρες: Transfer No2 & DC No 2.

Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εντοπιστεί η πηγή του βραχυκυκλώματος σ' ένα από τα τέσσερα τμήματα του ηλεκτρικού συστήματος ισχύος.





ELECTRONIC POWER DISTRIBUTION (FLIGHT INSTRUMENTS AND RADIOS)  
374-50 007-01

MAY 1976

## Διανομή για τα ηλεκτρονικά φορτία (Flight instruments-radios)

Εκτός από τα πολύ απαραίτητα όργανα πτήσης (Flight Instruments) του κυβερνήτη, τα οποία τροφοδοτούνται από τις μπάρες Battery & Standby, όλα τα όργανα πτήσεως και οι τηλεπικοινωνίες (Flight Instruments και Radios) τροφοδοτούνται από οκτώ μπάρες «Electronics» στο P6 Panel. Τέσσερις από αυτές τις μπάρες είναι των 115 V E.P. και οι άλλες τέσσερις 28V Σ.Ρ. Όλες αυτές οι μπάρες τροφοδοτούνται από τις AC Transfer Buses, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η λειτουργία των Radios και Flight Instruments σε περίπτωση που μια γεννήτρια βγει εκτός λόγω βλάβης.

Οι μπάρες που τροφοδοτούν ορισμένες μονάδες των παραπάνω φορτίων, μπορούν να απομονωθούν με τη λειτουργία δύο διακοπών «Master Electronics» (ή όπως είναι γνωστοί από άλλα αεροπλάνα «Master Radios») στο P6-1 πίνακα των Circuit Breakers πίσω από τη θέση του συγκυβερνήτη.

Τυπικά φορτία τροφοδοτούμενα από αυτές τις οκτώ γραμμές είναι τα ακόλουθα:

- Nº1 AC and Dc unswitched

Nº1 προειδοποίηση πιλότου για διακοπή ροή αέρος σε κινητήρες.

Αυτόματος πιλότος.

Εφεδρικό κάθετο γυροσκόπιο.

Εναλλακτικό κάθετο γυροσκόπιο πιλότου.

Καταγραφέας στοιχείων πτήσης.

Computer 1 στοιχείων πλοήγησης.

- Nº1 AC switched

Ραδιούψόμετρο 1.

Προειδοποίηση εγγύτητας-αποφυγής εδάφους.

Nº1 DME.

Nº1 ATC.

Nº1 HF επικοινωνίες.

- Nº1 DC Switched

Φάρος ναυτιλίας.

Nº3 VHF επικοινωνίες.

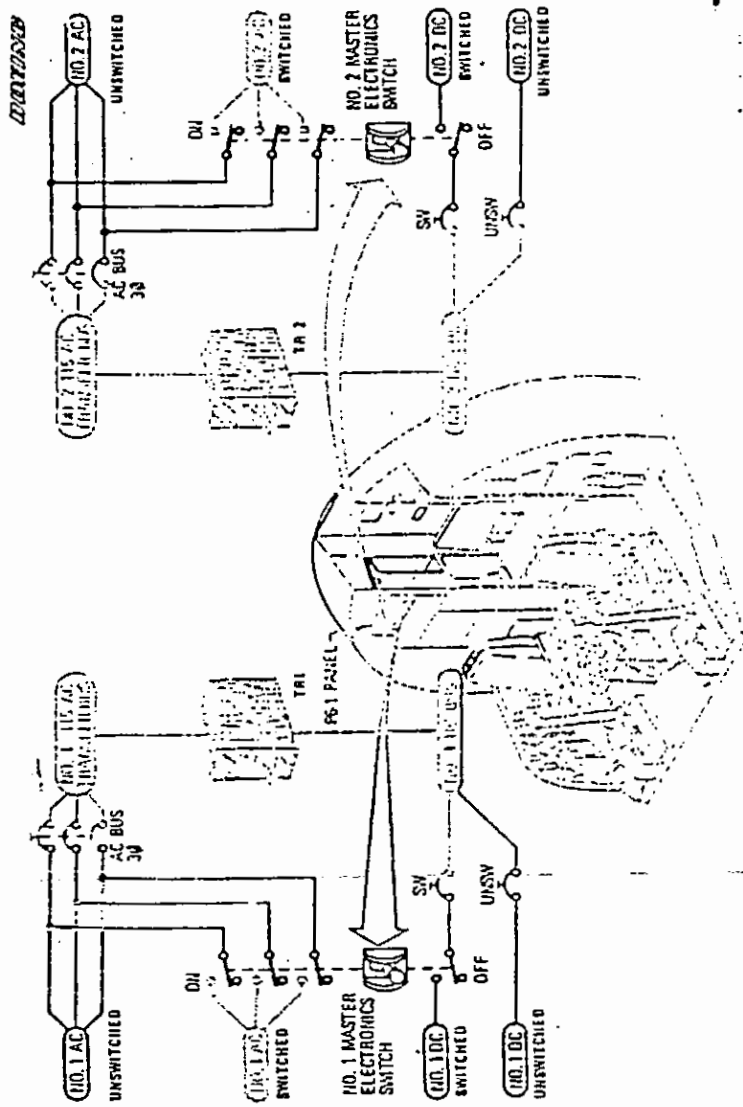
- Nº2 AC and DC unswitched

Nº2 Καταγραφέας στοιχείων.

Nº2 Κάθετο γυροσκόπιο.

Εφεδρικό κάθετο γυροσκόπιο πρώτου αξιωματικού.

Nº2 Πυξίδα.



ELECTRONIC POWER DISTRIBUTION (FLIGHT INSTRUMENTS AND RADIOS)  
324-50 007-01

MAY 1976

Nº2 Συγκριτής στοιχείων πλοήγησης

- Nº2 AC switched

Ραντάρ καιρού

Nº2 DME

Nº2 ATC

Nº2 HF επικοινωνίες

- Nº2 DC switched

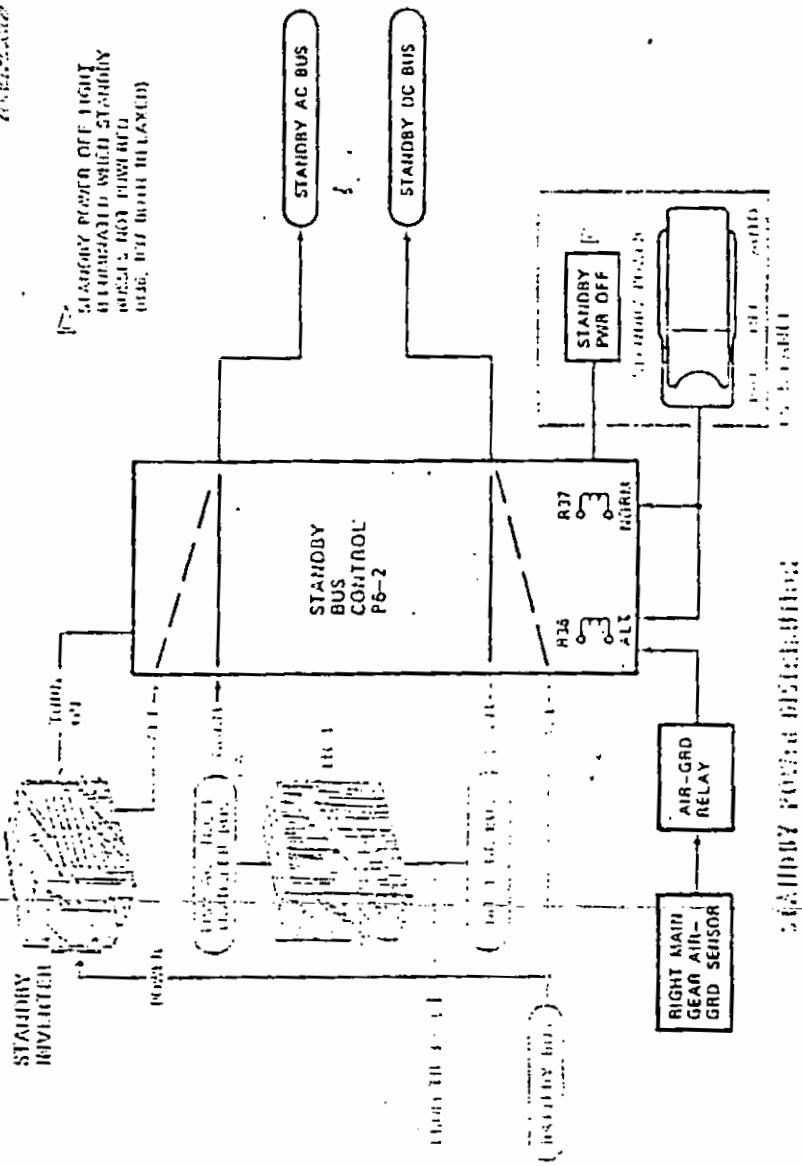
Nº2 VHF επικοινωνίες

Nº2 ADF

Nº2 Διατοιχισμός (Pitch)

Nº2 VOR/LOCK

2002192-20000



APR 1966

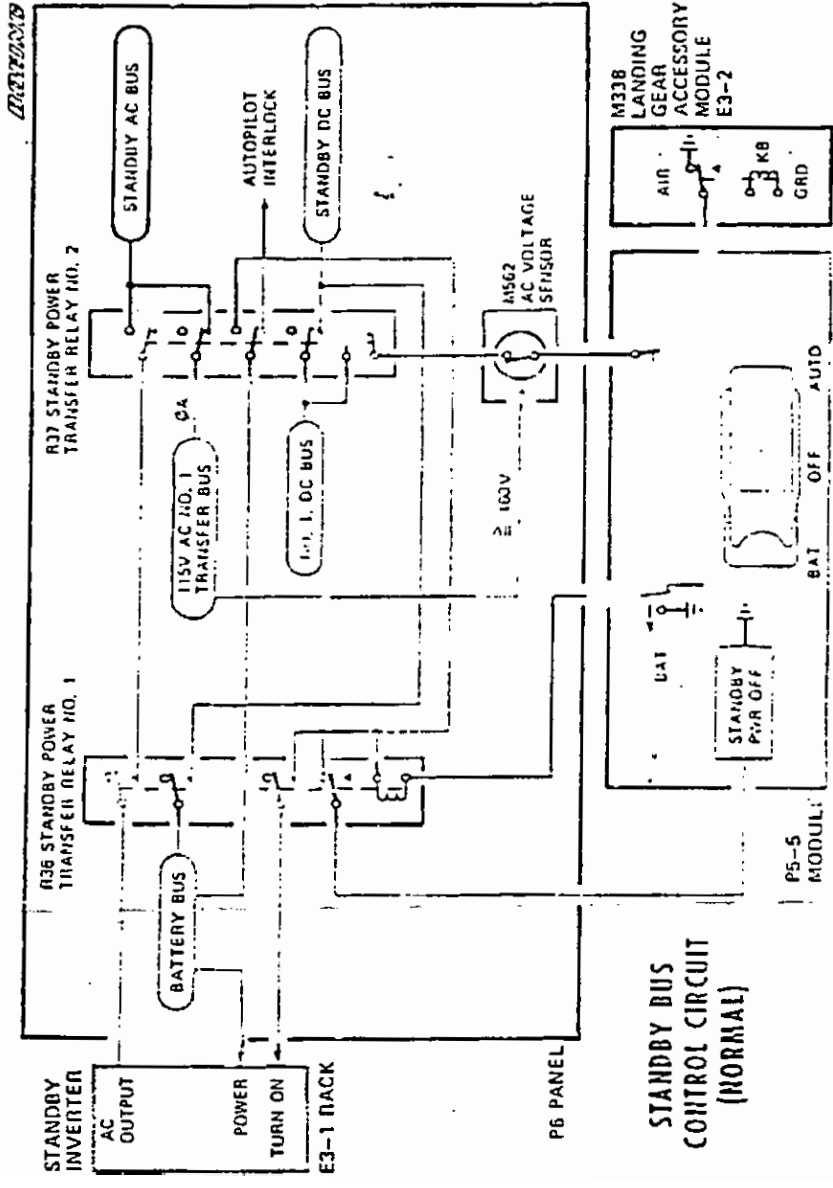
APR 1966

### Διανομή για τα φορτία ανάγκης (Standby)

Η διανομή των φορτίων ανάγκης (Standby ή Emergency) αφορά δύο μπάρες Ε.Ρ. και Σ.Ρ. οι οποίες τροφοδοτούνται πάντα.

Η μπάρα Standby AC είναι μονοφασική των 115V που σε κανονικές συνθήκες τροφοδοτείται από τη φάση «Α» της No 1 Transfer Bus μέσα από τις επαφές του Relay R37 όταν αυτός είναι διεγερμένος. Η μπάρα Standby DC, σε κανονικές συνθήκες τροφοδοτείται από τη No 1 DC Bus μέσα από τις κλειστές επαφές του διεγερμένου Relay R37 επίσης. Αν η τάση No 1 Transfer Bus πέσει κάτω από 100V τότε ο Relay R37 θα αποδιεγερθεί και εφόσον το αεροπλάνο είναι στον αέρα και ο Battery διακόπτης είναι «On», θα διεγερθεί ο Relay R36 ο οποίος θα συνδέσει τη Battery Bus στη Standby DC Bus ενώ παράλληλα θα δώσει ένα σήμα για να τεθεί σε λειτουργία (Turn On) το Standby Inverter με τροφοδότηση από τη Battery Bus, καθώς επίσης θα συνδέσει την έξοδο του Inverter στην Standby AC Bus. Αν για κάποιο λόγο οι R36 και R37 βρεθούν αποδιεγερμένοι, τότε δεν μπορεί να τροφοδοτηθεί καμιά μπάρα Standby και τότε ανάβει το πορτοκαλί φως Standby PWR Off στο P5 Panel. Όταν το αεροπλάνο είναι στο έδαφος ή τροφοδότηση των μπαρών Standby με την εναλλακτική λύση (μέσα από το R36) εμποδίζεται από ένα Air / Ground Relay που ελέγχεται αντίστοιχα από τον Air / Ground Sensor στο δεξιό κύριο σκέλος. Όταν στο έδαφος, χαθεί όλο το Ε.Ρ. τότε και η No 1 Transfer Bus δεν θα έχει ρεύμα και τότε οι μπάρες Standby δεν θα έχουν ρεύμα.

Ένας διακόπτης με μαύρο κάλυμμα τριών θέσεων που βρίσκεται στο P5-5 Panel ελέγχει το σύστημα αυτό. Όταν ο διακόπτης πατιέται με το κάλυμμα του, βρίσκεται στη θέση "Auto" και τότε αν το αεροπλάνο είναι στον αέρα και εμφανισθεί μια διακοπή της No 1 Transfer Bus, το Inverter θα τεθεί σε λειτουργία και θα τροφοδοτήσει τη Standby AC Bus. Αν όμως το αεροπλάνο είναι στο έδαφος το Inverter δεν θα λειτουργήσει σε αυτή την περίπτωση. Αν ο διακόπτης τεθεί στη μεσαία του θέση Off τότε, και οι δύο μπάρες Standby θα νεκρωθούν και θα ανάβει το πορτοκαλί φως Standby PWR Off ανεξάρτητα θέσης του αεροπλάνου. Αν ο διακόπτης τεθεί στη τρίτη του θέση "Bat" τότε θα παρακαμθούν ο Air / Ground Relay και τα κυκλώματα που αισθάνονται τη πτώση τάσης της No 1 Transfer Bus οπότε ο R36 θα διεγερθεί και τότε θα λειτουργήσει το Inverter και θα έχουμε τη τροφοδότηση των Transfer Buses με την εναλλακτική λύση.



STANDBY BUS CONTROL CIRCUIT (NORMAL)

APR 1976

324-50 0109-01

## Διανομή για τα φορτία ανάγκης (Standby)

Η διανομή των φορτίων ανάγκης (Standby ή Emergency) αφορά δύο μπάρες Ε.Ρ. και Σ.Ρ. οι οποίες τροφοδοτούνται πάντα.

Η μπάρα Standby AC είναι μονοφασική των 115V που σε κανονικές συνθήκες τροφοδοτείται από τη φάση «Α» της No 1 Transfer Bus μέσα από τις επαφές του Relay R37 όταν αυτός είναι διεγερμένος. Η μπάρα Standby DC, σε κανονικές συνθήκες τροφοδοτείται από τη No 1 DC Bus μέσα από τις κλειστές επαφές του διεγερμένου Relay R37 επίσης. Αν η τάση No 1 Transfer Bus πέσει κάτω από 100V τότε ο Relay R37 θα αποδιεγερθεί και εφόσον το αεροπλάνο είναι στον αέρα και ο Battery διακόπτης είναι «On», θα διεγερθεί ο Relay R36 ο οποίος θα συνδέσει τη Battery Bus στη Standby DC Bus ενώ παράλληλα θα δώσει ένα σήμα για να τεθεί σε λειτουργία (Turn On) το Standby Inverter με τροφοδότηση από τη Battery Bus, καθώς επίσης θα συνδέσει την έξοδο του Inverter στην Standby AC Bus. Αν για κάποιο λόγο οι R36 και R37 βρεθούν αποδιεγερμένοι, τότε δεν μπορεί να τροφοδοτηθεί καμιά μπάρα Standby και τότε ανάβει το πορτοκαλί φως Standby PWR Off στο P5 Panel. Όταν το αεροπλάνο είναι στο έδαφος η τροφοδότηση των μπαρών Standby με την εναλλακτική λύση (μέσα από το R36) εμποδίζεται από ένα Air / Ground Relay που ελέγχεται αντίστοιχα από τον Air / Ground Sensor στο δεξιό κύριο σκέλος. Όταν στο έδαφος, χαθεί όλο το Ε.Ρ. τότε και η No 1 Transfer Bus δεν θα έχει ρεύμα και τότε οι μπάρες Standby δεν θα έχουν ρεύμα.

Ένας διακόπτης με μαύρο κάλυμμα τριών θέσεων που βρίσκεται στο P5-5 Panel ελέγχει το σύστημα αυτό. Όταν ο διακόπτης πατιέται με το κάλυμμα του, βρίσκεται στη θέση "Auto" και τότε αν το αεροπλάνο είναι στον αέρα και εμφανισθεί μια διακοπή της No 1 Transfer Bus, το Inverter θα τεθεί σε λειτουργία και θα τροφοδοτήσει τη Standby AC Bus. Αν όμως το αεροπλάνο είναι στο έδαφος το Inverter δεν θα λειτουργήσει σε αυτή την περίπτωση. Αν ο διακόπτης τεθεί στη μεσαία του θέση Off τότε, και οι δύο μπάρες Standby θα νεκρωθούν και θα ανάβει το πορτοκαλί φως Standby PWR Off ανεξάρτητα θέσης του αεροπλάνου. Αν ο διακόπτης τεθεί στη τρίτη του θέση "Bat" τότε θα παρακαμθούν ο Air / Ground Relay και τα κυκλώματα που αισθάνονται τη πτώση τάσης της No 1 Transfer Bus οπότε ο R36 θα διεγερθεί και τότε θα λειτουργήσει το Inverter και θα έχουμε τη τροφοδότηση των Transfer Buses με την εναλλακτική λύση.





## Κύκλωμα ελέγχου Standby bus (Alternate)

Η κατάσταση "Alternate" του συστήματος εξασφαλίζεται:

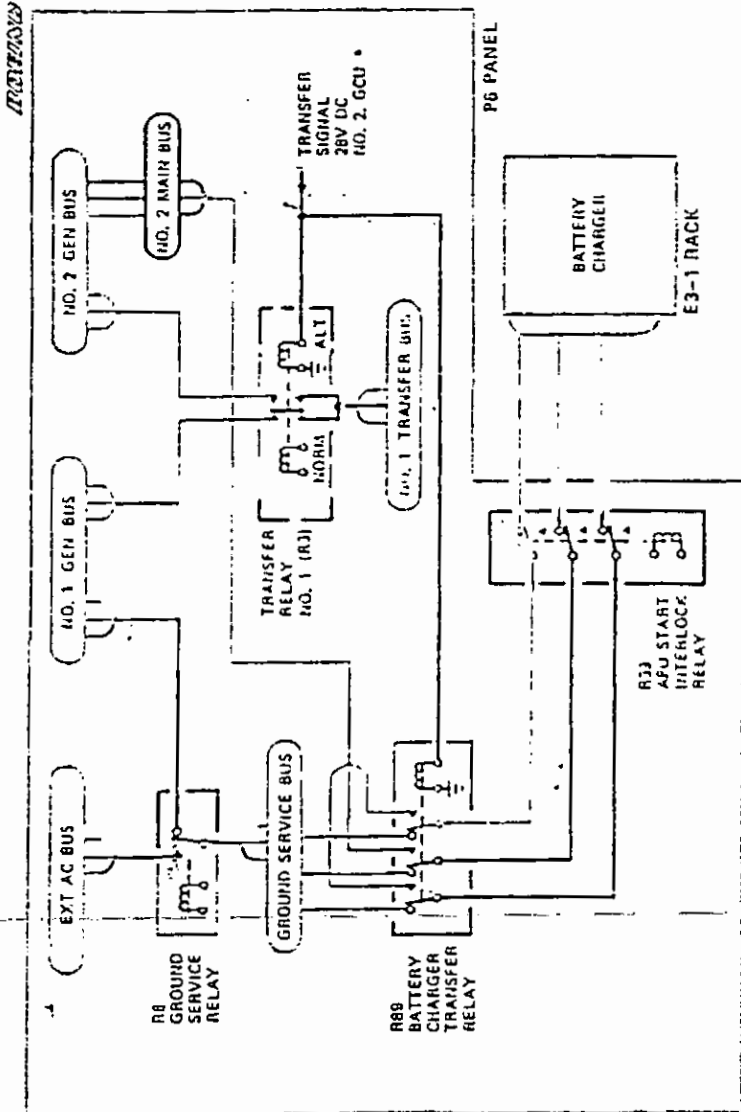
1. Όταν η τάση στη Transfer Bus 1 είναι κάτω από 100V.
2. Όταν ο διακόπτης "Battery" είναι "On".
3. Όταν ο διακόπτης "Standby PWR" είναι "Auto".
4. Όταν το αεροπλάνο είναι στον αέρα με τον K2 αποδεδειγμένα.
  - Όταν υπάρχουν οι τέσσερις παραπάνω καταστάσεις τότε
    1. Ο ηλεκτρονικός διακόπτης M562 είναι ανοικτός.
    2. Ο R37 είναι αποδιεγερμένος και διακόπτει το σήμα λειτουργίας του αυτόματου πιλότου.
    3. Ο R36 είναι διεγερμένος και συνδέει:
      - Τη Battery Bus με το Inverter για την έναρξη λειτουργίας του. (Turn On).
      - Την έξοδο "AC" του Inverter με την AC Standby Bus.
      - Τη Battery Bus με τη DC Standby Bus.

Τα ίδια αποτελέσματα με αυτά παραπάνω επιτυγχάνονται όταν τίθεται ο διακόπτης "Standby PWR" σε "Bat". Τότε ο διακόπτης παραναυπημα το σύστημα Air/Ground έτσι ώστε να μπορεί το Inverter να τροφοδοτηθεί ανεξάρτητα της θέσης του αεροπλάνου (στον αέρα ή στο έδαφος).

Η θέση "Bat" του διακόπτη "Standby PWR" χρησιμοποιείται για:

1. Δοκιμή του Inverter στο έδαφος ή στον αέρα.
2. Να παρακαμφθεί το σύστημα Air/Ground στον αέρα αν χρειαστεί αναγκαίο.
3. Να τίθεται το Inverter στο έδαφος για να λειτουργήσουν τα τανυσια καυσίμου όταν δεν υπάρχει APU ή εξωτερική πηγή.

**Προσοχή:** Να μη λειτουργεί το σύστημα σε "Alternate" στο έδαφος περισσότερο από δύο λεπτά όταν δε λειτουργεί το σύστημα ψύξης των ηλεκτρονικών μονάδων (Electronic Equipment Blower).



BATTERY CHARGER AC INPUT

374-30 003 01

APU 11/16

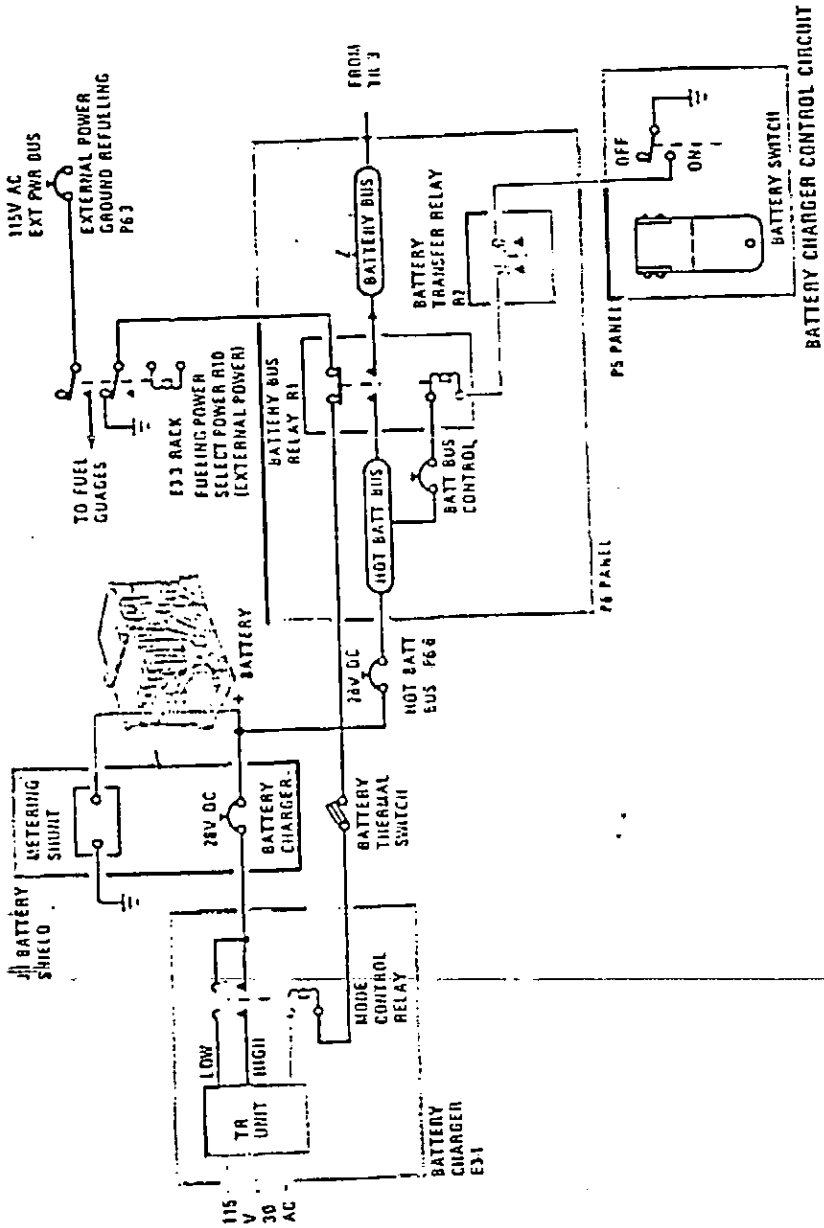
## Τροφοδότηση του Battery Charger με Ε.Φ.

Η κανονική πηγή που τροφοδοτεί με 115V 3φ. το φορτιστή της μπαταρίας (Battery Charger), είναι η Ground Service Bus, η οποία τροφοδοτείται από τη Gen.Bus N°1.

Αν η N°1 γεννήτρια βγει εκτός, λόγω βλάβης στην πτήση, ο Battery Charger υποχρεωτικά θα συνδεθεί στη N° 2. Αυτό θα γίνει όταν ο N°1 GB και N°1 BTB ανοίξουν (Trip) οπότε η Gen.Bus είναι νεκρή. Τότε, αφού η N° 2 γεννήτρια τροφοδοτεί κανονικά τη N° 2 Gen.Bus, το πηνίο Alternate του N°1 Transfer Relay θα διεγερθεί από το N° 2 Gen. Contr. Unit (GCU). Τότε η N°1 Transfer Bus θα συνδεθεί στη N° 2 Gen.Bus. Επειδή όμως η N°1 Gen.Bus θα παραμείνει χωρίς ρεύμα τότε και η Ground Serv. Bus, θα παραμείνει νεκρή, οπότε δεν θα μπορεί να τροφοδοτήσει το Battery Charger το οποίο πρέπει να βρει μια εναλλακτική πηγή τροφοδότησής του. Το ίδιο σήμα διέγερσης από το N° 2 GCU στο πηνίο Alternate του N°1 Transfer Relay, χρησιμοποιείται για να διεγερθεί και ο R89 (Battery Charger Transfer Relay), ο οποίος μεταφέρει τη πηγή τροφοδότησης του Battery Charger στη πηγή "Alternate", δηλαδή στη N° 2 Main Bus.

Μεταξύ του R89 και του Battery Charger, το τριφασικό ρεύμα περνά μέσα από τις κλειστές επαφές ηρεμίας του R39 (APU Start Interlock Relay), που είναι διεγερμένος κατά τη διάρκεια λειτουργίας του ηλεκτρικού εκκινήτηρα του APU, και αποδιεγείρεται αυτόματα όταν το APU φθάνει το 35% των κανονικών στροφών του. Αυτή η διέγερση του R39 εμποδίζει τον εκκινήτηρα να απορροφήσει μέρος του ρεύματος εκκίνησης από το Bat. Charger.

22722008



374-30 004 01

MAY 1976

12

## Κύκλωμα ελέγχου Battery Charger

Το Battery Charger φορτίζει τη μπαταρία με δύο μεθόδους φόρτισης:

Η High Mode χρησιμοποιείται τις περισσότερες φορές και δίνει γρήγορη φόρτιση της μπαταρίας ακολουθούμενη από μια φόρτιση με παλμούς. Πάνω από 16A, ο φορτιστής ενεργεί σαν ένας ελεγχόμενος μετασχηματιστής/ανορθωτής (TR). Όταν η μπαταρία έχει φορτισθεί ικανοποιητικά το ρεύμα φόρτισης είναι κάτω από 16A, η φόρτιση διακόπεται μέχρι η τάση της μπαταρίας να πέσει κάτω από μια οριακή τάση φόρτισης. Τότε το Battery Charger δίνει στη μπαταρία ρεύμα φόρτισης όπως εξηγήθηκε παραπάνω. Αυτό επαναλαμβάνεται για δύο περίπου λεπτά οπότε τα κυκλώματα θα αλλάξουν στη "Low Mode".

Επιπλέον του εσωτερικού ελέγχου που τροφοδοτεί τον Mode Control Relay υπάρχει ο έλεγχος λειτουργίας του αρνητικού αυτού του Relay που αποτελείται από ένα βρόγχο με τρεις λειτουργίες ελέγχου. Αν κάποια από αυτές τις τρεις λειτουργίες διακόψει το αρνητικό του Relay, το Battery Charger θα τεθεί σε "Low Mode".

Οι τρεις λειτουργίες ελέγχου είναι:

1. Ο Battery Thermal Switch που ανοίγει στους 115°F και πάνω. Ο θερμοδιακόπτης αυτός εφάπτεται στο κάτω μέρος του κελύφους της μπαταρίας.
2. Ο Battery Bus Relay (R1) που διεγείρεται όταν διακοπεί η τροφοδότηση του TR3 το οποίο είναι η πηγή τροφοδότησης της Battery Bus. (Λειτουργία φόρτισης σε High Mode σ' αυτή την περίπτωση θα είχε σαν αποτέλεσμα το αναβόσβημα των φώτων του πιλοτηρίου το οποίο είναι ανεπιθύμητο).
3. Ο Fueling Power Select Relay (R10) που διεγείρεται όταν η εξωτερική πηγή είναι συνδεδεμένη στο αεροπλάνο. Κακή ρύθμιση της εξωτερικής πηγής θα μπορούσε να κάνει ζημιά στην μπαταρία αν λειτουργούσε το Battery Charger σε High Mode οπότε θα ήταν σαν ένας ανεξέλεγκτος TR.



### Το ηλεκτρικό σύστημα ισχύος του 737

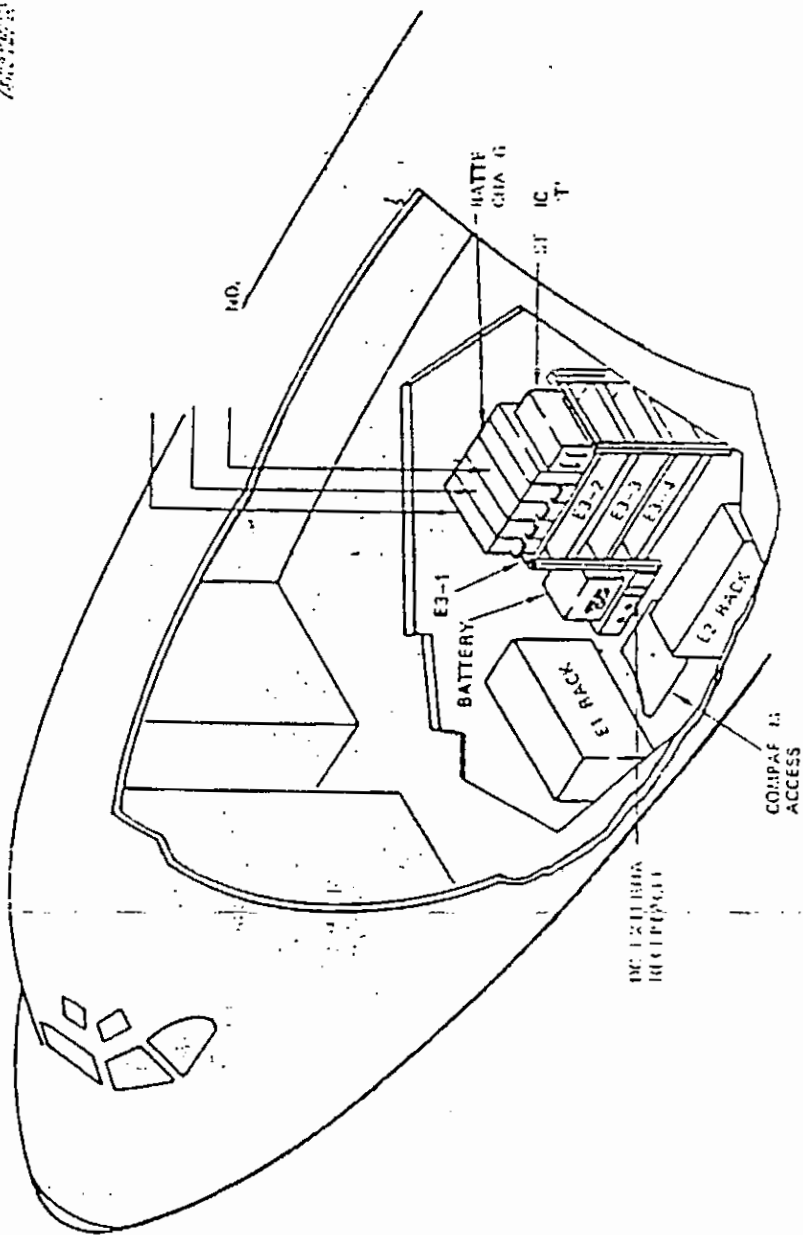
Το πλήρες σύστημα ισχύος, σχηματικά, περιέχει τα ακόλουθα μέρη τα οποία έχουν αναλυθεί προηγουμένως:

- Διανομή Ε.Ρ.
- Εξωτερική ισχύς και επίγεια υπηρεσία διανομής.
- Διανομή εναλλασσόμενης τάσης 28V.
- Διανομή Σ.Ρ.
- Ηλεκτρονική διανομή ισχύος.
- Εφεδρική διανομή ισχύος.



7/20/76 10:15

324 00023 0



D POW 00 11 0 1 00

APR 1976

10

## Κεφάλαιο 5°

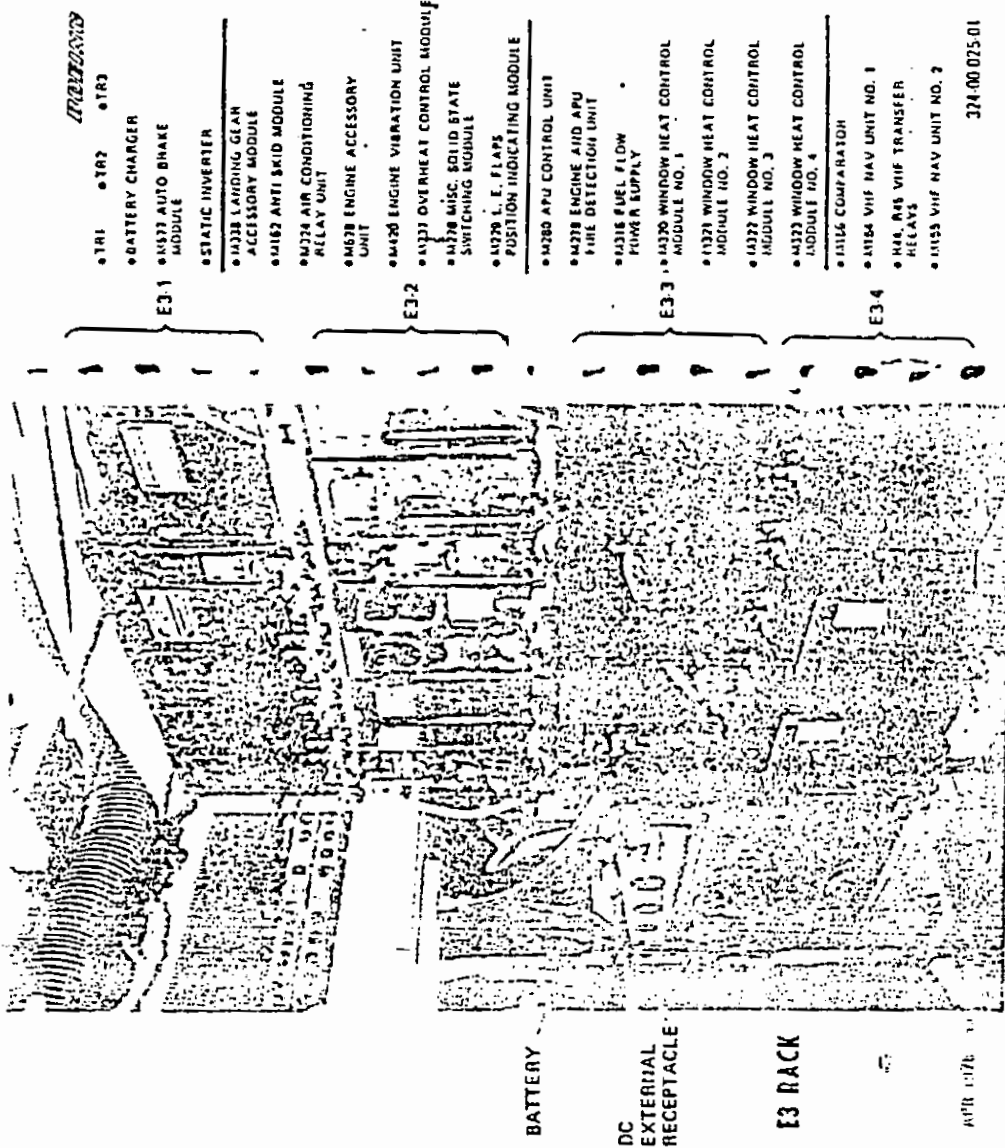
### Equipment Locations

#### Θέσεις μονάδων συνεχούς ρεύματος

Ο χώρος των ηλεκτρικών/ηλεκτρονικών μονάδων περιλαμβάνει τρία ενθέμια ηλεκτρονικών μονάδων. Το E1 ενθέμιο (rack), το E2 και το E3. Στο πρώτο επάνω ράφι του E3 ή E3-1 ράφι, υπάρχουν τρεις εναλλακτοί μετασχηματιστές/ανορθωτές (transformer/rectifier) των 50A. Αυτοί είναι οι TR1, TR2 και TR3. Στο E3-1 ράφι υπάρχουν επίσης ένας φορτιστής της μπαταρίας (battery charger) των 35A και ένας ηλεκτρονικός μετατροπέας (inverter) από συνεχές σε εναλλασσόμενο των 500VA. Δίπλα στο ενθέμιο E3 προς τα εμπρός του αεροπλάνου βρίσκεται μια μπαταρία νικελίου-καδμίου των 24V, 22A/H και κάτω από αυτήν βρίσκεται ένας ρευματολήπτης εξωτερικής πηγής για συνεχές ρεύμα, ο οποίος χρησιμοποιείται μόνο για εκκίνηση του APU, όταν η τάση της μπαταρίας είναι πολύ χαμηλή.

Προσοχή: Πριν τοποθετηθεί και συνδεθεί η εξωτερική πηγή στον ρευματολήπτη αυτόν θα πρέπει να τραβηχθεί (trip) η τριφασική ασφάλεια (C/B) με τίτλο "Battery Charger" που βρίσκεται δίπλα στο ρευματολήπτη. Αν αυτό παραληφθεί υπάρχει κίνδυνος να καταστραφεί το battery charger.

Υπάρχει μόνο μια είσοδος για το χώρο των ηλεκτρικών-ηλεκτρονικών μονάδων που κλείνει με μια συρταρωτή πόρτα ασφαλείας, στη κάτω πλευρά του αεροπλάνου. Ο χώρος αυτός συμπιέζεται όπως και όλη η καμπίνα του αεροπλάνου.



*MECHANICAL*

- 1R1
- 1R2
- 1R3
- BATTERY CHARGER
- NS33 AUTO BRAKE MODULE
- STATIC INVERTER
- 1138 LANDING GEAR ACCESSORY MODULE
- 1162 ANTI SKID MODULE
- 1174 AIR CONDITIONING RELAY UNIT
- 1168 ENGINE ACCESSORY UNIT
- 1126 ENGINE VIBRATION UNIT
- 1131 OVERHEAT CONTROL MODULE
- 1178 MISC. SOLID STATE SWITCHING MODULE
- 1179 L. E. FLAPS POSITION INDICATING MODULE
- 1180 APU CONTROL UNIT
- 1178 ENGINE AHD APU FIRE DETECTION UNIT
- 1136 FUEL FLOW PUMP SUPPLY
- 1170 WINDOW HEAT CONTROL MODULE NO. 1
- 1171 WINDOW HEAT CONTROL MODULE NO. 2
- 1172 WINDOW HEAT CONTROL MODULE NO. 3
- 1173 WINDOW HEAT CONTROL MODULE NO. 4
- 1116 COMPARATOR
- 1184 VHF NAV UNIT NO. 1
- 1185 VHF TRANSFER RELAYS
- 1155 VHF NAV UNIT NO. 2

E3-1

E3-2

E3-3

E3-4

BATTERY

DC EXTERNAL RECEPTACLE

E3 RACK

WPR 1176

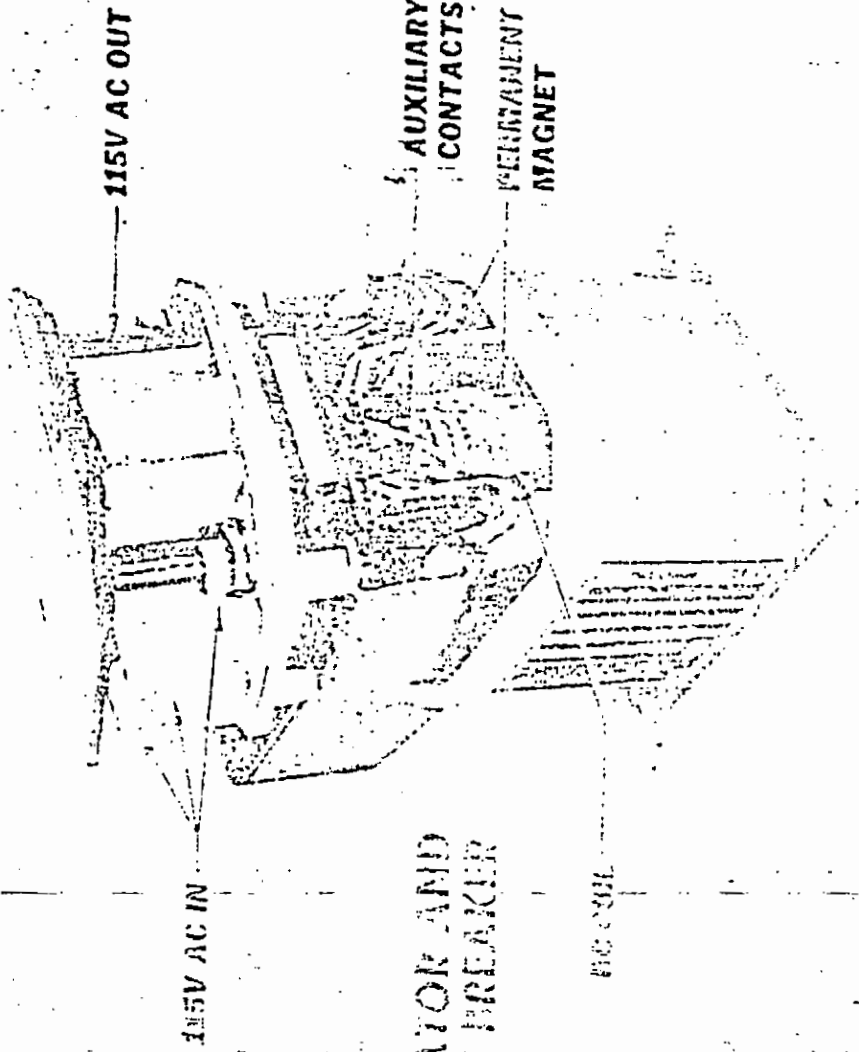
374-00 075-01

### **Ενθέμιο E3**

Το ενθέμιο E3 αποτελείται από τέσσερα ράφια επάνω στα οποία υπάρχουν ηλεκτρονικές μονάδες που στη πλειοψηφία τους ανήκουν στα συστήματα ηλεκτρικής ισχύος, προσγείωσης, κλιματισμού, κινητήρων κ.λ.π.

Στο επάνω ράφι (E3-1) βρίσκονται οι τρεις μετασχηματιστές-ανορθωτές, ο battery charger και το inverter. Το ράφι αυτό (E3-1) είναι κούφιο εσωτερικά και συνδέεται με το σύστημα ψύξεως των μονάδων. Όλες οι μονάδες σ'όλα τα ράφια του E3 ενθέμιου ψύχονται με τον ίδιο τρόπο.

120717A/B



GENERATOR AND  
BUS TIE BREAKER

324-20-005-01

APR 1976

## Generator and bus tie breaker

Οι engine generator breakers, APU generator breakers και οι δύο bus tie breakers είναι τριφασικοί και εναλλακτοί μεταξύ τους κατασκευής Westinghouse AVB-236.

Καθένας από τους breakers έχει ένα πηνίο που διεγείρεται με συνεχές ρεύμα για το κλείσιμο και άνοιγμα (tīp) του breaker και ένα μόνιμο μαγνήτη για να επιταχύνει το κλείσιμο και να συγκρατήσει τις επαφές στη κλειστή θέση. Για την επιτάχυνση του ανοίγματος και τη συγκράτηση των επαφών στην ανοικτή θέση, ή θέση ηρεμίας, υπάρχει ένα εσωτερικό ελλατήριο.

Ο breaker έχει έξι κύριες επαφές των 115V AC και είκοσι μικρές βοηθητικές τύπου μικροδιακόπτη. Οι κύριες επαφές χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση μιας πηγής Ε.Ρ. με τη μπάρα διανομής. Οι βοηθητικές επαφές χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της θέσης των άλλων breakers ή relays και το άναμμα/σβήσιμο του ενδεικτικού φωτός του breaker στο πιλοτήριο.

Οι δύο engine generator breakers βρίσκονται σ'ένα χώρο στη δεξιά πλευρά του χώρου υποδοχής του ριναιού σκέλους. Οι bus tie breakers και ο APU generator breaker βρίσκονται στο κάτω μέρος του P6 panel πίσω από το συγκυβερνήτη. Όλοι οι breakers είναι τοποθετημένοι με τον άξονα ανοίγματος/κλεισίματος των επαφών τους σε οριζόντια θέση.



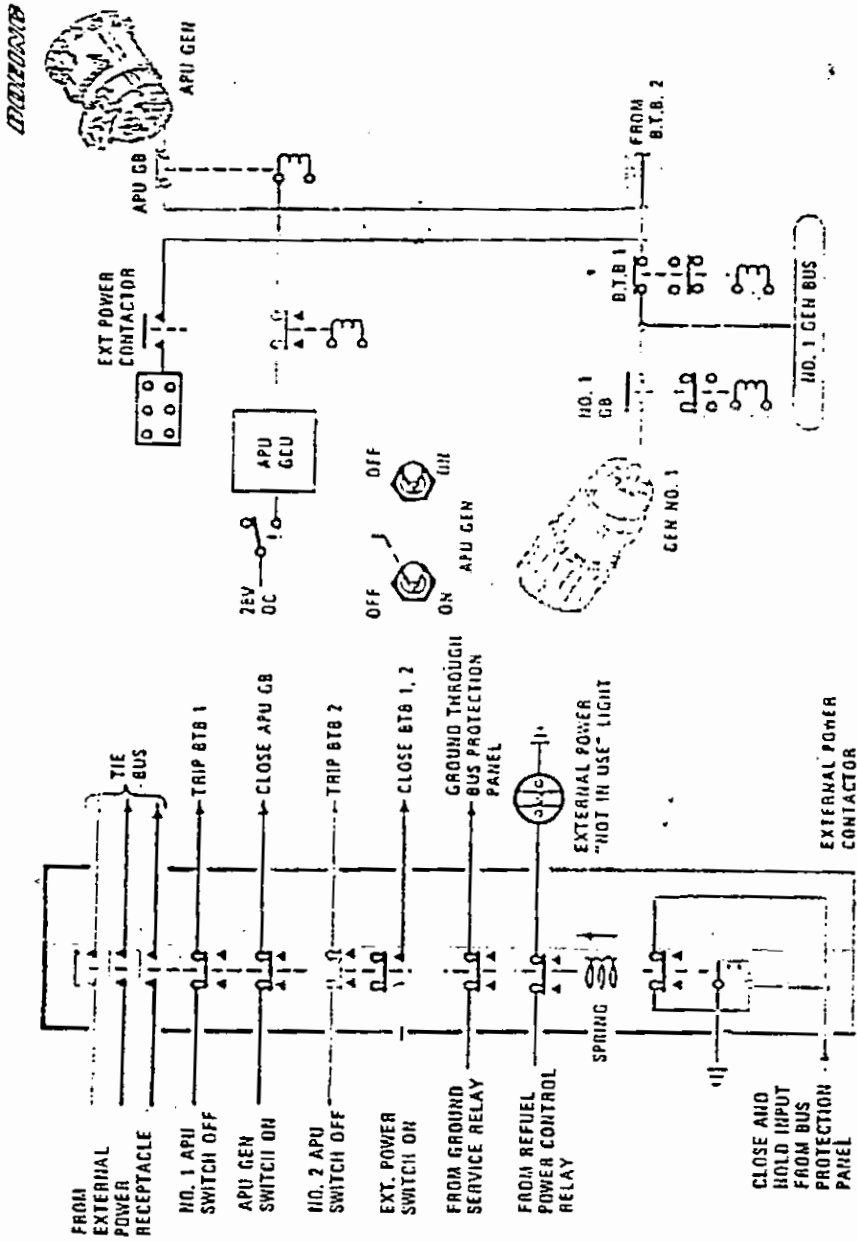
## Generator breaker

Ο Ν°1 generator breaker (που είναι εναλλακτός με το Ν°2 και τους BTB's) αποτελείται από μεγάλες επαφές για το 115V Ε.Ρ., μικρές βοηθητικές επαφές για το Σ.Ρ., ένα μόνο πηνίο για το Σ.Ρ., ένα ελλατήριο και ένα μόνιμο μαγνήτη. Ένα σήμα Σ.Ρ. για κλείσιμο του G.B. (από τον αντίστοιχο διακόπτη του πιλοτηρίου μέσω του GCU θα περάσει μέσα από τις βοηθητικές επαφές που είναι σε ηρεμία, μέσα από το πηνίο με φορά για να κλείσουν οι επαφές και μέσα από άλλες βοηθητικές επαφές στα ground. Το κλείσιμο του breaker βοηθάται και επιταχύνεται από ένα μόνιμο μαγνήτη ο οποίος σχηματίζει τη κάτω εσωτερική πλευρά του breaker, συγκρατεί τις επαφές σε κλειστή θέση και συμπιέζει το ελλατήριο ανοίγματος (trip) των επαφών.

Ένα σήμα trip από το διακόπτη του πιλοτηρίου ή το GCU θα περάσει από ένα ζευγάρι βοηθητικών επαφών (αντίθετα από το κλείσιμο) και μέσα από άλλο ζευγάρι βοηθητικών επαφών στο ground. Το εσωτερικό ελλατήριο βοηθά το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο του πηνίου για να απομακρυνθεί ο σπλισμός από τη μαγνητική συγκράτηση. Τα δύο zener diodes στα άκρα του πηνίου χρησιμοποιούνται για την απόσβεση σπινθήρων στις επαφές όταν ο breaker ανοίγει ή κλείνει. Υπάρχουν δύο zener diodes επειδή το ρεύμα περνά μέσα από το πηνίο με μια μόνο φορά για το trip και αντίθετα για close.

Ένα παράδειγμα της χρήσης των βοηθητικών επαφών φαίνεται στο δεξιό διάγραμμα. Αν ο αριστερός (Ν°1) διακόπτης της γεννήτριας του APU τεθεί στιγμιαία σε θέση "On", Σ.Ρ. θα περάσει μέσα από το GCU του APU (το οποίο ελέγχει τη γεννήτρια του APU για σωστή τάση και συχνότητα) μέσα από ένα ζευγάρι βοηθητικών επαφών του APU GB, μέσα από τις βοηθητικές επαφές που είναι σε ηρεμία του Ν°1 GB και μετά μέσα από το πηνίο του Ν°1 BTB, στη φορά κλεισίματος. Σημειώνεται εδώ ότι ο Ν°1 BTB δε θα κλείσει μέχρι να κάνει trip ο κοντινός του Ν°1 GB.





EXTERNAL POWER CONTACTOR

374-20 013-01

MAY 1976

## External power contactor

Αυτός ο contactor δεν είναι εναλλακτός με οποιοδήποτε άλλο breaker. Αποτελείται από μεγάλες κύριες επαφές 115V E.P., μικρές βοηθητικές επαφές Σ.Ρ., ένα μόνο πηνίο Σ.Ρ., ένα ελλατήριο και μια αντίσταση.

Ένα σήμα Σ.Ρ. κλεισίματος έρχεται από το διακόπτη της εξωτερικής πηγής στιγμιαία σε θέση "On" και περνά μέσω του Bus Protection Panel όπου η τροφοδότηση της εξωτερικής πηγής ελέγχεται για σωστή τάση και αλληλουχία φάσεων. Το σήμα κλεισίματος, μετά, περνά μέσα από ένα ζευγάρι βοηθητικών επαφών σε ηρεμία και μέσα από το πηνίο στο ground. Μόλις κλείσει ο contactor, το σήμα Σ.Ρ. κλεισίματος γίνεται ένα σήμα συγκράτησης το οποίο περνά μέσα από μια αντίσταση, κατόπιν από το πηνίο και τέλος στο ground. Σημειώνετε ότι όση τάση χρειάζεται ο contactor να συγκρατηθεί κλειστός τόση χρειάζεται για να συγκρατηθεί στη πρώτη του θέση. Ο EPC δεν έχει μόνιμο μαγνήτη συγκράτησης του οπλισμού.

Κάθε σήμα τήρ για τον EPC δίνεται στο bus protection panel (BPP) ή external power unit στο P6 Panel. Το κύκλωμα μέσα στο BPP τότε θα διακόψει το σήμα που κρατά κλειστό τον EPC και τότε το εσωτερικό ελλατήριό του θα τον φέρει τήρ.

Ένα παράδειγμα της χρήσης των βοηθητικών επαφών φαίνεται στα δεξιά του διαγράμματος. Αν ο αριστερός ή N°1 διακόπτης της γεννήτριας APU τεθεί στιγμιαία σε θέση "ON", Σ.Ρ. θα περάσει μέσα από το GCU για να ελέγξει τη τάση και τη συχνότητα της γεννήτριας, μετά από τις κλειστές βοηθητικές επαφές ηρεμίας του EPC και τέλος από το πηνίο του APU GB με φορά για κλείσιμό του. Σημειώνεται ότι ο APU GB δεν θα κλείσει όσο ο EPC είναι κλειστός.



## Θέσεις Generator Breakers και External Power Contactor

Οι GB1, GB2 και EPC βρίσκονται σε ένα χώρο πίσω από το δεξιό χώρισμα του χώρου υποδοχής του ριναίου σκέλους. Προσιτότητα σ' αυτό το χώρο γίνεται από το γενικό χώρο του ριναίου σκέλους αφαιρώντας δύο θυρίδες (μία μπροστά και μία πίσω).

### Διαδικασία αφαίρεσης και τοποθέτησης

Προσοχή: Πρέπει ρεύμα σ' ολόκληρο το αεροπλάνο να έχει διακοπεί πριν αγγιχθούν οι contactors.

A: Αφαιρούμε τις δύο θυρίδες από το δεξιό εσωτερικό χώρισμα στο γενικό χώρο του ριναίου σκέλους. Σημειώνεται ότι στη πίσω θυρίδα βρίσκεται μόνο ο N°1 GB.

B: Αφαιρούμε το κάλυμα των επαφών του GB.

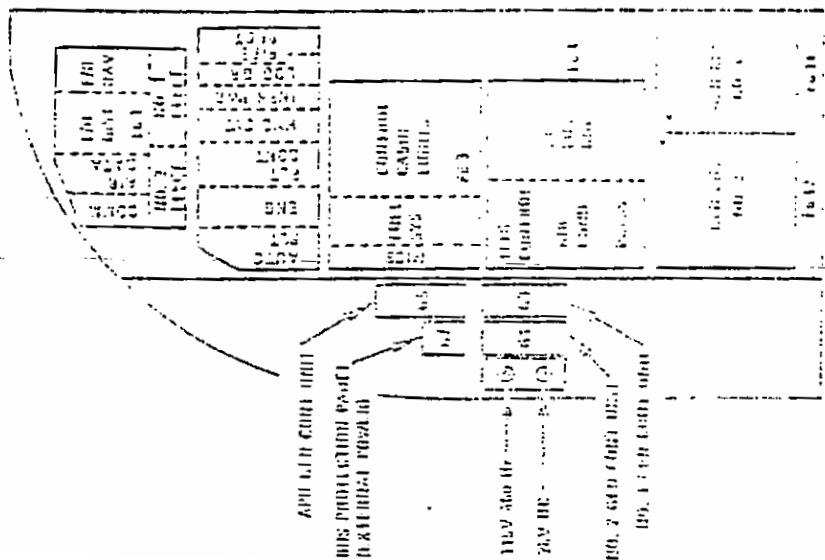
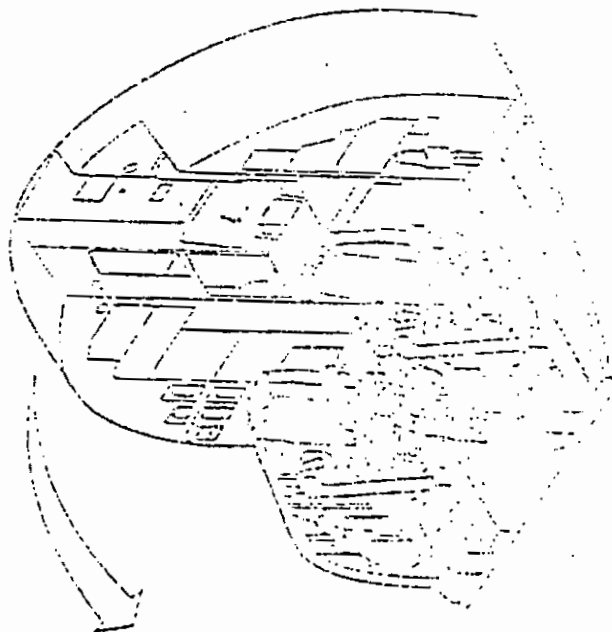
Γ: Αφαιρούμε τα 6 χονδρά καλώδια από τις αντίστοιχες επαφές προσέχοντας να μην πέσουν παξιμάδια ή ροδέλες εσωτερικά του χώρου.

Δ: Αποσυνδέουμε το ρευματοδότη του GB.

Ε: Αφαιρούμε τις 4 βίδες συγκράτησης του GB.

2000/0000

0 000 PAC  
00 0000 00 00 00 00

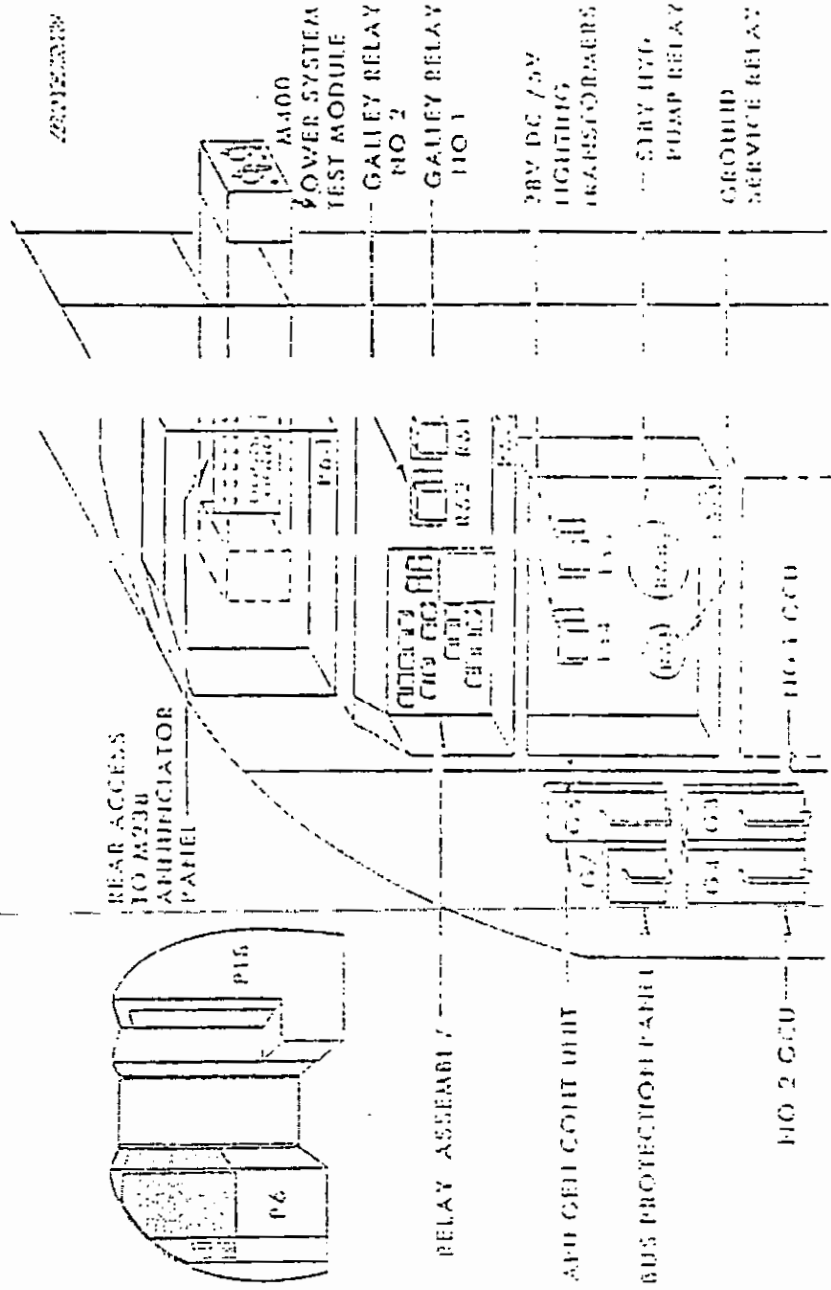


MAY 1976

### **P6 Panel (Load control panel)**

Ο πίνακας των θερμικών ασφαλειών (Circuit Breakers) που βρίσκεται πίσω από τη θέση του συγκυβερνήτη, είναι το κέντρο ελέγχου των κύριων φορτίων του αεροπλάνου και περιέχει τις κυριότερες μπάρες διανομής Ε.Ρ. και Σ.Ρ.

Οι θερμικές ασφάλειες είναι στερεωμένες σε κάθετους πίνακες οι οποίοι ασφαλίζονται με τρεις βίδες τύπου Philips, σχηματίζοντας τους πίνακες: P6-1, P6-2, P6-3, P6-4 από πάνω προς τα κάτω και P6-11 και P6-12 στο κάτω μέρος. Ο πίνακας αυτός στα δεξιά του περιέχει επίσης τα τρία εναλλακτά GCU's και το BPP ή EPU. Αριστερά των GCU's υπάρχουν δύο πρίζες: Η επάνω για 115V Ε.Ρ. και η κάτω για 28V Σ.Ρ. Η πρίζα του Ε.Ρ. μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ηλεκτρική σκούπα, ενώ και οι δύο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για δοκιμαστικές συσκευές.



APR 1976 . . . . . P6 PANEL INTERIOR-UPPER SEC II

104000474

## Εσωτερικό P6 panel- Επάνω τμήμα

Πίσω από τους επάνω πίνακες των θερμικών ασφαλειών στο P6 panel βρίσκονται οι ακόλουθοι relays και μετασχηματιστές.

1. Στο P6-2:

- Galley relays: R61 και R62.
- Ένας δευτερεύων πίνακας με relays μεταξύ των οποίων όλοι οι relays για τις αντλίες καυσίμου.
- Οι Master dim & test relays.

2. Στο P6-3:

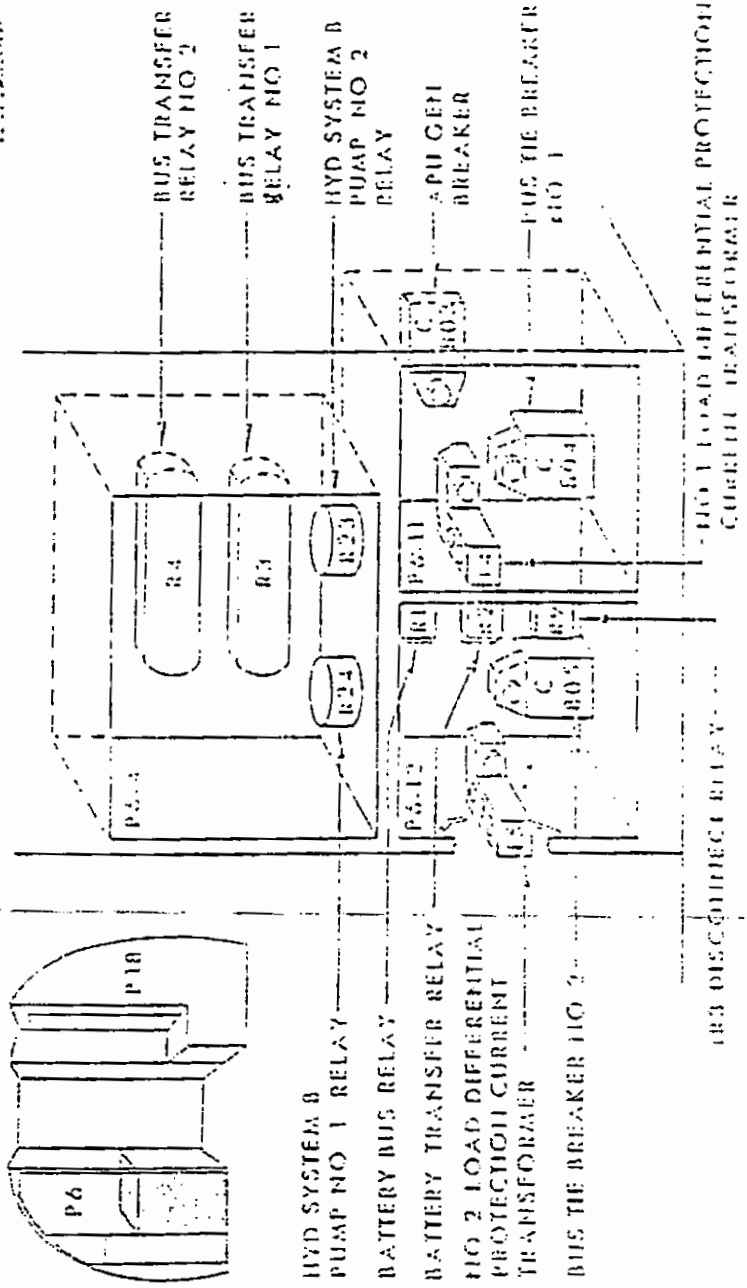
- Οι μετασχηματιστές για το φωτισμό του πιλοτηρίου T33 και T34.
- Ο relay ελέγχου R68 για την αντλία υδραυλικού Standby.
- Ο Ground service relay R6.

Σ'ένα εσωτερικό χώρο του P6 panel, που γίνεται προσιτός από τη θέση του παρατηρητή (πίσω από το pedestal) και δεξιά, βρίσκονται δύο δοκιμαστικές μονάδες για την συντήρηση (maintenance):

A. M400 : Είναι μια μονάδα που χρησιμοποιείται για επιλογές από μπάρες διανομής E.P. και Σ.P. για μετρήσεις με φορητό πολύμετρο ή τα όργανα βολτόμετρα/αμπερόμετρα του αεροπλάνου.

B. M238 : Είναι μια μονάδα με ενδεικτικά φώτα "Panel On" για κάθε μπάρα διανομής E.P. και Σ.P. Προσιτότητα για τη πίσω πλευρά του M238 γίνεται από το P6-1 panel.





P6 PANEL INTERIOR-LOWER SECTION

APR 1956

374 00 015 01

## Εσωτερικό P6 panel-Κάτω τμήμα

Πίσω από τους κάτω πίνακες των θερμικών ασφαλειών στο P6 panel, βρίσκονται οι παρακάτω relays και μετασχηματιστές:

1. Στο P6-4 :

- Οι δύο bus transfer relays R3 και R4.
- Οι δύο relays για τις ηλεκτρικές αντλίες υδραυλικού P23 & P24.

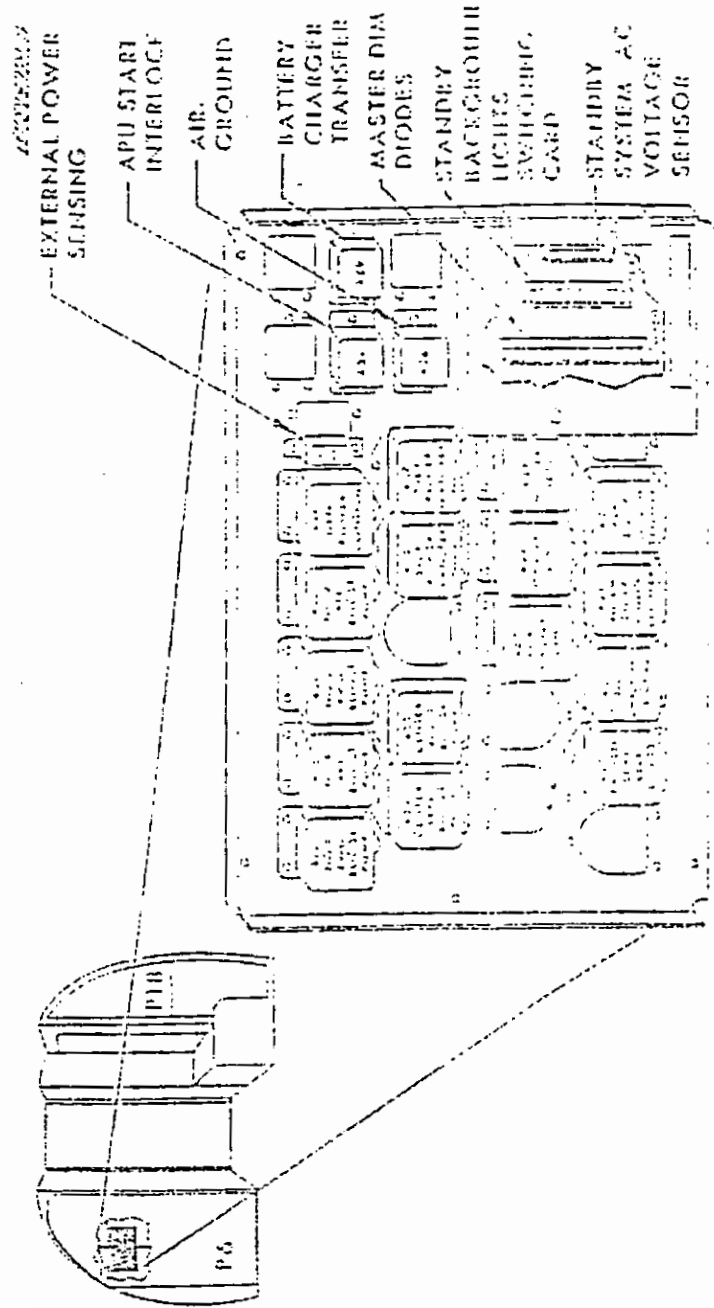
2. Στο P6-11:

- Ο APU GB.
- Ο BTB1.
- Ο μετασχηματιστής εντάσεως φορτίου N°1 για το σύστημα διαφορικής προστασίας.

3. Στο P6-12:

- Ο BTB 2.
- Ο μετασχηματιστής εντάσεως φορτίου N°2 για το σύστημα διαφορικής προστασίας.
- Οι τρεις εναλλακτοί relays Σ.Ρ.

- a. R1-battery bus relay
- b. R2-battery transfer relay
- c. R9-TR3 disconnect relay



RELAY ASSEMBLY (P6-2 PANEL)

373 001600

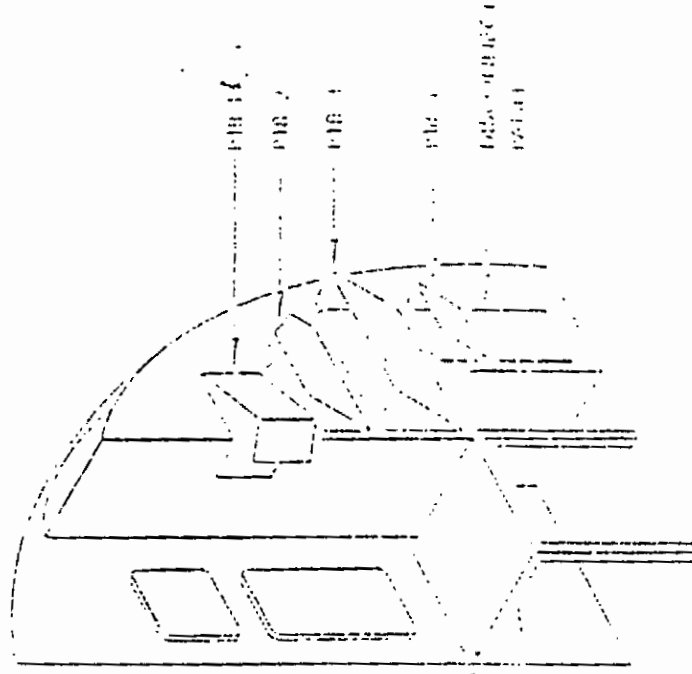
11

7-PR 15/76

### Δευτερεύων πίνακας relays στο P6-2 panel

Πίσω από το P6-2 panel βρίσκεται ένα σύνολο από relays Ε.Ρ. και Σ.Ρ. και τρεις ηλεκτρονικές κάρτες τυπωμένων κυκλωμάτων. Όλοι οι μεγάλοι relays είναι εναλλακτοί εκτός των R29 και R30 που είναι εναλλακτοί μόνο μεταξύ τους. Οι τρεις μέσaiου μεγέθους relays P89-R38 και R39 είναι επίσης εναλλακτοί μόνο μεταξύ τους.

2200-10255-100



LOAD CONTROL CENTER  
LEFT SIDE (PR)

210 OBS LEAC



APR 1976

321 00 027 01

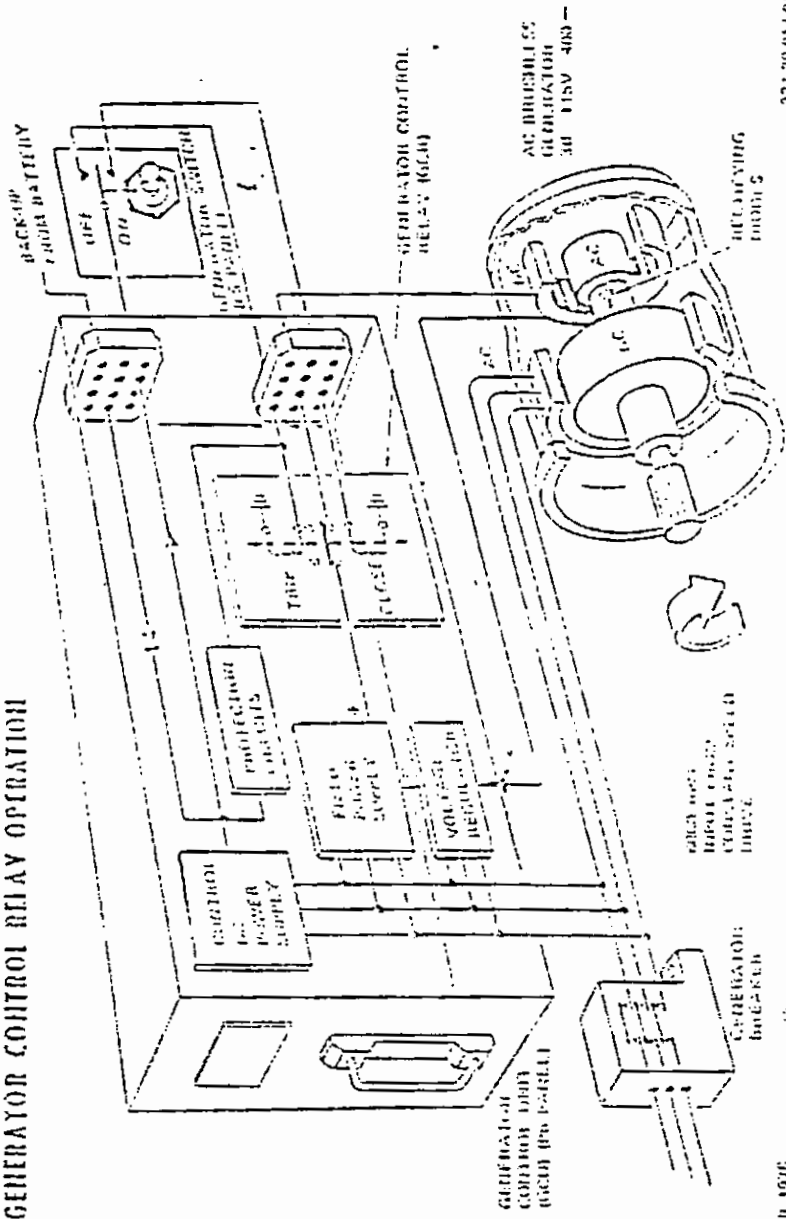
### **Αριστερός πίνακας φορτίων-P18**

Οι πίνακες του P18 βρίσκονται πίσω από τη θέση του κυβερνήτη και περιέχουν θερμικές ασφάλειες για:

1. P18-1 ADF, DME, Φάρος Ναυτιλίας & Ραντάρ καιρού.
2. P18-2 Όργανα κυβερνήτη, VHF-1 & HF-1.
3. P18-3 Προστασία πάγου-βροχής, Κλιματισμός πιλότου, Έλεγχος απο-παγοποίησης, φωτισμό: καμπίνας επιβατών, εξυπηρέτησης και εξωτερικός.
4. P18-4 Σύστημα οξυγόνων, τουαλέτας, πρίζες: ξυριστικών μηχανών και ηλεκτρικών σκουπών.

GENERATOR CONTROL RELAY OPERATION

2000000000



324 70 01 / 01

APR 1976

## Κεφάλαιο 6°

### AC Control And Protection

#### Λειτουργία του Generator Control Relay (GCR)

Κάθε ένα από τα τρία GCU που βρίσκονται στο P6 Panel, περιέχει τις παρακάτω μονάδες:

1. Ένα τροφοδοτικό ισχύος για τη διέγερση της γεννήτριας (Field Power Supply), το οποίο μετατρέπει το τριφασικό ρεύμα της εξόδου της γεννήτριας για τη διέγερσή της, σε μια κυμάτωση τάσης Σ.Ρ.
2. Ένα τροφοδοτικό ισχύος ελέγχου (Control DC Power Supply) το οποίο μετατρέπει το τριφασικό ρεύμα της εξόδου της γεννήτριας σε 28V Σ.Ρ. για το διακόπτη της και τα κυκλώματα προστασίας του συστήματος ισχύος Ε.Ρ.
3. Έναν ηλεκτρονικό ρυθμιστή τάσης (Transistorized Voltage Regulator) ο οποίος ελέγχει το Σ.Ρ. που θα επιστρέψει στο Field Power Supply από τη διέγερση της γεννήτριας.
4. Ένα relay με δύο πηνία: Generator Control Relay ή GCR (μερικές φορές ονομάζεται "Field Relay") ο οποίος συνδέει την έξοδο του ρυθμιστού τάσης με τη διέγερση της γεννήτριας.
5. Ηλεκτρονικά κυκλώματα προστασίας:
  - A. Υπέρτασης OV
  - B. Υπότασης UV
  - Γ. Μεγάλης συχνότητας OF
  - Δ. Πτώσης συχνότητας UF
  - E. Διαφορικής προστασίας DP
  - ΣΤ. Υπερεντάσεως OC

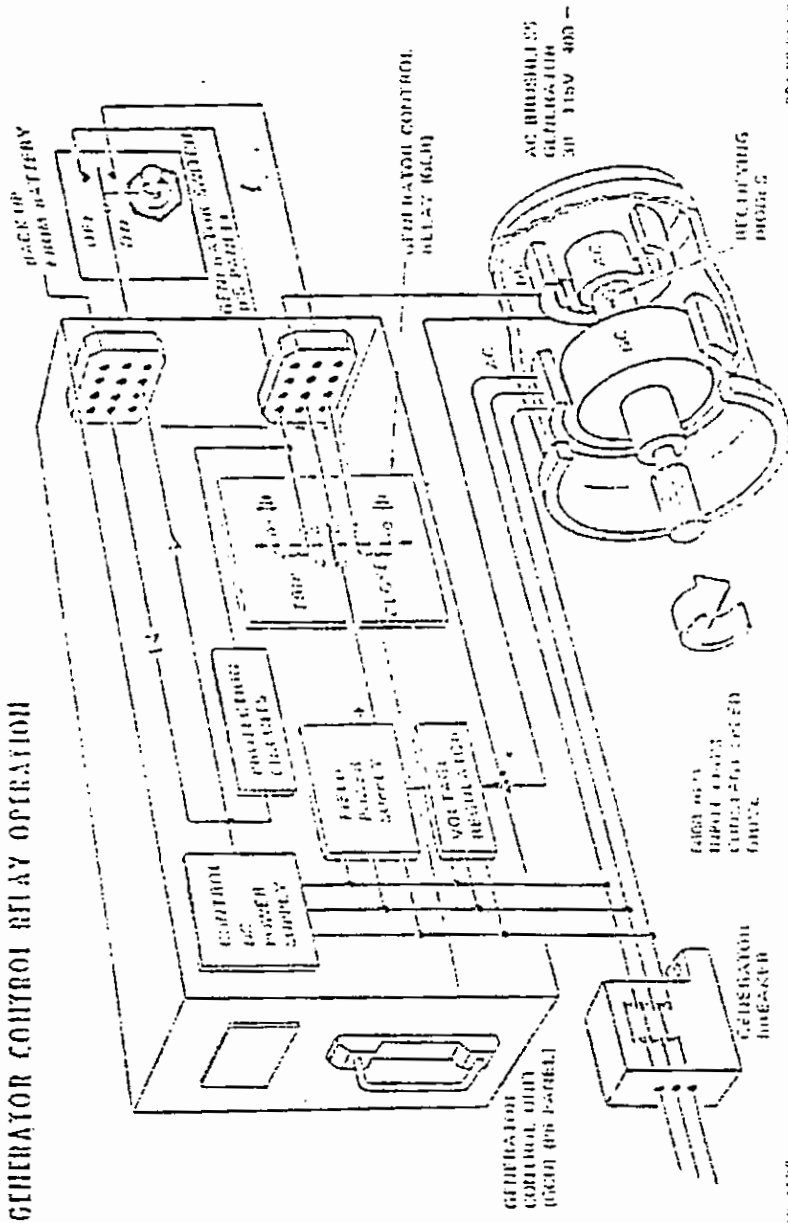
#### Λειτουργία ρύθμισης της τάσης της γεννήτριας.

Συνεχές ρεύμα κυμάτωσης τροφοδοτούμενο από το field power supply του GCU, τροφοδοτεί τη διέγερση της στο στάτη της γεννήτριας. Τότε ο στάτης επάγει ένα Ε.Ρ. στα αντίστοιχα τυλίγματα του επαγωγικού τυμπάνου της γεννήτριας το οποίο περιστρέφεται με 6.000στρ./λεπτό από το CSD. Μέσα στον άξονα της γεννήτριας έξι δίοδοι ανόρθωσης που



REVISED

### GENERATOR CONTROL RELAY OPERATION



324 20 01 7 01

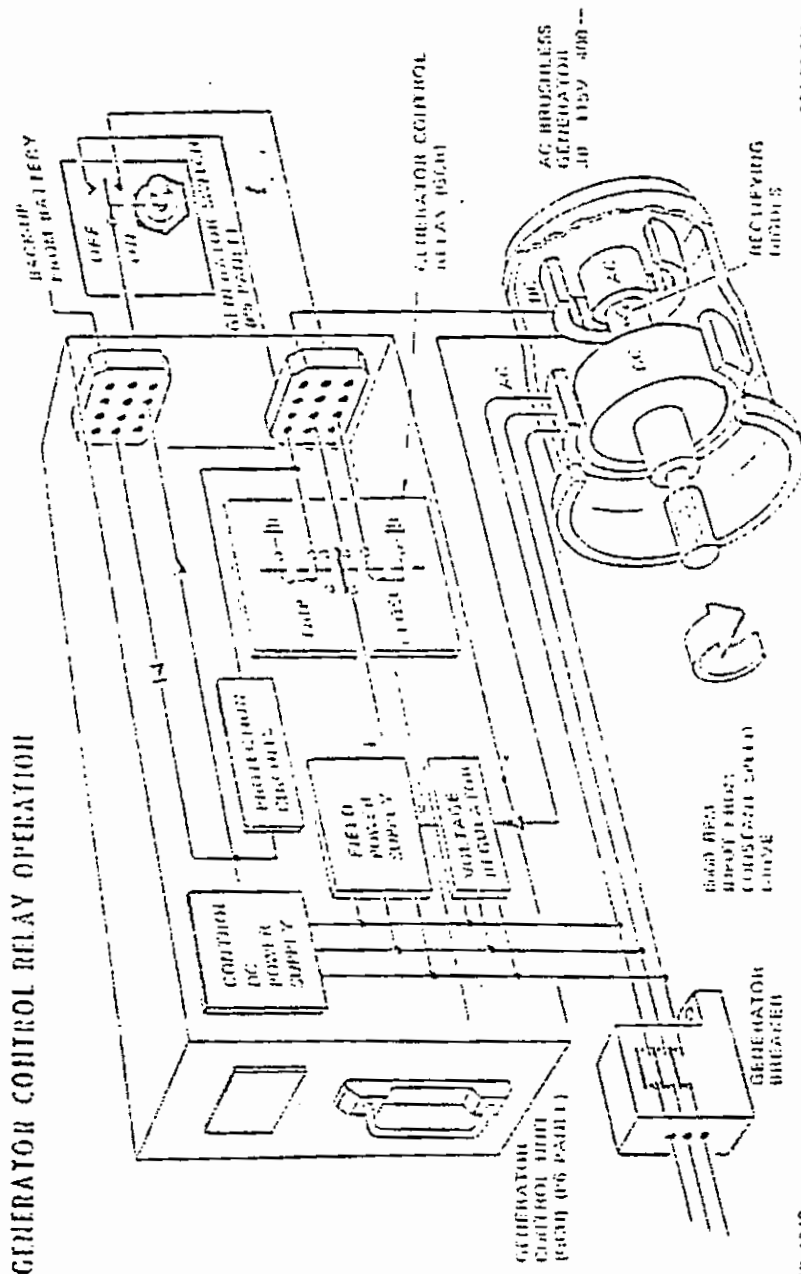
FORGET TO CHECK CURRENTLY USED

APR 1976 31

μετατρέπουν αυτό το Ε.Ρ.σε Σ.Ρ. για τροφοδότηση των τυλιγμάτων στο δεύτερο τμήμα του τυμπάνου.Αυτά τα τυλίγματα στο τύμπανο σχηματίζουν ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο το οποίο επάγει μια τριφασική τάση στο στάτη εξόδου της γεννήτριας,την οποία παραλαμβάνουν τα τροφοδοτικά καλώδια για τον αντίστοιχο GB και την τροφοδότηση του GCU.

REVISED

### GENERATOR CONTROL RELAY OPERATION



324-20-017-01

APR 1976

13

## Λειτουργία του GCR.

Λειτουργία ρύθμισης της τάσης της γεννήτριας.

Το field power supply παράγει μια συνεχή τάση κυμμάτωσης η οποία επανατροφοδοτεί τη διέγερση του στάτη της γεννήτριας μέσα από τις κλειστές βοηθητικές επαφές του GCR, ο οποίος παραμένει κανονικά κλειστός, ακόμη και όταν ο κινητήρας είναι σταματημένος και ανοίγει μόνο από σφάλμα ή όταν ο διακόπτης της γεννήτριας στο P5-4 τεθεί σε θέση "Off". Αν ο GCR είναι ανοικτός και το επαγωγίμο της γεννήτριας περιστρέφεται, η μοναδική τάση E.P. που θα φθάσει στο GB και το GCR θα είναι 15-20 V η οποία επάγεται στη γεννήτρια από μια σειρά μονίμων μαγνητών στη διέγερση του στάτη. Αυτή η τάση είναι γνωστή σαν "Residual Voltage" και είναι δυνατό να διαβαστεί στο βολτόμετρο P5-13 ενώ περιστρέφεται η γεννήτρια με GCR κλειστό, επιλέγοντας τη κάτω κλίμακα του οργάνου όταν πιέζεται το μπουτόν "Resid Volts". Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής τάσης αισθάνεται τη τάση αυτή E.P. στους ακροδέκτες του GB και μετρά το Σ.Ρ. που θα επιστρέψει στο field power supply από τη διέγερση.

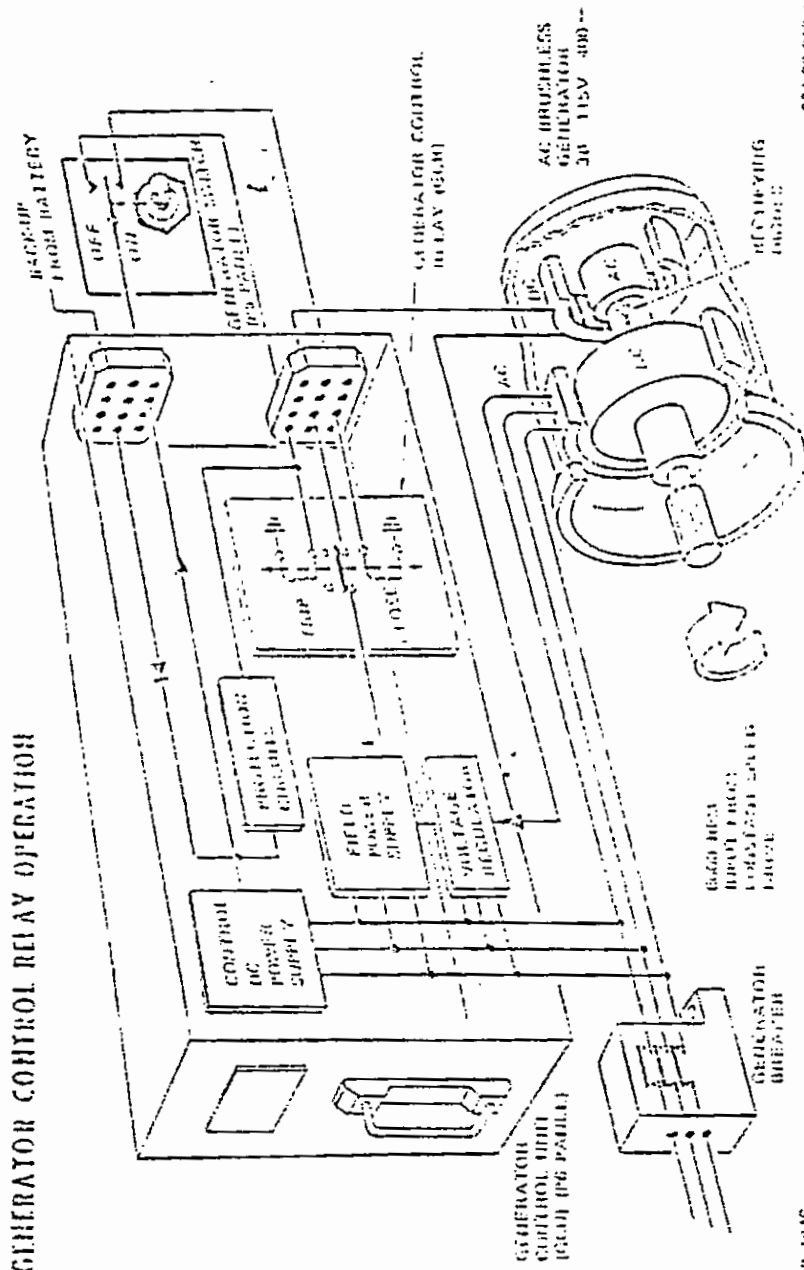
## Λειτουργία του GCR

Ο GCR κλείνει μόνο με ένα τρόπο. Με το διακόπτη της γεννήτριας στο P5-4, στιγμιαία, σε θέση "On". Ο GCR ανοίγει με επτά τρόπους:

1. Manual :
  - a. Με το διακόπτη της γεννήτριας στο P5-4, στιγμιαία, σε θέση "Off".
  - b. Με το μοχλό πυρκαγιάς στο P8-1 τραβηγμένο (με delay 7 sec.).
  - c. Με το διακόπτη του CSD disconnect στο P5-5 σε θέση "Disconnect".
2. Auto :
  - d. Από υπέρταση (OV).
  - e. Από πτώση τάσης (με delay 7 sec.)(UV).
  - f. Από υπερφόρτωση ρεύματος (OC).
  - g. Από διαφορικό ρεύμα (βραχυκύκλωμα ή διαρροή στη γραμμή και τη γεννήτρια)(DP).

GENERATOR CONTROL RELAY OPERATION

GENERATOR



174 20 017 01

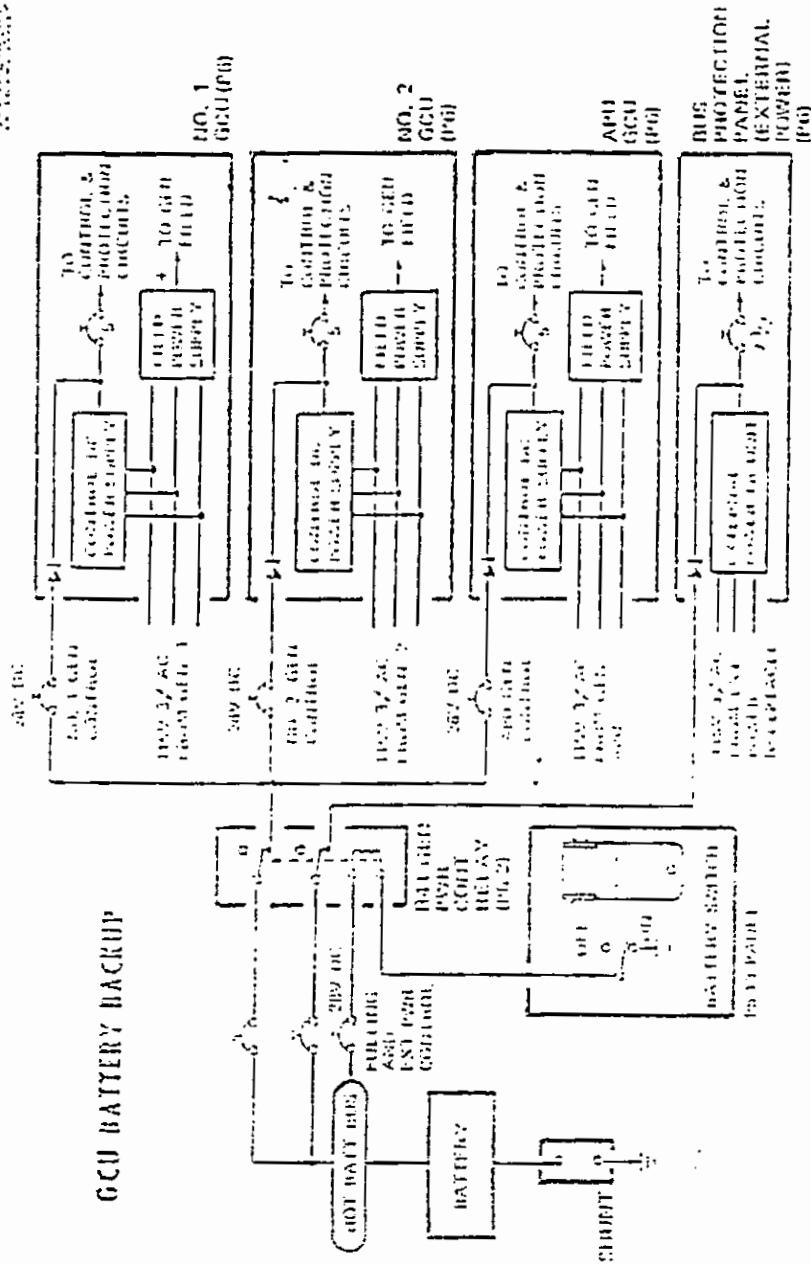
6-250 100-3  
100V 100-3  
100V 100-3  
100V 100-3

APR 1976 13

Η τροφοδότηση του DC Power Supply στο GCU τροφοδοτείται επίσης με 28V Σ.Ρ. από τη hot battery bus όταν ο διακόπτης "Battery" στο P5-13 είναι σε θέση "On".

62-10000-0000

GCU BATTERY BACKUP



APR 1976

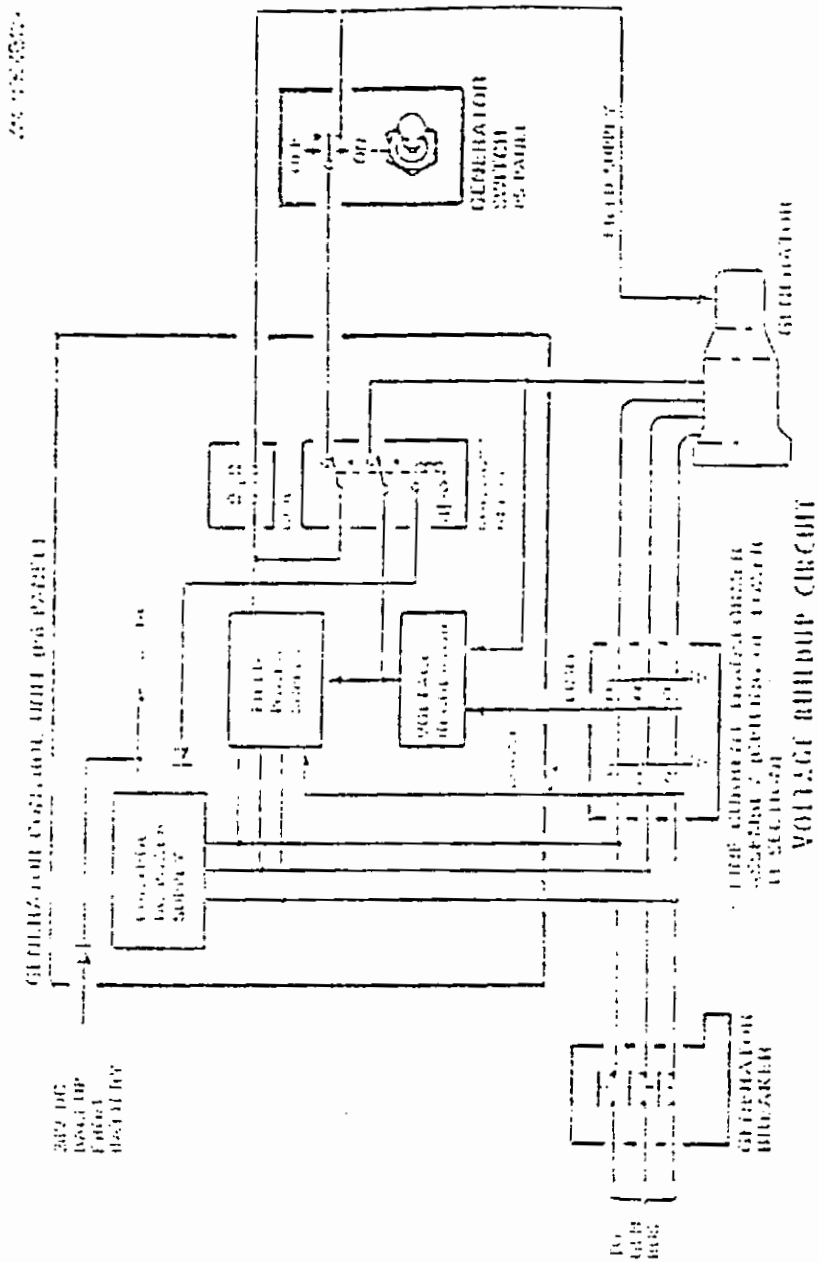
32A-20 018 61

## Εξωτερική πρόσθετη τροφοδότηση (Backup) του GCU

Κάθε ένα GCU και BPP (Bus Protection Panel) περιέχουν ένα TRU το οποίο μετατρέπει το τριφασικό ρεύμα από την έξοδο της γεννήτριας, σε Σ.Ρ. 28V, για τη λειτουργία των διακοπών και των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων προστασίας.

Ο διακόπτης "Battery", στο P5-13 είναι σε θέση "On", τότε δίνεται ένα αρνητικό στο R41 (Generator Power Control Relay), στο R6-2 ο οποίος συνδέει τη hot battery bus, μέσα από διόδους, με τη πρόσθετη τροφοδότηση του κάθε TRU. Έτσι μια βλάβη του TRU στο GCU δεν θα προκαλέσει απώλεια του συστήματος ελέγχου και προστασίας της γεννήτριας. Επιπροσθέτως οι τρεις GCR's μπορούν να ανοιγοκλείσουν χειροκίνητα με το κινητήρα ή το APU σταματημένο.





GEN 125-2500

30126000

VOLTAGE RIBBUP CIRCUIT

10

APR 1976

## Κύκλωμα ανάπτυξης τάσης της γεννήτριας

Στο πίνακα P5-4 δεν υπάρχουν ξεχωριστοί διακόπτες για τη λειτουργία των GCR και GB. Ο μοναδικός διακόπτης της γεννήτριας ελέγχει και τους δύο. Έτσι ο GB δεν θα κλείσει μέχρις ότου η τάση της γεννήτριας είναι τουλάχιστον 100V. Αν ο κινητήρας του αεροπλάνου ξεκινήσει ενώ ο GCR είναι ανοικτός και ο χειριστής θέσει το διακόπτη της γεννήτριας σε θέση "On", τότε, αν δεν υπήρχε κάποιο ειδικό κύκλωμα, θα χρειαζόταν μια ικανή χρονική καθυστέρηση για τη κλείσιμο του GB λόγω της βαθμιαίας αύξησης της τάσης της γεννήτριας από 18-100V. Ένα τέτοιο ειδικό κύκλωμα δίνεται από το "Voltage Buildup Relay". Αν ο κινητήρας λειτουργεί και το CSD δίνει 6.000 στρ/λεπτό στον άξονα της γεννήτριας αλλά ο GCR είναι ανοικτός, τότε η τάση "residual" (15-20 V) θα δίνεται στο GCU. Έτσι ο build-up relay θα παραμείνει σε ηρεμία.

Όταν ο διακόπτης της γεννήτριας τεθεί σε θέση "On" τότε κλείνει το κύκλωμα από field power supply-επάνω επαφές ηρεμίας του build-up relay και το διακόπτη της γεννήτριας σε θέση "On" στη διέγερση της γεννήτριας. Το κύκλωμα επιστροφής από τη διέγερση στο field power supply περνά από τις κάτω επαφές ηρεμίας του build-up relay. Με αυτές τις καταστάσεις δεν υπάρχει ρύθμιση τάσης στο field power supply και η τάση θα αυξηθεί από 15-20 V στα 100 V χωρίς έλεγχο.

Όταν η τάση E.P., πλησιάζει τα 100V, η τάση του Σ.Ρ. από το field power supply θα προκαλέσει κλείσιμο κυκλώματος μιας διόδου Zener στο κύκλωμα του πηνίου του build-up relay, ο οποίος διεγερόμενος θα διακόψει τα κυκλώματα field power supply-διέγερσης γεννήτριας και ο ρυθμιστής τάσης θα συνδεθεί στο κύκλωμα για τον έλεγχο της ρύθμισης της τάσης της γεννήτριας. Η αύξηση της τάσης, τότε, επιβραδύνεται και σταθεροποιείται στα 115V. Κανονικά, βέβαια, ο GCR παραμένει κλειστός πάντα και ο κινητήρας θα ξεκινήσει με κλειστό GCR οπότε η λειτουργία του build-up relay είναι περιττή.



## Κύκλωμα ρεύματος ετοιμότητας (Power Ready)

Για να φθάσει ένα σήμα από το διακόπτη της γεννήτριας στο G.B., πρέπει να υπάρχουν δύο καταστάσεις:

1. Το E.P. πρέπει να έχει σωστή τάση και συχνότητα όταν ο GCR είναι κλειστός.
2. Κάθε πηγή που τροφοδοτεί τις μπάρες διανομής, πρέπει να βγει εκτός από τον αντίστοιχο Breaker. Το άνοιγμα των Breaker's σ' αυτή τη περίπτωση πρέπει να επιβεβαιωθεί με τη διέλευση του ρεύματος κλεισίματος αυτού του GB μέσα από τις κλειστές επαφές ηρεμίας των υπολοίπων GB's ή EPC που θα πρέπει αυτή τη στιγμή να είναι ανοικτοί.

Η πρώτη κατάσταση ελέγχεται μέσα στο GCU από το κύκλωμα "Power Ready".

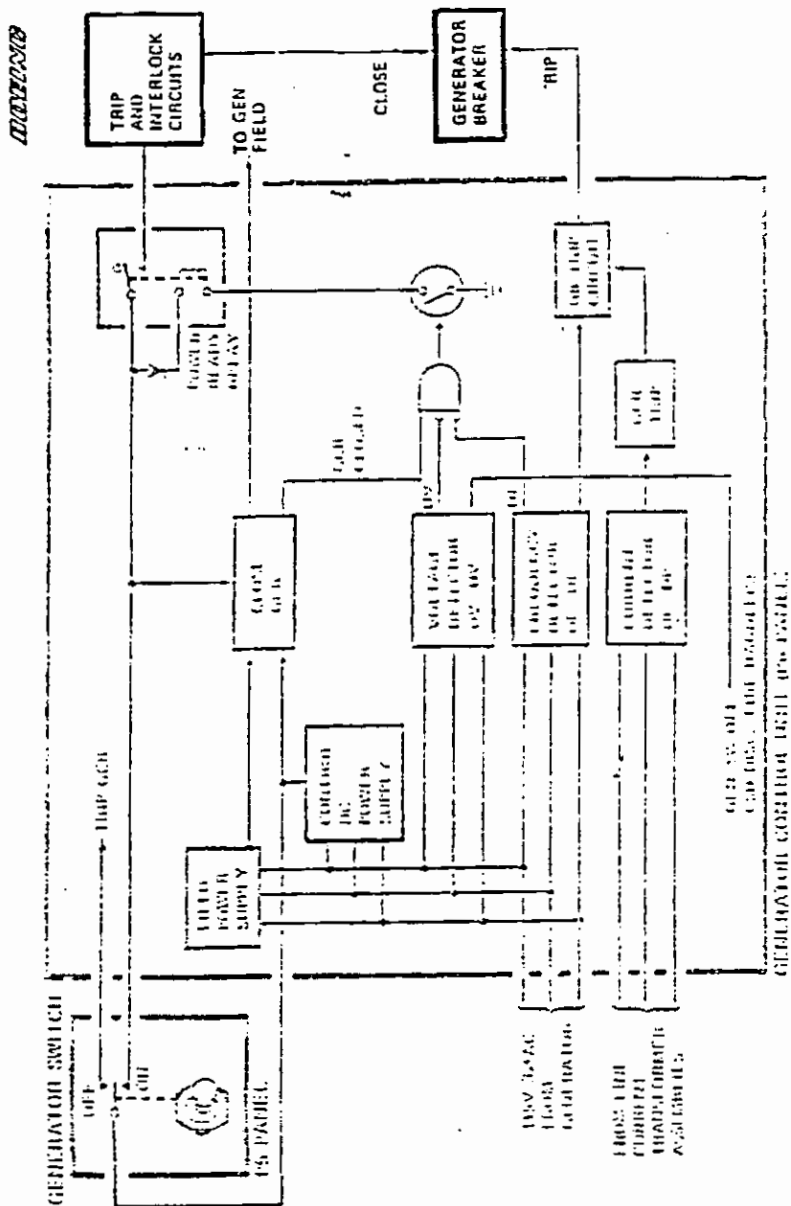
Βάζοντας στιγμιαία το διακόπτη της γεννήτριας σε θέση "On", πρώτα στέλνεται ένα σήμα για να κλείσει ο GCR (ο οποίος θα πρέπει ήδη να είναι κλειστός, αλλά με το διακόπτη δίνεται ένα σήμα για επιβεβαίωση ότι αυτός είναι κλειστός). Το σήμα ότι ο GCR είναι κλειστός, έρχεται σε μια πύλη AND στο GCU. Όσο η τάση στους ακροδέκτες του GB, είναι μεγαλύτερη από 100 V και η συχνότητα μεγαλύτερη από 365 Hz, οι κάρτες ανίχνευσης της τάσης και της συχνότητας θα στέλνουν σήματα με λογικό "0" στη πύλη AND. Τότε με τα λογικά σήματα:

<<1>> για το κλείσιμο του GCR

<<0>> για τη μη ύπαρξη χαμηλής τάσης (κάτω από 100 V) και

<<0>> για τη μη ύπαρξης χαμηλής συχνότητας (κάτω από 365 Hz)

η πύλη AND στέλνει ένα σήμα με λογικό <<1>> για να κλείσει ο ηλεκτρονικός διακόπτης ο οποίος στη συνέχεια θα δώσει ένα αρνητικό στον "Power Ready Relay" ο οποίος, πάλι, θα κλείσει και έτσι θα επιτρέψει τη διέλευση του σήματος κλεισίματος του GB το οποίο στη συνέχεια θα βγει έξω από το GCU για να κάνει τήρ τους breakers που απαιτούνται για να κλείσει αυτός που επιλέξαμε.



GCU FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

324-20-021-01

APR 1976 13

## Block διάγραμμα λειτουργικών ελέγχων GCU

Ο κύριος σκοπός του GCR είναι η σύνδεση του "Field Power Supply" με τη διέγερση της γεννήτριας. Ο GCR μπορεί να κλείσει μόνο αν θέσουμε τον αντίστοιχο διακόπτη γεννήτριας σε θέση "On". Ο GB μπορεί να κλείσει μόνο αν θέσουμε επίσης τον αντίστοιχο διακόπτη γεννήτριας σε θέση "On", εφόσον διεγερθεί ο Power Ready Relay, που σημαίνει ότι ο GCR είναι κλειστός, και η τάση και η συχνότητα έχουν σωστές τιμές και αφού ανοίξουν (trip) οι απαραίτητοι άλλοι breakers για να μη γίνει παραλληλισμός γεννητριών.

Ο GCR μπορεί να γίνει trip με τρεις χειροκίνητες ενέργειες και τέσσερις αυτόματες λόγω βλάβης:

A. Χειροκίνητες:

1. Διακόπτης γεννήτριας σε θέση "Off".
2. Λειτουργία του διακόπτη "CSD Disconnect".
3. Τράβηγμα του μοχλού πυρκαγιάς.

B. Αυτόματες λόγω βλάβης:

1. Υπέρταση ( $130V \pm 3$ ).
2. Υπόταση ( $100V \pm 3$ ).
3. Υπερένταση ( $170A$ ).
4. Διαφορική λειτουργία (βραχυκύκλωμα ή διαρροή άνω των  $20A$ ).

Ο GB μπορεί να γίνει trip με το άνοιγμα του GCR και με:

1. GCR είναι trip.
2. Συχνότητα πάνω από  $430 \pm 5$  Hz.
3. Συχνότητα κάτω από  $365 \pm 5$  Hz.

Σημείωση: Οι βλάβες στη συχνότητα δεν κάνουν trip τον GCR.



## Ελεγχος GCR γεννήτριας κινητήρα

Όπως είναι γνωστό ο σκοπός του GCR είναι να συνδέει το Field Power Supply του GCU με τη διέγερση της γεννήτριας. Ο GCR κανονικά είναι κλειστός και παραμένει σ' αυτή τη θέση με μόνιμο μαγνήτη. Ο GCR μπορεί να κλείσει μόνο από το διακόπτη της γεννήτριας σε θέση "On". Τότε Σ.Ρ. 28V από το GCU θα περάσει από τις επαφές της θέσης "On" του διακόπτη και θα διεγείρει ένα μικρό Relay K1, μέσα στο P5-4, ο οποίος με τη σειρά του θα διακόψει οποιοδήποτε πιθανό ταυτόχρονο σήμα κλεισίματος του APU GB ή του EPC. Αν ο χειριστής κάνει λάθος και θέσει δύο διακόπτες γεννητριών ταυτόχρονα σε θέση "On", τότε ο διακόπτης της γεννήτριας του κινητήρα θα έχει προτεραιότητα έναντι οποιουδήποτε άλλου. Το ρεύμα θα περάσει μέσα από τις κλειστές επαφές του K1 στο GCU και μέσα από τις κλειστές επαφές ηρεμίας του GCR Lockout Relay στο πηνίο close του GCR.

Ο GCR μπορεί ν' ανοίξει με οποιαδήποτε από τις τρεις χειροκίνητες (manual) ενέργειες: διακόπτης γεννήτριας-διακόπτης CSD Disconnect-μοχλός πυρκαϊάς, ή με οποιαδήποτε από τις τέσσερις αυτόματες λόγω βλάβης: OV-UV-OC-DP. Όλα αυτά τα σήματα περνούν από μια πύλη OR για να κλείσει ένας ηλεκτρονικός διακόπτης και να δώσει αρνητικό στο πηνίο tήρ του GCR. Όταν ανοίξει ο GCR, θα διακόψει, όπως είναι φυσικό το κύκλωμα Field Power Supply-διέγερση της γεννήτριας.

Αν ο διακόπτης μιας γεννήτριας κινητήρα τεθεί σε θέση "On" και παρουσιασθεί ένα σήμα βλάβης (π.χ. OV), τότε αυτό θα περάσει από τη πύλη OR, για να διεγείρει τον ηλεκτρονικό διακόπτη ο οποίος θα δώσει αρνητικό στα πηνία των GCR tήρ και GCR Lockout Relays. Ο τελευταίος Relay (GCR Lockout) θα επιτρέψει σε ένα σήμα από το διακόπτη της γεννήτριας να περάσει στην πύλη OR για να διεγείρει τον ηλεκτρονικό διακόπτη. Έτσι ο GCR θα παραμένει tήρ όσο ο διακόπτης της γεννήτριας κρατιέται σε θέση "On".

Κάθε φορά που ο διακόπτης της γεννήτριας ή ο διακόπτης CSD disconnect τεθούν σε θέση "Off", θα διεγερθεί το πηνίο close του relay για το ενδεικτικό φώς MT στο πίνακα προειδοποιήσεων M238 στο P6 Panel. Αυτός ο Relay θα παραμείνει στη θέση αυτή μαγνητικά μέχρι να έλθει ένα άλλο σήμα από το διακόπτη της γεννήτριας σε θέση "On" το οποίο θα διεγείρει το πηνίο reset του MT Light Relay το οποίο θα τον επαναφέρει σε κανονική θέση και θα σβήσει το φως MT στο M238.





## Ελεγχος GCR γεννήτριας APU

Ο GCR του APU μπορεί να κλείσει όπως και ο GCR των κινητήρων, θέτωντας ένα διακόπτη της γεννήτριας του APU σε θέση "On". Για να κλείσει χρειάζεται 28V Σ.Ρ. από το Control Power Supply που υπάρχει στο αντίστοιχο GCU. Το Σ.Ρ. 28V θα περάσει μέσα από τις κλειστές επαφές ηρεμίας του Relay K1 (ή K2), στο GCU. Το κύκλωμα interlock, μεταξύ των δύο διακοπών της γεννήτριας του APU, δίνει τη δυνατότητα σ'ένα μόνο διακόπτη να ενεργοποιείται κάθε φορά. Αφού το ρεύμα ήρθε στο GCU, όπως εξηγήθηκε παραπάνω, θα περάσει από τις επαφές ηρεμίας του GCR Lockout Relay στο πηνίο close του GCR.

Ο GCR του APU μπορεί ν'ανοίξει:

1. Όταν και οι δύο BTB's είναι ανοικτοί, και τεθεί ένας από τους δύο διακόπτες της γεννήτριας του APU σε θέση "Off". Αυτό θα γίνει:

A: Γιατί όταν το αεροπλάνο είναι στο έδαφος και η γεννήτρια του APU τροφοδοτεί το αεροπλάνο (μέσα από τους BTB's), αν ένας διακόπτης APU τεθεί σε θέση "Off", η μόνη λειτουργία θα είναι να ανοίξει ο αντίστοιχος BTB. Ο δεύτερος BTB θα παραμείνει κλειστός όπως και ο APU GCR, για να μπορεί το APU να συνεχίσει τη τροφοδότηση της πλευράς του κλειστού BTB. Αν στη συνέχεια και ο δεύτερος διακόπτης της γεννήτριας του APU τεθεί σε θέση "Off", τότε από τις κλειστές επαφές του BTB που θ'ανοίξει και του πρώτου που είναι ήδη ανοικτός, θα ολοκληρωθεί το κύκλωμα που θα ανοίξει τον GCR. Αυτό γίνεται γιατί όταν η γεννήτρια του APU τροφοδοτεί ολόκληρο το ηλεκτρικό σύστημα του αεροπλάνου δεν επιτρέπεται να διακόπτεται η τροφοδότησή της από τον ένα μόνο διακόπτη της.

B: Γιατί το σύστημα ελέγχου του APU GCR είναι παρόμοιο με αυτό του GCR γεννήτριας κινητήρα αφού όλα τα GCU είναι εναλλακτά μεταξύ τους.

2. Τραβώντας οποιοδήποτε μοχλό πυρκαϊάς, μπορεί ν'ανοίξει ο APU GCR.



## Ελεγχος Generator Breaker γεννήτριας κινητήρα

Το κλείσιμο και άνοιγμα του GB ελέγχεται από το αντίστοιχο GCU. Ο μόνος τρόπος κλεισίματος του GB είναι να τεθεί ο διακόπτης της γεννήτριας, στιγμιαία σε θέση "On". Η τάση ελέγχου 28V Σ.Ρ παρέχεται από το DC Power Supply του GCU. Το σήμα κλεισίματος από το διακόπτη της γεννήτριας διεγείρει πρώτα τον Relay K1 και στη συνέχεια μέσα από τις κλειστές επαφές του στέλνεται στο GCU για να διεγείρει τον GB. Ο K1 όταν είναι διεγερμένος εμποδίζει το ταυτόχρονο πέρασμα σήματος από το παραπλήσιο διακόπτη της γεννήτριας APU, προς το τήρ του GB. Το σήμα για τη διεγερση του GB που ήρθε από το διακόπτη στο GCU, έρχεται πρώτα στον Power Ready Relay τον οποίο θα διεγείρει αφού προηγουμένα είναι κλειστός ο GCR και δεν υπάρχει κανένα σήμα βλάβης από UV ή UF. Όταν ο Power Ready Relay είναι διεγερμένος, το σήμα θα περάσει μέσα από τις επαφές του και πρώτα θα κάνει τήρ τον αντίστοιχο BTB και έτσι θα αποδιεγερθεί και ο DPR2 (Differential Protection Relay) μέσα στο GCU. Κατόπιν το σήμα θα περάσει μέσα από τις επαφές του DPR2 και θα σταλεί στο πηνίο close του GB.

Ο GB ενός κινητήρα μπορεί ν'ανοίξει (τήρ):

1. Όταν ανοίξει (τήρ) ο αντίστοιχος GCR (με 7 τρόπους).
2. Θέτοντας "On" τον παραπλήσιο διακόπτη της γεννήτριας APU.
3. Θέτοντας "On" το διακόπτη της γεννήτριας εξωτερικής πηγής.
4. Από σήματα βλάβης στη συχνότητα, δηλαδή υψηλής συχνότητας (OF) ή χαμηλής συχνότητας (UF).

Κάθε φορά που ανοίγει ο GCR ένα σήμα περνά μέσα από τις επαφές του σε μια πύλη OR για να διεγείρει έναν ηλεκτρονικό διακόπτη ο οποίος κλείνοντας θα δώσει αρνητικό στο πηνίο του GB τήρ relay και ο οποίος θα τροφοδοτήσει το πηνίο τήρ του GB με 28V. Το ίδιο αποτέλεσμα θα έχουν και οι βλάβες OF και UF. Εδώ όμως θα πρέπει να σημειώσουμε ότι όταν θέτουμε το διακόπτη της γεννήτριας "On" και κλείνει ο Power Ready Relay, ένα σήμα θα δοθεί για να γειωθεί ένα άλλο τυχόν σήμα από το Frequency Detector. Με αυτό το κύκλωμα εμποδίζεται συνεχές ανοιγοκλείσιμο του GB. Όταν ο διακόπτης της εξωτερικής πηγής τίθεται "On", θ'ανοίξουν και οι δύο GBs επειδή τότε διεγείρεται ο EPCR slave relay στο Bus Protection Panel.

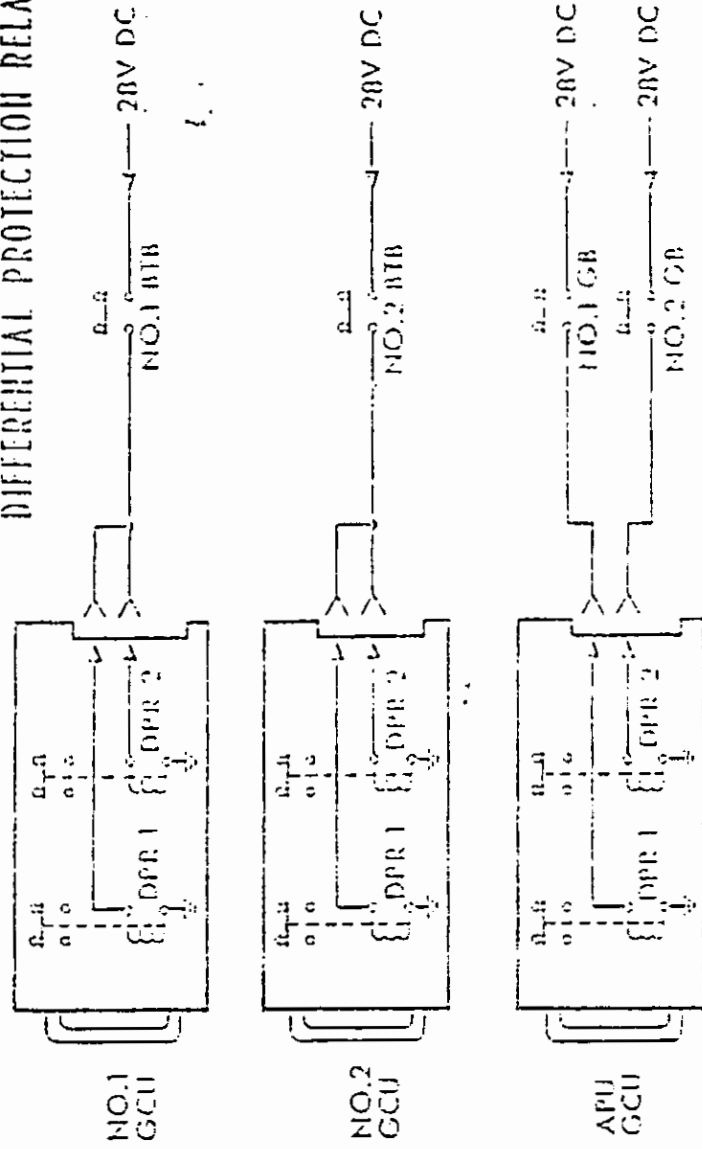
Όταν το αεροπλάνο είναι στο έδαφος και ο διακόπτης της γεννήτριας του APU τίθεται "On", τότε μια τάση 28V από το P5-4 θα περάσει για ν'ανοίξει τον GB. Όταν όμως το αεροπλάνο είναι στον αέρα (R38 σε ηρεμία) το ρεύμα ανοίγματος του GB περνά από τις επαφές



(R38 σε ηρεμία) το ρεύμα ανοίγματος του G8 περνά από τις επαφές ηρεμίας του απέναντι BTB. Με το κύκλωμα αυτό φαίνεται ότι δεν είναι δυνατόν να υπάρχουν δύο BTBς κλειστοί όταν το αεροπλάνο βρίσκεται στον αέρα και ούτε μπορεί ν'ανοίξει δεύτερος G8 από τη λειτουργία των διακοπών της γεννήτριας του APU. Έτσι διαπιστώνεται ότι η γεννήτρια του APU δεν μπορεί να τροφοδοτήσει και τις δύο Generator Buses όταν το αεροπλάνο είναι στον αέρα.

400015220000

### DIFFERENTIAL PROTECTION RELAYS



374-70 026 01

APR 1976

## Relays διαφορικής προστασίας

Κάθε ένα από τα τρία GCU's είναι όμοιο και εναλλακτό με τ'άλλα.Κάθε GCU περιέχει δύο μικρούς Relays: DPR1 και DPR2 διαφορικής προστασίας.Ο πρωτεύοντας ρόλος αυτών είναι να διακόπτουν τα κυκλώματα των Sensing Transformers για τα κυκλώματα ρεύματος διαφορικής προστασίας.Για να γίνει αυτό πρέπει οι Relays να ελέγχονται από τη θέση των αντιστοιχών GBs και BTBs.

Όταν ένα GCU είναι τοποθετημένο στη θέση N°1 του P6 (θέση G3),οι αντίστοιχοι DPRs συνδέονται στις βοηθητικές επαφές του BTB1.Όταν ο BTB1 κλείσει,τότε και οι δύο DPRs διεγείρονται.Αντίστοιχα το ίδιο θα συμβεί και όταν ένα GCU είναι τοποθετημένο στη θέση N°2 του P6 (θέση G4).Όταν ένα GCU είναι τοποθετημένο στα θέση του APU του P6 (θέση G5) ,οι DPRs συνδέονται στις βοηθητικές επαφές των GBs των κινητήρων.Δηλαδή ο DPR1 στο GB1 και ο DPR2 στο GB2.Επιπλέον οι DPRs χρησιμοποιούνται σαν ενδεικτικά των θέσεων των κυκλωμάτων των GBs και BTBs.Επίσης ο DPR1 χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του πηνίου alternate του Bus Transfer Relay, όπως θα δούμε παρακάτω.Ο DPR2 χρησιμοποιείται για να επιτρέπει τη διέλευση του ρεύματος για το κλείσιμο του GB,εφόσον είναι ανοικτός ο αντίστοιχος BTB.





## Έλεγχος APU Generator Breaker

Οι λειτουργίες κλεισίματος και ανοίγματος του APU GB ελέγχονται από το APU GCU. Ο APU GB μπορεί να κλείσει μόνο όταν θέσουμε έναν από τους δύο διακόπτες "APU Gen" σε θέση "On". Το ρεύμα ελέγχου 28 V Σ.Ρ. προερχόμενο από το τροφοδοτικό του APU GCU, περνά από τις επαφές ηρεμίας του διακόπτη που παραμένει αδρανής και μέσα από τις επαφές ηρεμίας του relay K1 (ή K2), στο GCU. Το κύκλωμα interlock μεταξύ των δύο διακοπών της γεννήτριας APU εξασφαλίζει τη λειτουργία ενός μόνο διακόπτη κάθε φορά.

Οποιοδήποτε ρεύμα από τους διακόπτες που μπαίνει στο GCU διεγείρει το πηνίο close του GCR και εφόσον δεν υπάρχουν σήματα UV ή UF, διεγείρει επίσης και τον Power Ready Relay. Όταν το ρεύμα για το κλείσιμο του APU GB περάσει από τις κλειστές επαφές του Power Ready Relay, θ'ανοίξει (τήρ) πρώτα τον αντίστοιχο GB του κινητήρα και μετά τον External Power Control Relay μέσα στο Bus Protection Panel (G7) για ν'ανοίξει στη συνέχεια και ο External Power Contactor (EPC). Για να φθάσει το ρεύμα στο πηνίο close του APU GB πρέπει να περάσει μέσα από τις βοηθητικές επαφές ηρεμίας του EPC. Το κύκλωμα αυτό ελέγχου του APU GB είναι όμοιο με αυτό του GB κινητήρα επειδή τα GCUs είναι όλα εναλλακτά μεταξύ τους.

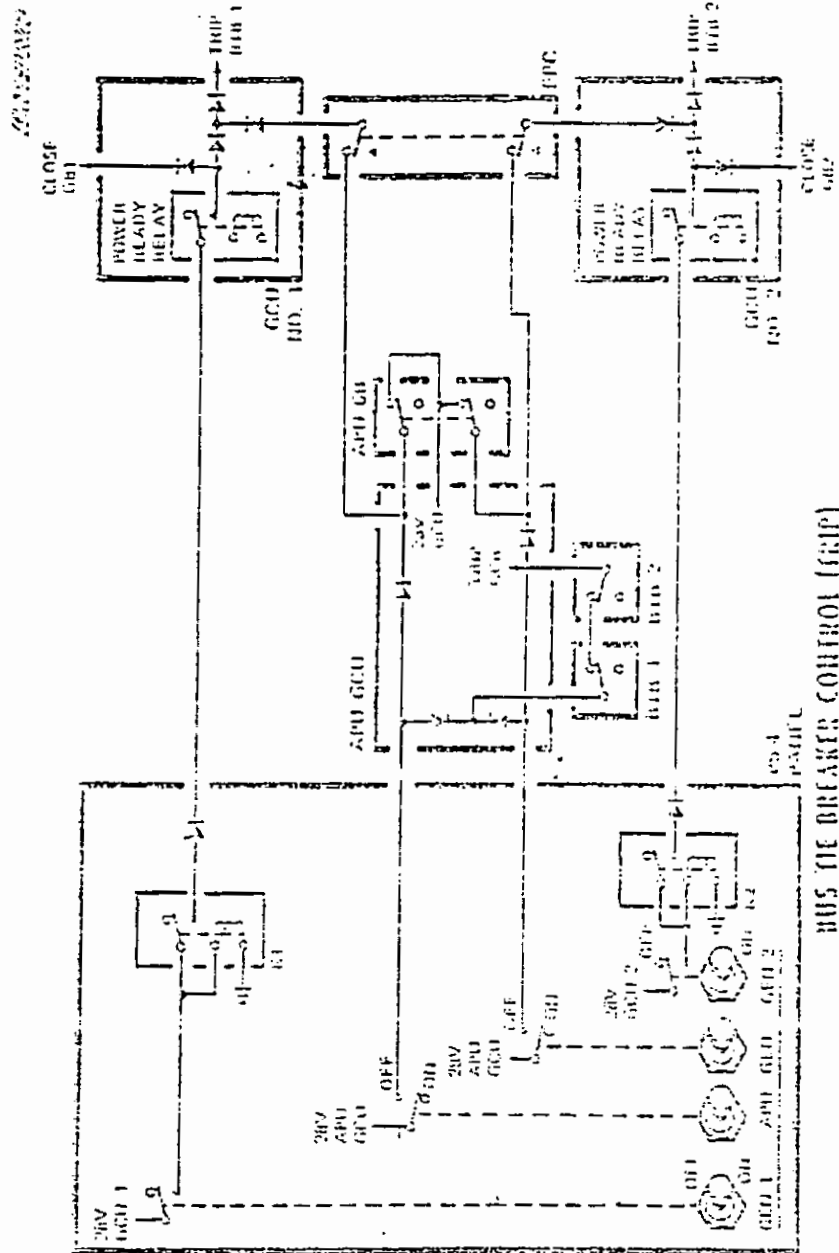


## Έλεγχος Bus Tie Breaker (Κλείσιμο)

Οι BTB's μπορούν να κλείσουν με τις εξής διαδικασίες:

Με το διακόπτη εξωτερικής γεννήτριας πηγής σε θέση "On". Βάζοντας το διακόπτη της γεννήτριας εξωτερικής πηγής "On" θα κλείσει ο External Power Control Relay στο Bus Protection Panel (εφόσον δεν υπάρχει κανένα σήμα βλάβης). Τότε ο External Power Contactor (EPC) θα κλείσει αφού προηγουμένως έχει βγει εκτός ο APU GB. Κατόπιν στους δύο BTBs θα έλθουν σήματα κλεισίματος μέσα από κλειστές βοηθητικές επαφές του EPC, βοηθητικές επαφές ηρεμίας του APU GB και των GB των κινητήρων.

Με το διακόπτη της γεννήτριας του APU "On". Βάζοντας το διακόπτη 1 της γεννήτριας του APU, στιγμιαία "On", θα κλείσει ο APU GCR, και εφόσον δεν υπάρχει σήμα UV ή UF θα κλείσει επίσης και ο Power Ready Relay. Ο External Power Control Relay (συνεπώς και ο EPC) θα βγει εκτός. Το ρεύμα για το κλείσιμο του BTB περνά από τις κλειστές επαφές του Power Ready Relay, μέσα από το διακόπτη του APU στη θέση "On" και στον Air/Ground Relay (R38). Αν το αεροπλάνο είναι στο έδαφος, το ρεύμα περνά μέσα από μια κλειστή βοηθητική επαφή του R38 στο πηνίο trip του GB1, μέσα από κλειστές επαφές βοηθητικές επαφές του APU GB και βοηθητικές επαφές ηρεμίας GB1 στο πηνίο close του BTB1. Αν το αεροπλάνο είναι στον αέρα (R38 σε ηρεμία), το ρεύμα για το κλείσιμο του BTB1 πρέπει να περάσει μέσα από βοηθητικές επαφές ηρεμίας του BTB2 πριν ν'ανοίξει (trip) τον GB1 και να κλείσει τον BTB1 όπως πριν. Το κύκλωμα αυτασφάλισης (interlock) του R38 και των δύο BTB εμποδίζει το κλείσιμο περισσότερων από ένα BTB κατά την πτήση. Η γεννήτρια του APU μπορεί να τροφοδοτήσει μόνο μια generator AC bus κατά τη πτήση επειδή η ισχύς της γεννήτριας αυτής είναι μόνο 40KVA κατά τη πτήση. Αν ο διακόπτης "APU Gen 2" τεθεί σε θέση "On" θα κλείσει ο APU GB και ο BTB2 με τον ίδιο τρόπο που είδαμε παραπάνω με το διακόπτη "APU Gen 1".



374-20-029-01

11

APR 1976

## Έλεγχος BTB (Trip)

Οι BTB's μπορούν ν'ανοίξουν αυτόματα (trip) όπως παρακάτω:

1. Με το διακόπτη γεννήτριας κινητήρα σε θέση "On".
2. Με το διακόπτη γεννήτριας APU σε "Off".
3. Με οποιαδήποτε ενέργεια η οποία θα έχει σαν αποτέλεσμα να βρεθούν ταυτόχρονα ανοικτοί οι APU GB και EPC. Σ'αυτή περιλαμβάνονται και ανοίγματα από βλάβες των συστημάτων γεννητριών APU και εξωτερικής πηγής, καθώς και από τοποθέτηση του διακόπτη της εξωτερικής πηγής σε θέση "Off", ή απο αφαίρεση του καλωδίου της από το αεροπλάνο.

### Διακόπτης γεννήτριας κινητήρα σε θέση "On".

Αν ο διακόπτης αυτός τεθεί σε θέση "On", τότε θα διεγερθεί ο relay K1 μέσα στο P5-4 C/B Panel, αφαιρώντας τη δυνατότητα λειτουργίας του παραπλήσιου διακόπτη γεννήτριας APU. Αν τότε διεγερθεί ο Power Ready Relay στο GCU 1, θα δοθεί σήμα trip στο BTB 1. Παρόμοιο κύκλωμα φαίνεται στο σχέδιο για BTB 2.

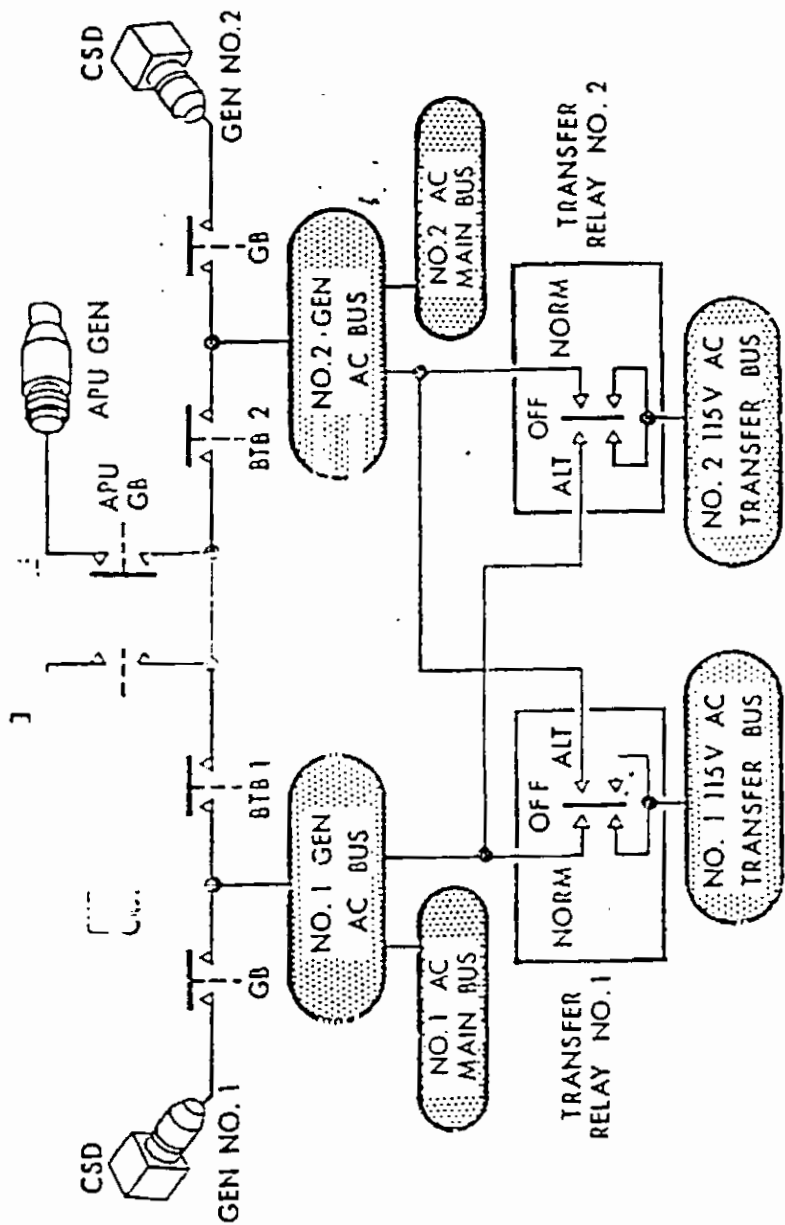
### Διακόπτης γεννήτριας APU σε θέση "Off".

Αν υποθέσουμε ότι ο EPC είναι ήδη ανοικτός, και θέσουμε ένα διακόπτη της γεννήτριας APU "Off", τότε δίνεται ένα σήμα trip στον αντίστοιχο BTB μέσα από βοηθητικές επαφές ηρεμίας του EPC.

### APU GB και EPC ανοικτοί.

Αν για κάποιο λόγο (έστω βλάβες στα συστήματα γεννητριών APU και εξωτερικής πηγής ή διακόπτης γεννήτριας εξωτερικής πηγής σε "Off" κ.λ.π.) οι APU GB και EPC είναι ανοικτοί, τότε δημιουργείται ένα κύκλωμα σειράς μέσα από τις βοηθητικές επαφές ηρεμίας των APU GB και EPC για τα σήματα trip των BTB's. Η πηγή τροφοδότησης των σημάτων trip προέρχεται από το 28V DC power supply του APU GCU. Ο έλεγχος του DC power supply γίνεται παράλληλα και από τη Hot Battery Bus εφόσον ο Battery Switch είναι "On".

770242420



324-50 007-01

013

APR 1976

## Διανομή E.P.

### Transfer Buses:

Το σύστημα ηλεκτρικής ισχύος E.P. δεν περιέχει καμία παραλληληζόμενη πηγή. Το σύστημα 1 αποτελείται από την Generator Bus 1, την Main Bus 1 και την Transfer Bus 1.

Οι Generator Buses και οι Main Buses θεωρούνται σαν μπάρες βαρέου φορτίου αλλά όχι ουσιωδών. Για παράδειγμα η Generator Bus 1 τροφοδοτεί τα μπροστινά Galley και την ηλεκτρική αντλία υδραυλικού 1. Η Main Bus 1 τροφοδοτεί τα Lavatory Flush Motors, τις πρίζες για τις ξυριστικές μηχανές, και τα θερμοσίφωνα στις τουαλέτες και όλα τα μη ουσιώδη φορτία.

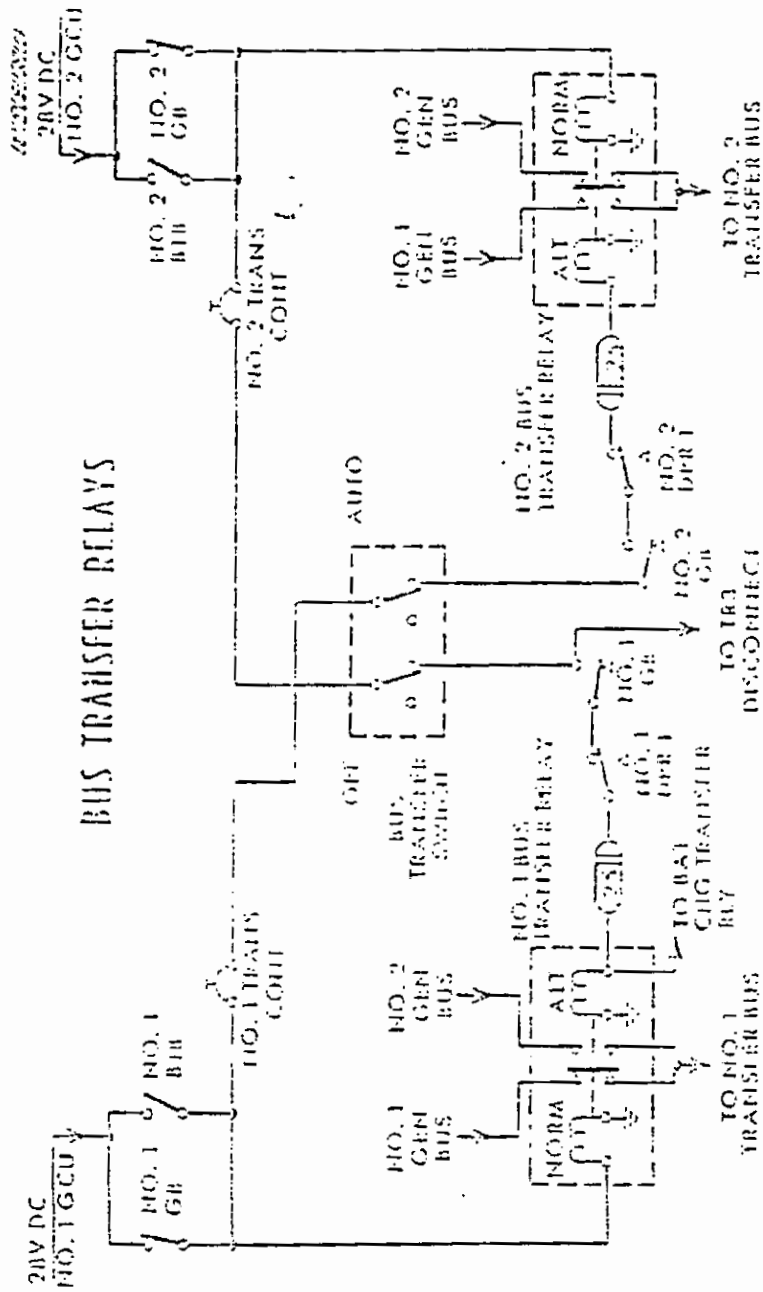
Οι Transfer Buses θεωρούνται σαν μπάρες ουσιωδών φορτίων. Για παράδειγμα, η Transfer bus 1 τροφοδοτεί τα Flight Instruments του κυβερνήτη, τον αυτόματο έλεγχο συμπίεσης της καμπίνας και το Wing/Body-Wheel Well Overheat Detection.

Αν η γεννήτρια 1 βγει εκτός λόγω βλάβης, κατά τη πτήση, οι μη ουσιώδεις μπάρες, Generator και Main, θα πάψουν να τροφοδοτούνται με ρεύμα, αλλά η τροφοδότηση της Transfer Bus 1 θα μεταφερθεί αυτόματα στη γεννήτρια 2 (Generator Bus 2). Η αυτόματη μεταφορά πραγματοποιείται με τους Transfer Relays. Στο P6 c/b Panel βρίσκονται οι δύο Transfer Relays, οι οποίοι είναι δύο πηνίων χωρίς Magnetic Latching και εναλλακτοί μεταξύ τους. Οι θέσεις των επαφών των Transfer Relays εξαρτώνται από βοηθητικές επαφές των GB's των κινητήρων και των BTB 's. Οι Transfer Relays έχουν τρεις θέσεις:

- Normal: Το πηνίο για τη θέση αυτή, διεγείρεται όταν ο αντίστοιχος GB κινητήρα ή BTB είναι κλειστός. Τότε η Transfer Bus 1 τροφοδοτείται από τη Generator Bus 1 και αντίστοιχα η Transfer Bus 2 από τη Generator Bus 2.
- Off ή Neutral: Κανένα από τα δύο πηνία του Transfer Relay, δεν διεγείρεται αν όλοι οι GB's και BTB's είναι ανοικτοί. Τότε η Transfer bus δεν τροφοδοτείται με ρεύμα.
- Alternate: Αν ο GB 1 και BTB 1 είναι ανοικτοί, ενώ ο GB 2 ή ο BTB 2 είναι κλειστός, τότε το πηνίο για αυτή τη θέση είναι διεγερμένο. Τότε η Generator Bus 2 θα τροφοδοτεί και τις δύο Transfer Buses.

Σημείωση: Μια ανάλογη κατάσταση μπορεί να υπάρξει για τον Transfer Relay 2.





A: NORMAL OPERATION

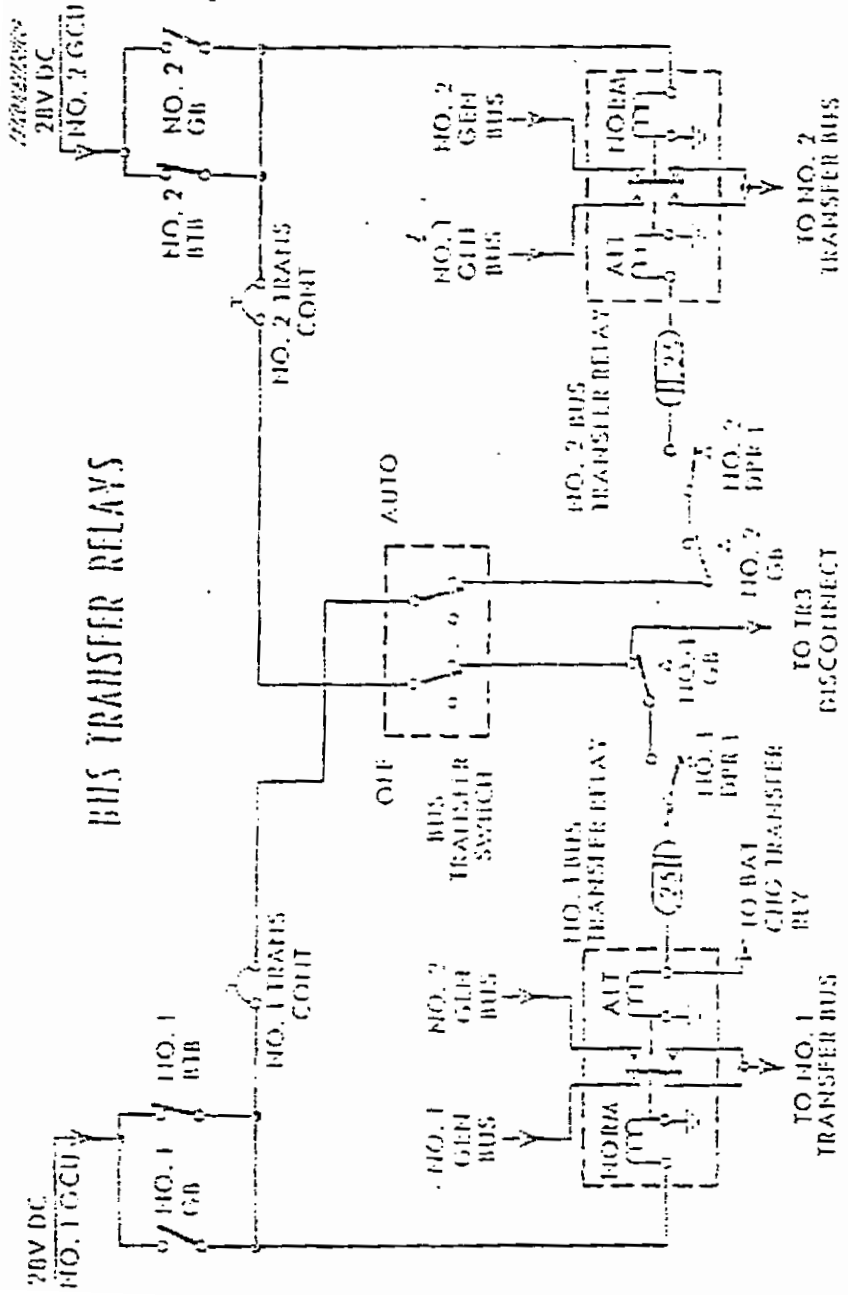
## Bus Transfer Relays: A.Κανονική λειτουργία

Οι δύο αυτοί Transfer Relays N°1 (R3) και N°2 (R4), βρίσκονται στο P6-4 C/B panel. Οι επαφές τους έχουν τρεις θέσεις: Normal, Alternate και Neutral ή Off. Η θέση των επαφών τους ελέγχεται από:

- Τις θέσεις των επαφών των GB's και BTB's.
- Τη θέση του bus Transfer Switch στο P5-4 για τα πηνία Alternate μόνο.

Σε κανονικές καταστάσεις, η γεννήτρια 1 τροφοδοτεί τη Generator Bus 1 και τη Transfer Bus 1 μέσα από το κλειστό GB1. Η σύνδεση από τη Generator 1 με τη Transfer Bus 1 γίνεται μέσα από το Transfer Relay 1 (R3) στη θέση "Normal". Το πηνίο normal του Transfer Relay 1 τροφοδοτείται μέσα από μια κλειστή βοηθητική επαφή του GB 1 με 28V Σ.Ρ. από το N°1 GCU.

Αντίστοιχα κάτω από κανονικές πτήσεις η γεννήτρια 2 τροφοδοτεί τη Generator Bus 2 και Transfer Bus 2 μέσα από το κλειστό GB 2. Η σύνδεση της Generator Bus 2 με τη Transfer Bus 2 γίνεται μέσα από το Transfer Relay 2 (R4) στη θέση "Normal". Το πηνίο normal του Transfer Relay 2 τροφοδοτείται από βοηθητικές επαφές του GB 2 με 28V Σ.Ρ. από το N°2 GCU.



B: AUXILIARY POWER OPERATION

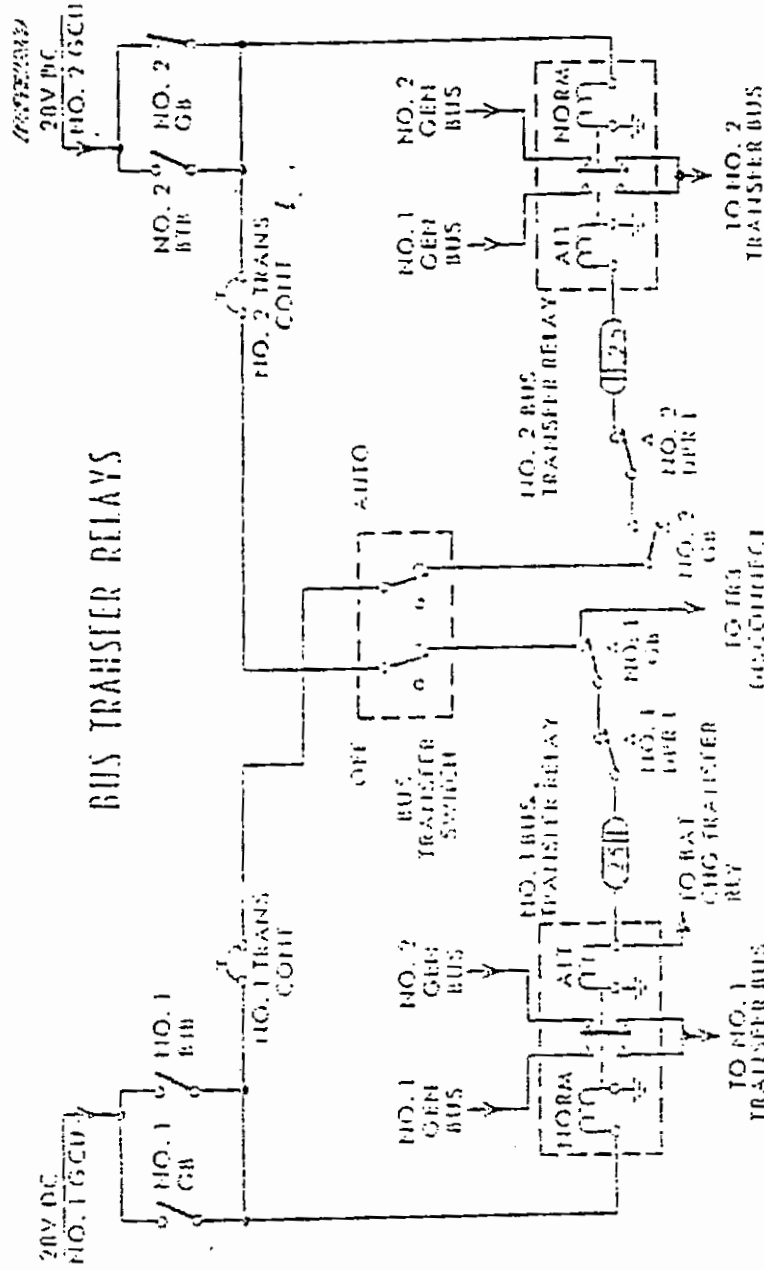
3717001101

APR 1976

### Bus Transfer Relays:Ε. Εοηθητική (Auxiliary) λειτουργία

Αν το σύστημα Ε.Ρ. τροφοδοτείται από γεννήτρια εξωτερικής πηγής ή ΑΡU, η Generator Bus 1 και Transfer Bus 1 τροφοδοτούνται από τον κλειστό ΒΤΒ 1.Όπως και στην περίπτωση της τροφοδότησης από γεννήτρια κινητήρα,η σύνδεση της Generator Bus 1 με τη Transfer Bus1 γίνεται μέσα από το Transfer Relay 1 στη θέση "Normal".Το πηνίο normal του Transfer Relay 1 τροφοδοτείται μέσα από μια κλειστή βοηθητική επαφή του ΒΤΒ 1,με 28V Σ.Ρ. από το Ν°1 GCU.

Αντίστοιχα η γεννήτρια εξωτερικής πηγής ή του ΑΡU θα μπορούσε να τροφοδοτήσει τη Generator Bus 2 και Transfer Bus 2 μέσα από το κλειστό ΒΤΒ 2.Η σύνδεση από τη Generator Bus 2 στη Transfer Bus 2 γίνεται μέσα από τον Transfer Relay 2 (R4) στη θέση normal.Το πηνίο normal του Transfer Relay 2 τροφοδοτείται μέσα από μια κλειστή επαφή του ΒΤΒ 2 με 28V Σ.Ρ. από το Ν°2 GCU.



BUS TRANSFER RELAYS

C: AIRRAH OPERATION

324-20172-01

11

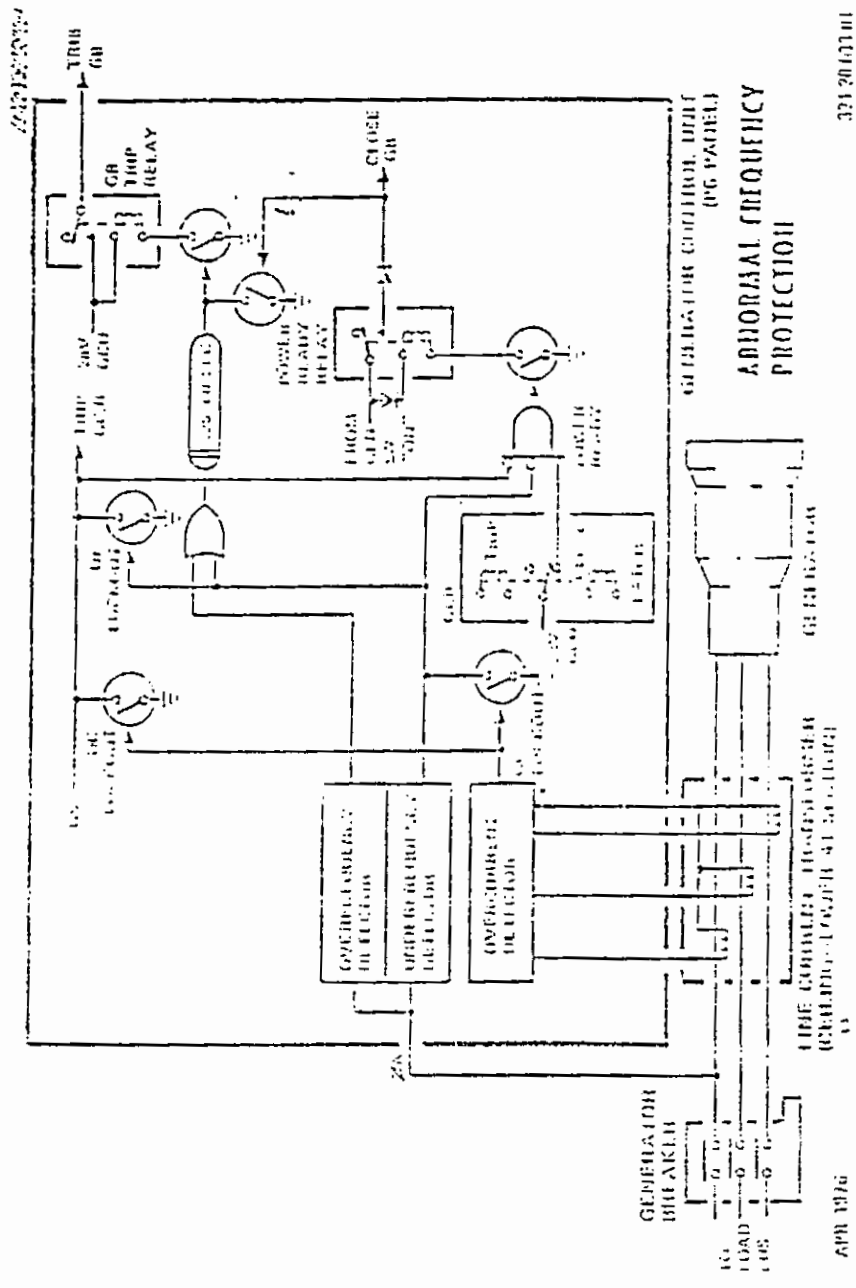
APR 1976

## Bus Transfer Relays: Γ. Εναλλακτική (Alternate) λειτουργία

Οι AC Transfer Buses τροφοδοτούν τα ουσιώδη (essential) φορτία. Σε περίπτωση απώλειας μιας γεννήτριας, η αντίστοιχη Transfer Bus θα τροφοδοτηθεί αυτόματα από τη άλλη γεννήτρια. Η ανταπόκριση του Transfer Relay αυτού ελέγχεται από βοηθητικές επαφές GB's και BTB's. Αν η γεννήτρια 1 βγει εκτός για οποιοδήποτε λόγο, ο αντίστοιχος GB θ'ανοίξει. Αν οι GB 1 και BTB 1 είναι ανοικτοί, το πηνίο normal του Transfer Relay 1 θ'αποδιεγερθεί επειδή δεν μπορεί να τροφοδοτηθεί μέσα από τις ανοικτές βοηθητικές επαφές του GB 1 και BTB 1.

Αν η γεννήτρια 2 είναι ακόμη συνδεδεμένη με τον GB 2 κλειστό, ένα σήμα 28V Σ.Ρ. από το GCU 2 θα περάσει μέσα από μια κλειστή βοηθητική επαφή του GB 2, μέσα από το κλειστό Bus Transfer Switch και μέσα από κλειστές βοηθητικές επαφές ηρεμίας του GB 1, και N°1 DPR 1 στο πηνίο "Alt" του Transfer Relay 1. Ο N°1 DPR 1 είναι ένας slave relay μέσα στο GCU 1 ο οποίος αποδιεγείρεται όταν ο BTB 1 είναι ανοικτός. Άρα για να διεγερθεί το πηνίο Alt θα πρέπει οι GB 1 και BTB 1 να είναι ανοικτοί το οποίο σημαίνει ότι η Generator Bus 1 δεν είναι υπό τάση. Το σήμα Σ.Ρ. που διεγείρει το πηνίο Alt περνά πρώτα από ένα χρονοκύκλωμα 0.25 δευτερολέπτων την προστασία "anti-hunting". Κατά την διάρκεια κανονικής μεταφοράς της Generator Bus από την εν λόγω γεννήτρια κινητήρα στη γεννήτρια του APU, οι GB και BTB είναι ταυτόχρονα και οι δύο ανοικτοί για 0.20 sec πριν να κλείσει ο BTB. Κατά τη διάρκεια αυτού του μικρού διαστήματος δεν πρέπει ο Transfer Relay ν'αλλάξει σε "Alternate" και μετά πάλι σε "Normal". Μια απώλεια ρεύματος στη Generator Bus πρέπει να διατηρηθεί περισσότερο από το κανονικό ανοιγόκλειμα των Breakers για να διεγερθεί το πηνίο Alt.

Σημειώνεται ότι αν ο Bus Transfer διακόπτης στο P5-4 τεθεί σε θέση "Off", τότε, κανένα πηνίο Alt στους Transfer Relays δεν θα διεγερθεί, χωρίζοντας έτσι το σύστημα E.P. και Σ.Ρ. στη μέση.



371206700

ABNORMAL FREQUENCY PROTECTION

APR 1976

## Προστασία από μη κανονική συχνότητα

Οι ανιχνευτές υψηλής και χαμηλής συχνότητας (OF και UF) , είναι transistorized ηλεκτρονικά κυκλώματα voltage- sensitive, μέσα στο GCU, οι οποίοι αισθάνονται την τάση στη φάση 'Α' του ακροδέκτη εισόδου του GB. Όταν ο ανιχνευτής OF αισθανθεί συχνότητα μεγαλύτερη από  $430 \pm 5$  Hz θα στείλει ένα σήμα για τήρ του GB, παράλληλα όμως θα εμποδίσει το κλείσιμο του GB από το κύκλωμα του Power Ready όσο διαρκεί η βλάβη UF, ενώ θα εμποδίσει να εμφανιστεί σήμα χαμηλής τάσης (UF) για να κάνει τήρ τον GCR. Αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί έτσι κατά το σβήσιμο του κινητήρα που εμφανίζονται UF και UV, ο GCR δεν κάνει τήρ από αυτό το UV. Το σήμα στην έξοδο του ανιχνευτή UF θα κλείσει ένα ηλεκτρονικό διακόπτη 'UF Lockout' ο οποίος γειώνει το σήμα UV που θα μπορούσε να κάνει τήρ το GCR.

Αν στη γεννήτρια εμφανισθεί ένα φορτίο πάνω από το επιτρεπόμενο όριο, είναι δυνατόν αν εμφανισθούν 3 ταυτόχρονες βλάβες: Υπερένταση (OC), Χαμηλή συχνότητα (UF) και Χαμηλή τάση (UV). Αν η αιτία που το προκάλεσε είναι ο OC, τότε αυτή καθ' εαυτή θα προκαλέσει πτώση στη τάση και πιθανόν επιβράδυνση του άξονα της γεννήτριας. Σ' αυτή τη περίπτωση ο ανιχνευτής OC θα στείλει σήματα 'DC Lockout' για να εμποδίσουν τήρ του GB από UF ή τήρ του GCR από UV. Τότε μόνο το OC θα προκαλέσει τήρ του GCR





## Προστασία από υψηλή και χαμηλή τάση

Οι δύο ανιχνευτές υψηλής και χαμηλής τάσης (OV και UV), είναι transistorized ηλεκτρονικά κυκλώματα μέσα στο GCU, οι οποίοι αισθάνονται τις τάσεις στις τρεις φάσεις στους ακροδέκτες του GB.

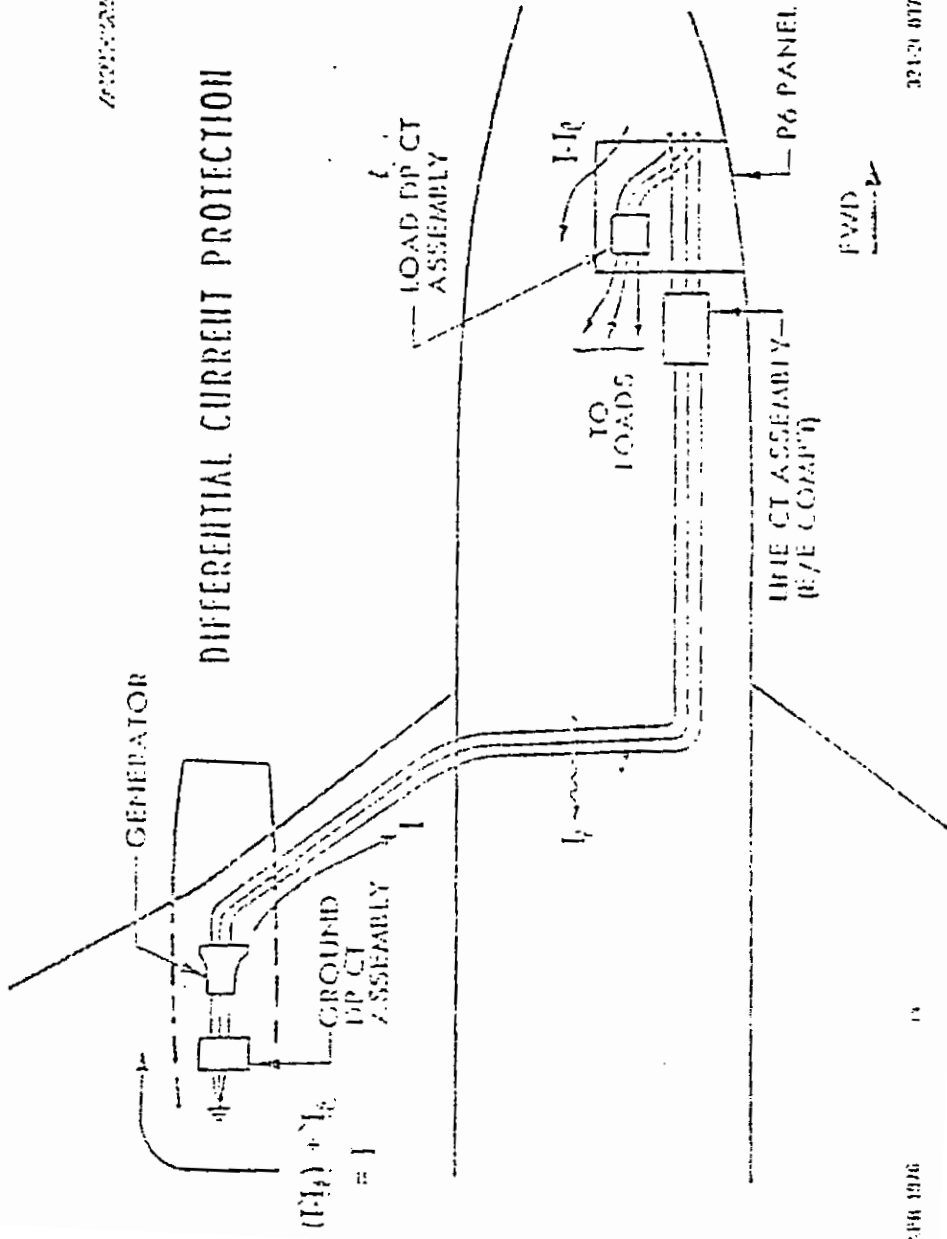
Όταν η τάση σε μια φάση ξεπεράσει τα  $130 \pm 3$  Volt τότε ο ανιχνευτής OV θα στείλει ένα σήμα μέσα από ένα χρονοκύκλωμα αντίθετου χρόνου (Inverse Time Delay) για να κάνει τήρ τον GCR. Όταν η τάση σε μια φάση πέσει κάτω από  $100 \pm 3$  Volt τότε ο ανιχνευτής UV θα στείλει ένα σήμα μέσα από ένα χρονοκύκλωμα  $7 \pm 2$  sec για να κάνει τήρ τον GCR και παράλληλα για να εμποδίσει το ξανακλείσιμο του GB μέσα από το κύκλωμα Power Ready.

Εκτός από το τήρping του GCR, το σήμα UV θα κλείσει ένα ηλεκτρονικό διακόπτη στον αρνητικό ακροδέκτη του πηνίου "close" του Magnetic Latching Relay για το φώς "LV" στο M 238 Annunciator Panel. Για να ανάψει το φώς LV όταν κάνει τήρ ο GCR θα πρέπει οπωσδήποτε το σήμα UV να συνοδεύεται με την απώλεια σήματος κλειστού GCR. Δηλαδή για να ανάψει το φώς πρέπει ο GCR να είναι ήδη ανοικτός. Κάθε φορά που ο GCR κάνει τήρ δημιουργείται ένα UV το οποίο δεν είναι επιθυμητό σε άλλους τύπους βλάβης να ανάψει το φώς LV ή να χρησιμοποιήσει το κύκλωμα προστασίας UV.

Σημειώστε ότι για λόγους οικονομίας το τήρ του GCR από τράβηγμα μοχλού πυρκαϊάς χρησιμοποιεί το ίδιο χρονοκύκλωμα με τον ανιχνευτή UV. Ο σκοπός παρουσίας του χρονοκυκλώματος των  $7 \pm 2$  sec στην περίπτωση του UV, είναι να εμποδίζει τήρ του GCR λόγω μεταβατικών σημάτων UV, να επιτρέπει στο CSD να πέφτει σε κατάσταση UF όταν σβήνει ο κινητήρας για να προλαβαίνει να κάνει τήρ ο GB πριν να κάνει ο GCR.

Ο σκοπός του ίδιου χρονοκυκλώματος στην περίπτωση τραβήγματος μοχλού πυρκαϊάς, είναι να δίνει χρόνο στην ηλεκτροκίνητη AC βαλβίδα "Bleed Air" να κλείσει πριν διακοπεί η τροφοδότηση AC από τη γεννήτρια. Το σήμα OV παράλληλα με το τήρping του GCR, θα κλείσει και έναν ηλεκτρονικό διακόπτη στον αρνητικό ακροδέκτη του πηνίου close του Magnetic Latching Relay για το άναμμα του φωτός "HV" στο M238 Annunciator Panel.

7/20/52/2002



32124 010 01

13

248 1926

### Προστασία διαφορικού ρεύματος (Differential Current Protection)

Ο σκοπός του συστήματος αυτού είναι να ανιχνεύσει μία βραχυκυκλωμένη γραμμή μεταφοράς ή Generator Bus το οποίο θα είχε σαν αποτέλεσμα να υπάρχει ένα πολύ μεγάλο φορτίο στην γεννήτρια και πιθανόν να προκληθεί σπινθήρας.

Η διαφορική βλάβη (Differential Fault), είναι μία διαφορά του ρεύματος που φεύγει από τη γεννήτρια και αυτού που φθάνει στο P6 Load Control Center. Άλλη ονομασία του είναι "Feeder Fault".

Οι συγκρίσεις ρεύματος γίνονται φάση προς φάση, από δύο μονάδες τριφασικών μετασχηματισμών εντάσεως , ένα στα γειώμενα καλώδια του ουδέτερου κόμβου της γεννήτριας και το άλλο μετά την Generator Bus στο P6 Center.

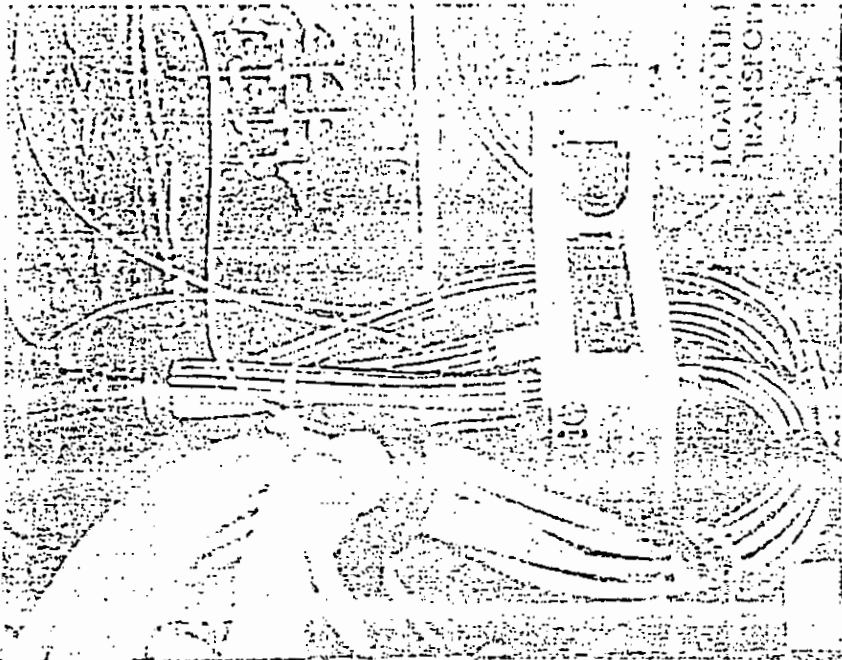
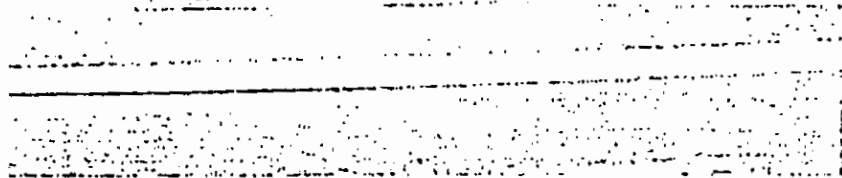
Αν το ρεύμα που φεύγει από τη γεννήτρια είναι τιμής  $I$  [A] και η τυχόν διαρροή λόγω βλάβης ή διαφορά ρεύματος μεταξύ γεννήτριας και P6 Center είναι  $I_L$  [A] τότε το ρεύμα που φθάνει στο P6 Center είναι  $(I - I_L)$  [A]

Το ρεύμα διαρροής  $I_L$  που θα περάσει στην άτρακτο του αεροπλάνου θα επιστρέψει στην γεννήτρια μέσα από το μετασχηματιστή εντάσεως "DP CT" που βρίσκεται στα γειώμενα καλώδια του ουδέτερου κόμβου της γεννήτριας. Το υπόλοιπο ρεύμα  $I - I_L$  που θα φτάσει στο P6 Center θα περάσει πρώτα από το μετασχηματιστή εντάσεως φορτίου "Load DP CT" και μετά μέσα από τα διάφορα φορτία θα βρει διέξοδο στην άτρακτο του σκάφους από όπου θα επιστρέψει στη γεννήτρια μέσα από τα "Ground DP CT".

Έτσι λοιπόν το "Ground DP CT" μετρά το ολικό ρεύμα που θα δώσει η γεννήτρια και που είναι  $(I - I_L) + I_L = I$ , ενώ το "Load DP CT" μετρά το ρεύμα της γεννήτριας μείον το ρεύμα διαρροής δηλαδή  $I - I_L$ . Αν η διαφορά ρεύματος  $I_L$  μεταξύ "Ground DP CT" και "Load DP CT" σε οποιαδήποτε φάση είναι μεγαλύτερη 20[A], τότε ένας ανιχνευτής ρεύματος μέσα στο GCU θα κάνει trip τον GCR.

DIFFERENTIAL CURRENT  
TRANSFORMER (CROSS)

100



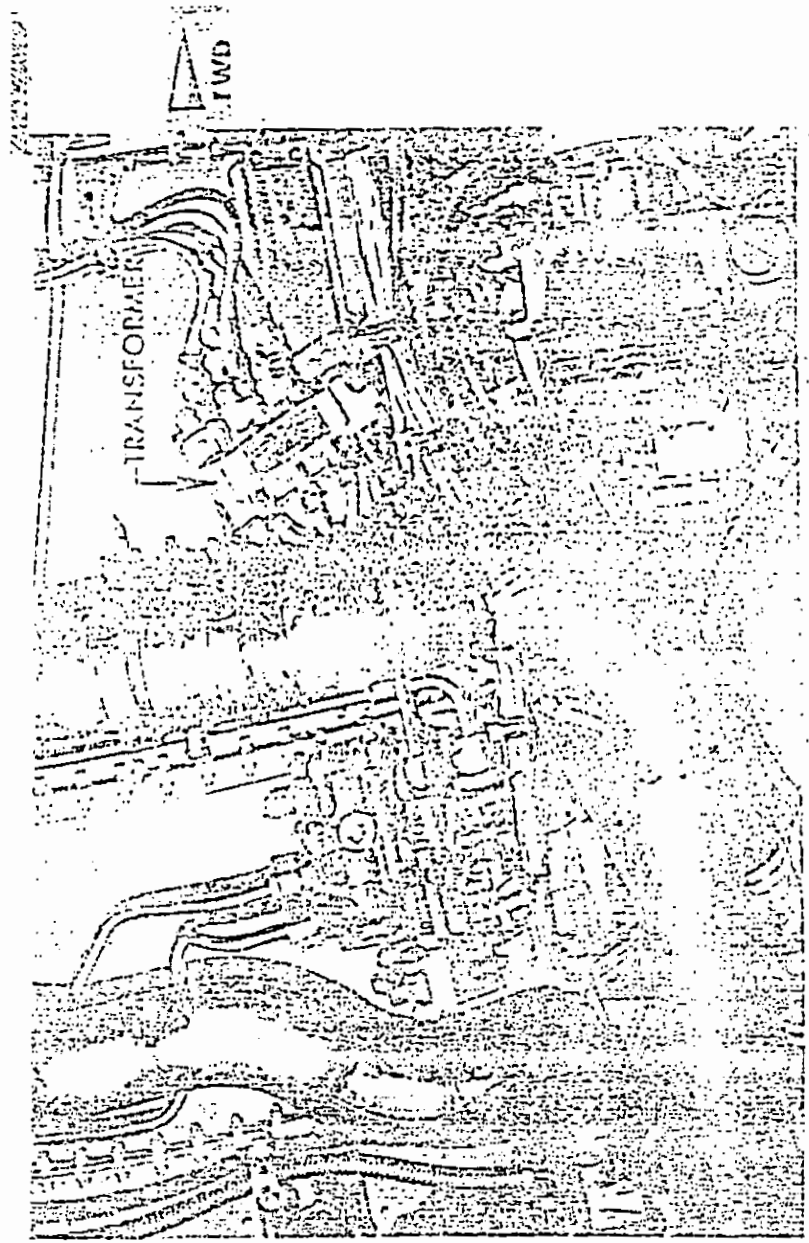
100

100

### Μετασχηματιστές εντάσεως φορτίου διαφορικής προστασίας (Differential Current Transformers) (LOAD)

Στο P6 "Load Control Center" υπάρχουν δύο μονάδες μετασχηματιστών εντάσεως εναλλακτοί μεταξύ τους. Ο No.1 "Load DP CT" (T4) βρίσκεται πίσω από τον πίνακα P6 – 11. Ο No.2 "Load DP CT" (T5) βρίσκεται πίσω από τον πίνακα P6 – 12.

Κάθε μονάδα έχει 6 τυλίγματα δηλαδή 2 τυλίγματα ανά φάση. Το ένα set τυλιγμάτων χρησιμοποιείται για σύγκριση του ρεύματος φορτίου προς το σύνολο του ρεύματος που δίνει η γεννήτρια κινητήρα. Το άλλο set χρησιμοποιείται πάλι για σύγκριση του ρεύματος φορτίου προς το ρεύμα που δίνει η γεννήτρια του APU. Ο μετασχηματιστής που φαίνεται στη φωτογραφία είναι ο T4. Επάνω δεξιά φαίνεται επίσης ο APU GB.



DIFFERENTIAL CURRENT TRANSFORMER (EKGHE)

RIGHT SIDE

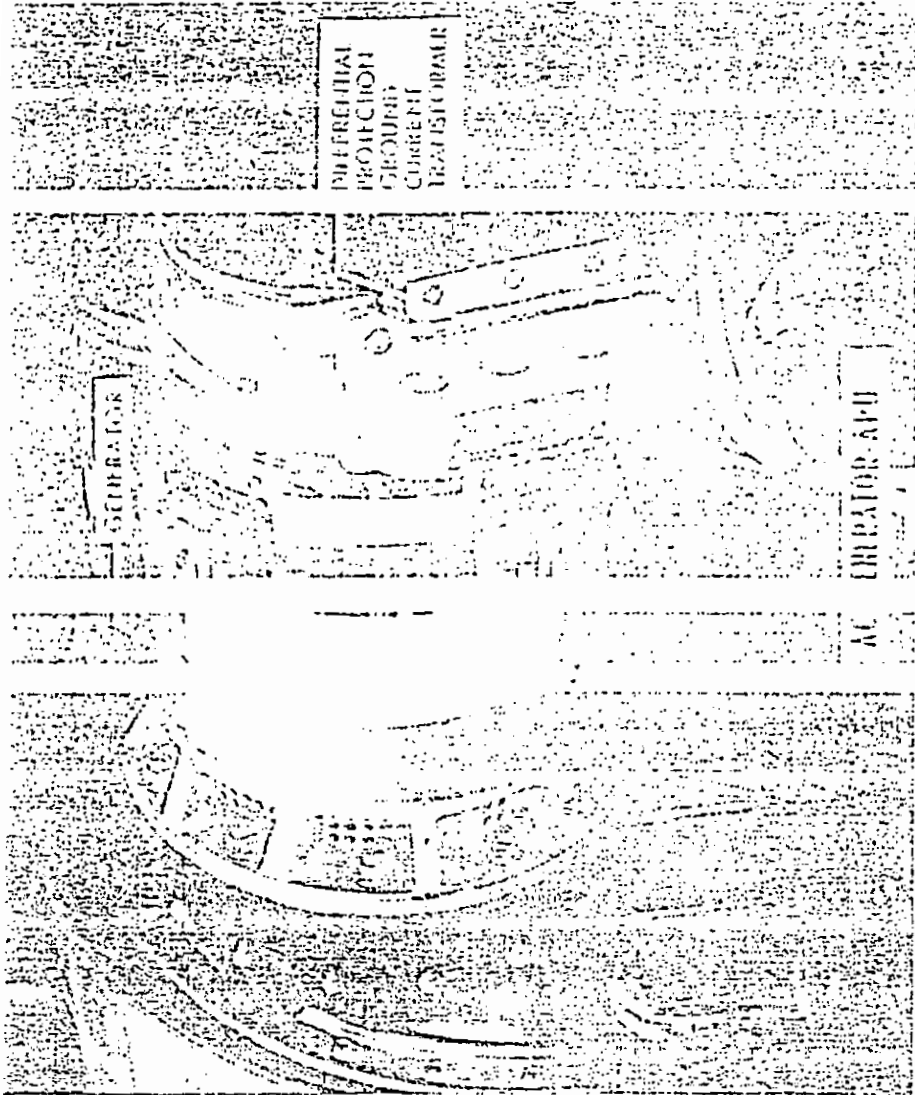
400 1000

374 20 (39 0)

### Μετασχηματιστής εντάσεως διαφορικής προστασίας στον κινητήρα (Differential Current Transformer) (ENGINE)

Κάθε μονάδα από τα Ground ή Neutral DP CT των γεννητριών των κινητήρων βρίσκεται τοποθετημένη στην κάτω δεξιά πλευρά του κινητήρα. Κάθε μονάδα έχει 3 τυλίγματα, δηλαδή 1 ανά φάση. Τα 3 ουδέτερα καλώδια από την γεννήτρια έρχονται κάτω από τον κινητήρα και μέσω του DP CT σε ένα κοινό σημείο όπου γειώνονται.





DIFFERENTIAL  
PROTECTION  
CURRENT  
TRANSFORMER

GENERATOR

GENERATOR-APU

AC

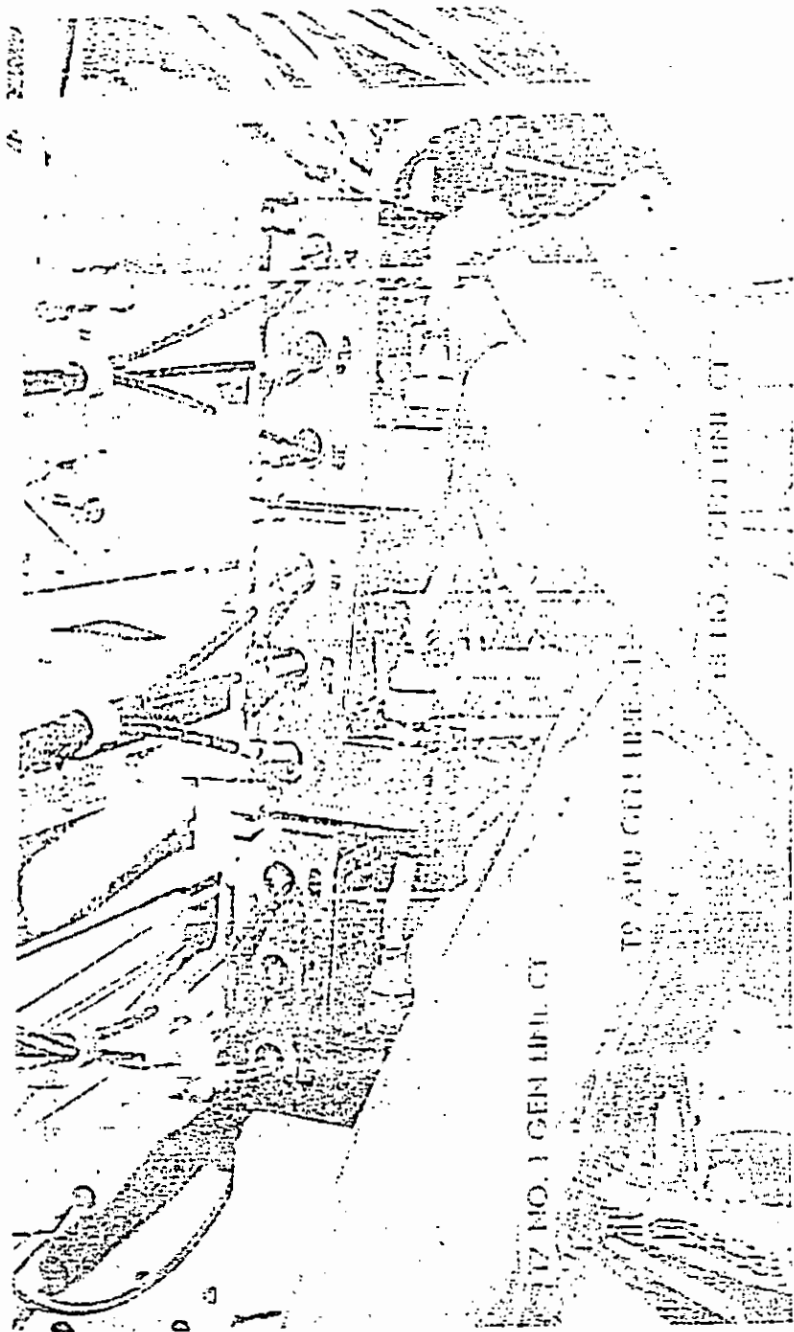
394 29 002 31

APR 1976

## Γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος-APU

Η μονάδα DP CT για την γεννήτρια του APU είναι όμοια και εναλλακτική με αυτή μιας γεννήτριας κινητήρα και βρίσκεται πάνω στην ίδια τη γεννήτρια.

Τα ουδέτερα καλώδια από τους ακροδέκτες της γεννήτριας περνούν από αυτή τη μονάδα και μετά γειώνονται σε ένα κοινό Terminal Strip (T 28) μέσα στο κέλυφος του APU. Ένα άλλο καλώδιο ενώνει το (T 208) σε ένα σημείο της ατράκτου εξωτερικά του APU.



NO. 1 GEN LINE CT

APU GEN LINE CT

NO. 2 GEN LINE CT

LINE CURRENT TRANSFORMER ASSEMBLIES

APR 1976

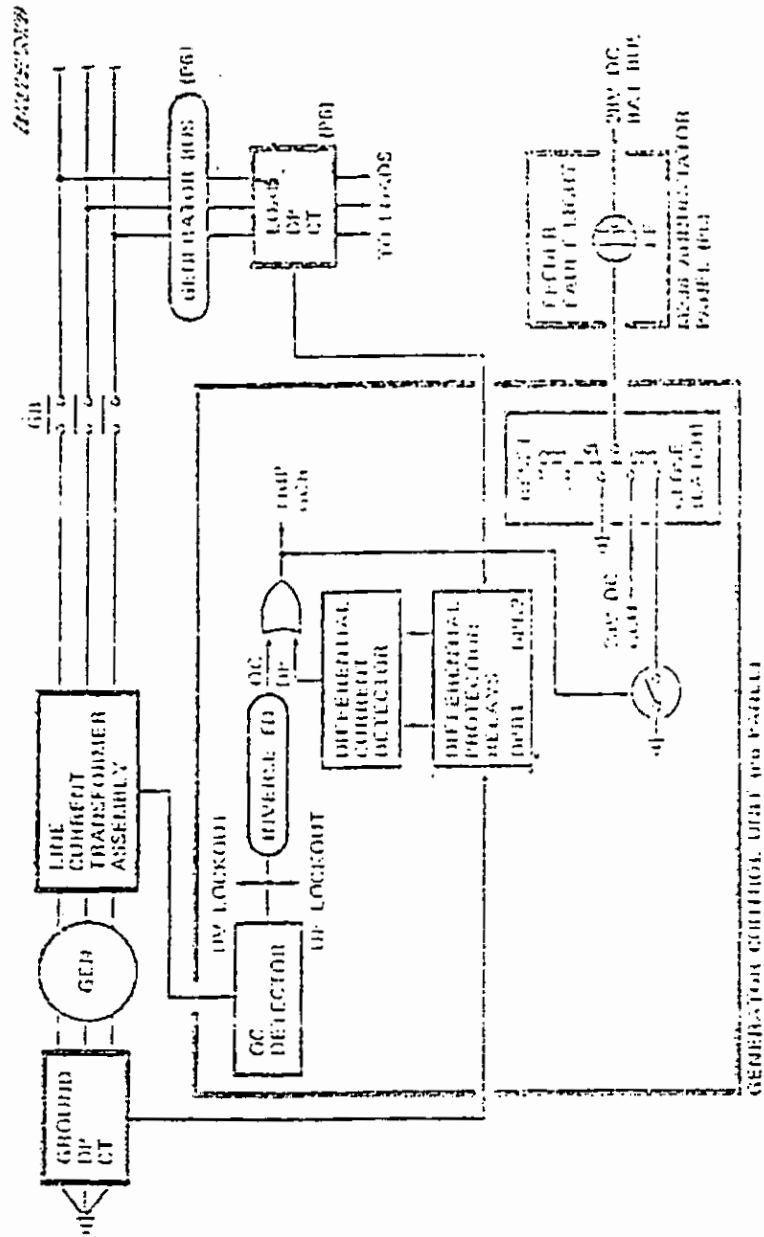
32-01601

### Μονάδες μετασχηματιστών εντάσεων γραμμής (Line Current Transformer Assemblies)

Οι τρεις μονάδες Line Current Transformer ( μία για κάθε γεννήτρια) βρίσκονται στη δεξιά μπροστινή οροφή του E/E Compartment μπροστά από το E1 rack. Οι μονάδες είναι ίδιες και εναλλακτές μεταξύ τους.

Κάθε μονάδα περιέχει 12 τυλίγματα (4 ανά φάση) και χρησιμοποιείται για:

- Overcurrent Protection (προστασία από υπερένταση),
- Current Metering για τα αμπερόμετρα στο P5 Panel.
- Current Boost για το ρυθμιστή τάσης.
- Current limiting για το ρυθμιστή τάσης.



GENERATOR CONTROL UNIT AND PROTECT DIFFERENTIAL AND OVERCURRENT PROTECTION

## Προστασία διαφορική και υπερεντάσεως (Differential and overcurrent protection)

Οι δυο ανιχνευτές γι' αυτές τις προστασίες είναι ηλεκτρονικά κυκλώματα Transistorized Voltage Sensitivity μέσα στο GCU.

Ο ανιχνευτής υπερεντάσεως χρησιμοποιεί τρία τυλίγματα (για κάθε φάση), του Line Current Transformer μεταξύ γεννήτριος και GB.

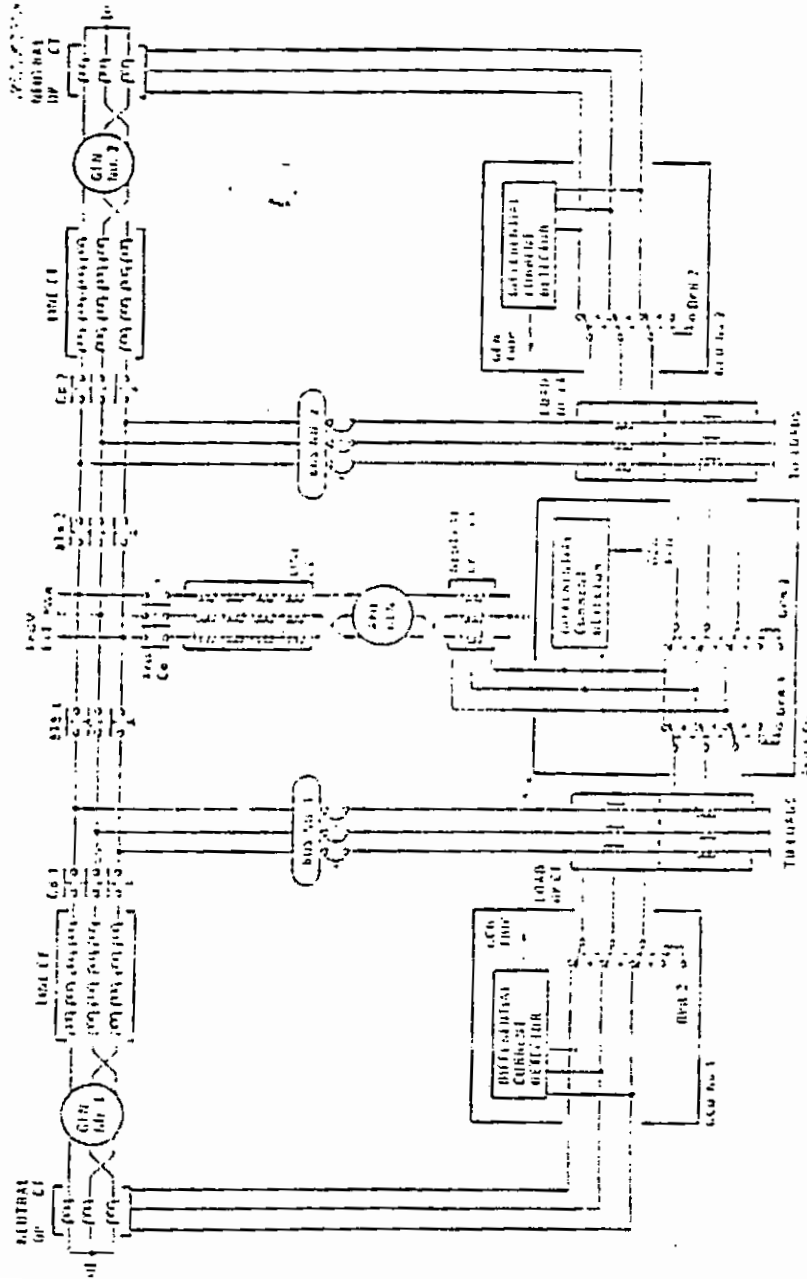
Ο ανιχνευτής για τη διαφορική προστασία, χρησιμοποιεί τρία τυλίγματα του Ground DP CT και τα αντίστοιχα τρία τυλίγματα του Load DP CT στο P6 Load Control Center. Μέσα στο GCU υπάρχουν δύο Differential Protection Relays (DPR's) οι οποίοι χρησιμοποιούνται στη διευκρίνιση από τον ανιχνευτή αν η γεννήτρια τροφοδοτεί όχι τη μπάρα της. Αν τροφοδοτεί το πιθανό ρεύμα που θα περνά από το Load DP CT αγνοείται.

Αν ο GB είναι κλειστός που σημαίνει ότι η γεννήτρια τροφοδοτεί την μπάρα της, και υπάρχει μια διαφορά πάνω από 20A, σε οποιαδήποτε φάση, μεταξύ των Ground και Load DP CT's τότε ο αντίστοιχος detector θα στείλει ένα σήμα για να κάνει trip ο GCR.

Αν ο GB είναι ανοικτός, που σημαίνει ότι η γεννήτρια δε τροφοδοτεί τη μπάρα της, και υπάρχει μια ροή ρεύματος μεγαλύτερο από 20 A, σε οποιαδήποτε φάση, μέσα από το Ground DP CT, τότε πάλι ο αντίστοιχος Detector θα στείλει ένα σήμα για να κάνει trip ο GCR.

Αν σε κάποια φάση της γεννήτριας, η τιμή του ρεύματος που περνά από το Line Current Transformer είναι μεγαλύτερη από 170 A, τα κυκλώματα Undervoltage (UV) και Underfrequency (UF) θα κλειδωθούν (δηλαδή θα εμποδιστούν να στείλουν οποιαδήποτε σήμα) και ο GCR θα πάρει σήμα trip. Το σήμα αυτό Overcurrent (OC) περνά από ένα Inverse Time Delay πριν κάνει trip ο GCR. Με άλλα λόγια όσο πιο μεγάλο είναι το ρεύμα OC τόσο πιο μικρός είναι ο χρόνος καθυστέρησης που ο GCR θα κάνει trip.

Τα δύο σήματα OC και DP θα κλείσουν ένα ηλεκτρονικό διακόπτη για να δοθεί Ground στο πηνίο close ενός Magnetic Latch Relay μέσα στο GCU ο οποίος θα ανάψει ένα άσπρο φως "Feeder Fault" στο M238 Annunciator Panel στο P6 Load Control Center.



APR 1975

DIFFERENTIAL PROTECTION TRANSFORMERS

324 20 002 01A

## Μετασχηματιστές για τη διαφορική προστασία

Τα Current Transformers για το σύστημα DP είναι δύο ειδών:

1. Ground ή Neutral CT, ένα σε κάθε γεννήτρια κινητήρα ή APU. Τα τρία αυτά CT είναι εναλλακτά μεταξύ τους και έχουν τρία τυλίγματα.
2. Load CT, στο P6 Load Control Center. Τα δύο αυτά DP CT's είναι επίσης εναλλακτά μεταξύ τους και έχουν δύο τυλίγματα.

Για το σύστημα DP των γεννητριών των κινητήρων υπάρχουν δύο διαφορετικές καταστάσεις:

A. Γεννήτρια συνδεδεμένη στη μπάρα της, GB κλειστός, BTB ανοικτός και DPR 2 σε ηρεμία. Τα Generator Load DP CT's είναι απ' ευθείας συνδεδεμένα στον detector, ενώ τα Ground DP CT's είναι συνδεδεμένα στο detector μέσα από επαφές ηρεμίας του DPR 2 (Ο DPR 2 διεγείρεται πάντα όταν κλείνει ο BTB).

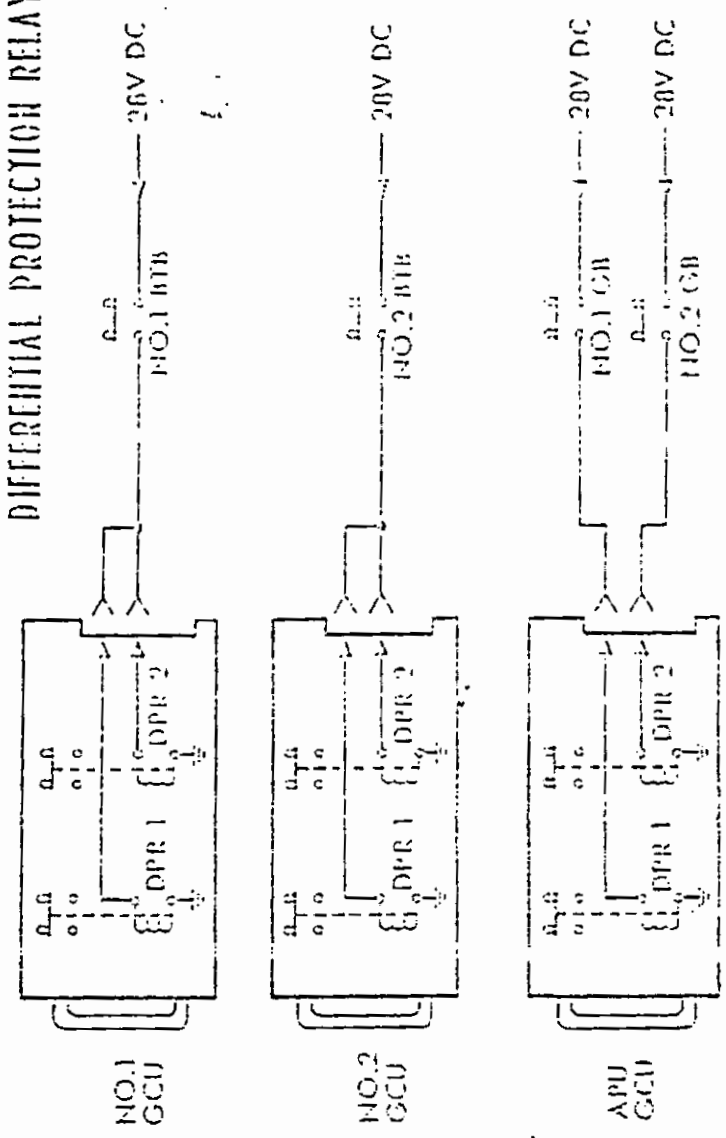
B. Γεννήτρια αποσυνδεδεμένη από τη μπάρα της, GB ανοικτός, BTB κλειστός και DPR 2 διεγερμένος. Μόνο το ground DP CT είναι συνδεδεμένο στο detector.

Για το σύστημα DP της γεννήτριας του APU, υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές καταστάσεις:

1. Γεννήτρια συνδεδεμένη στις δύο Gen Buses. Οι δύο BTB's κλειστοί, οι δύο GB's ανοικτοί και οι δύο DPR's 1 και 2 σε ηρεμία. Όλα τα APU load DP CT's είναι συνδεδεμένα στο detector μέσα από επαφές ηρεμίας των DPR 1 και DPR 2. (Οι DPR's 1 και 2 στο APU GCU, διεγείρονται όταν κλείνει ο APU GB).
2. Γεννήτρια συνδεδεμένη μόνο στην αριστερή Gen Bus. Μόνο ο GB 1 ανοικτός, GB 2 κλειστός, BTB1 κλειστός, BTB2 ανοικτός, DPR1 σε ηρεμία και DPR2 διεγερμένος. Ο detector χρησιμοποιεί μόνο τα Ground DP CT's και το αριστερό Load CT.
3. Γεννήτρια συνδεδεμένη στη δεξιά Gen Bus. Ο GB1 κλειστός, ο GB2 ανοικτός, ο BTB1 ανοικτός, BTB2 κλειστός, DPR1 διεγερμένος και ο DPR2 σε ηρεμία. Ο detector χρησιμοποιεί μόνο τα Ground DP CT's και τα δεξιά APU Load CT's.
4. Γεννήτρια αποσυνδεδεμένη από τις δύο Gen Buses. Οι δύο GB's κλειστοί, οι δύο BTB's ανοικτοί και οι δύο DPR's διεγερμένοι. Ο detector χρησιμοποιεί μόνο τα Ground DP CT's μέσα από τους διεγερμένους DPR1 και DPR2.



### DIFFERENTIAL PROTECTION RELAYS



APU 13/76

321-2000500

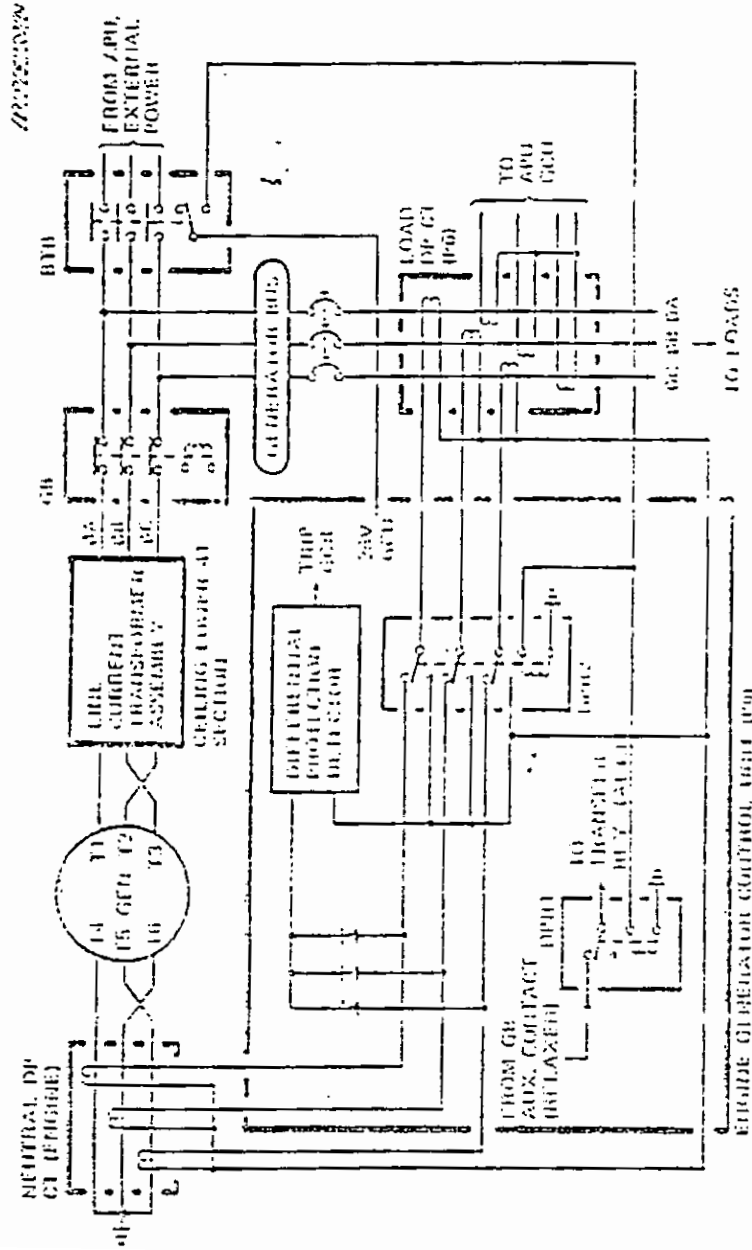
## Relays διαφορικής προστασίας

Ο κυριότερος σκοπός των Differential Protection Relays μέσα στο GCU είναι να διακόπτουν και να αποκαθιστούν το κύκλωμα των τυλιγμάτων των CT's για τον ανιχνευτή μέσα στο GCU. Για να εκτελέσουν αυτή τη λειτουργία αυτόματα οι DPR's ελέγχονται από τις θέσεις των GB's και BTB's .

Όταν ένα GCU βρίσκεται στη θέση Νο.1 στο P6 Panel θέση G3), οι DPR's που βρίσκονται μέσα συνδέονται σε βοηθητικές επαφές του BTB1, ο οποίος όταν κλείνει, τότε και οι δυο DPR's διεγείρονται. Όταν το GCU βρίσκεται στη θέση Νο.2 (θέση G4), τότε πάλι οι DPR's συνδέονται σε βοηθητικές επαφές του BTB2 και κάνουν αντίστοιχα την ίδια λειτουργία. Όταν το GCU βρίσκεται στη θέση APU (θέση G5), τότε οι DPR's συνδέονται σε βοηθητικές επαφές αντίστοιχων GB's κινητήρων.

Για την περίπτωση των GCU's των κινητήρων, μόνο ο DPR2 χρησιμοποιείται για το κύκλωμα διαρροής προστασίας επειδή υπάρχουν μόνο δύο περιπτώσεις λειτουργίας: Α. Γεννήτρια στη μπάρα της και Β. Γεννήτρια εκτός της μπάρας της. Κάθε GCU πρέπει να έχει δύο DPR's για εναλλακτικότητα. Κάθε GCU πρέπει να έχει δυνατότητα χρησιμοποίησής του στη θέση του APU όπου είναι απαραίτητοι οι δυο ανεξάρτητοι DPR's. Το σύστημα διαφορικής προστασίας στο APU έχει τέσσερις διαφορετικές περιπτώσεις λειτουργίας:

Α. Γεννήτρια στις Gen Buses Β. Γεννήτρια μόνο στην αριστερή Gen Bus, Γ. Γεννήτρια μόνο στη δεξιά Gen Bus και Δ. Γεννήτρια εκτός από τις δύο Gen Buses. Οι δυο ανεξάρτητοι στη λειτουργία DPR's χρειάζονται για να δίνουν σήματα στους detectors του συστήματος Differential Protection ανάλογα με τη περίπτωση λειτουργίας, όπως εξηγήθηκε παραπάνω.



ENGINE GENERATOR DIFFERENTIAL PROTECTION (600 BUS)

6416 1876

11

0000006 123

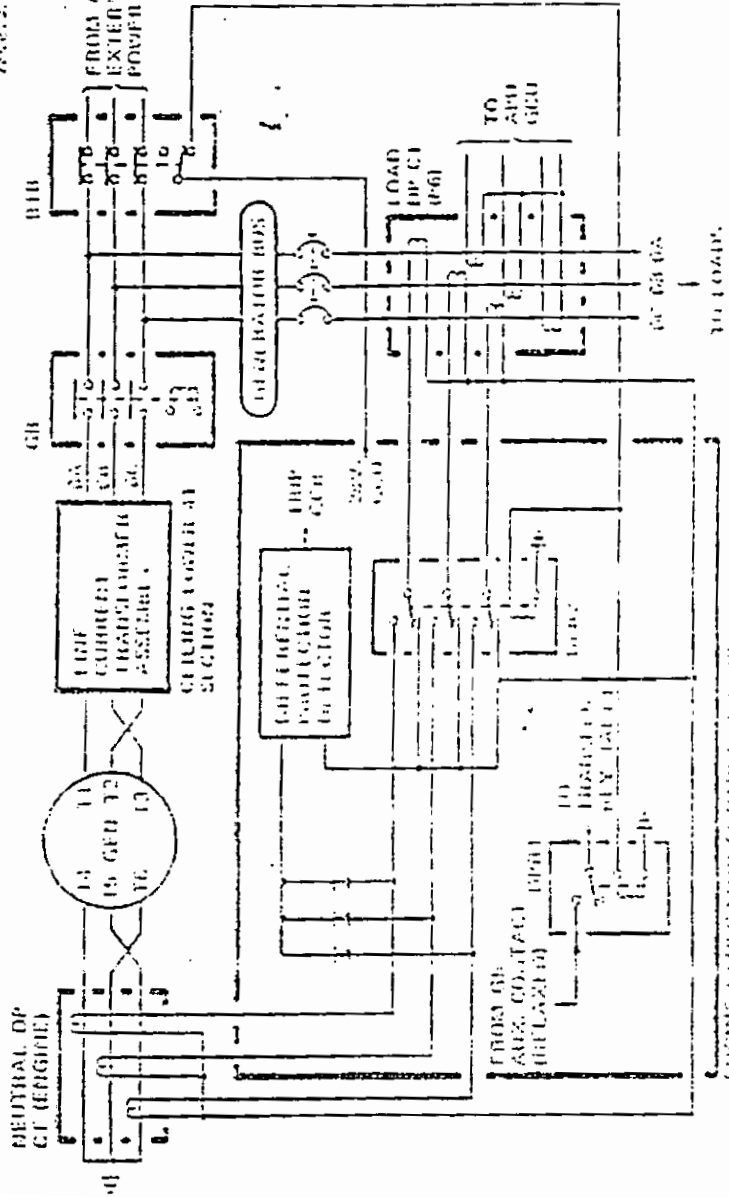
### Διαφορική προστασία γεννήτριας κινητήρα (On Bus)

Όταν μία γεννήτρια είναι συνδεδεμένη στην μπάρα της, ο GB θα είναι κλειστός και ο BTB ανοικτός.

Επειδή και οι δύο DPR's στο GCU ελέγχονται σε αυτή την περίπτωση από τον BTB της γεννήτριας κινητήρα, γι'αυτό αυτοί θα είναι σε ηρεμία. Όταν ο DPR2 είναι σε ηρεμία, συνδέει τα τρία τυλίγματα του "Load DP CT" με τον detector και με τα τυλίγματα του "Ground DP CT".

Αν υπάρξει μία διαφορά έντασης μεγαλύτερη από 20A σε οποιαδήποτε φάση μεταξύ του Load CT και του αντίστοιχου Ground CT, την οποία θα ανιχνεύσει ο detector, το GCR θα πάρει ένα σήμα trip.

REVERSE



ENGINE GENERATOR DIFFERENTIAL PROTECTION (OFF BUS)

APR 1976

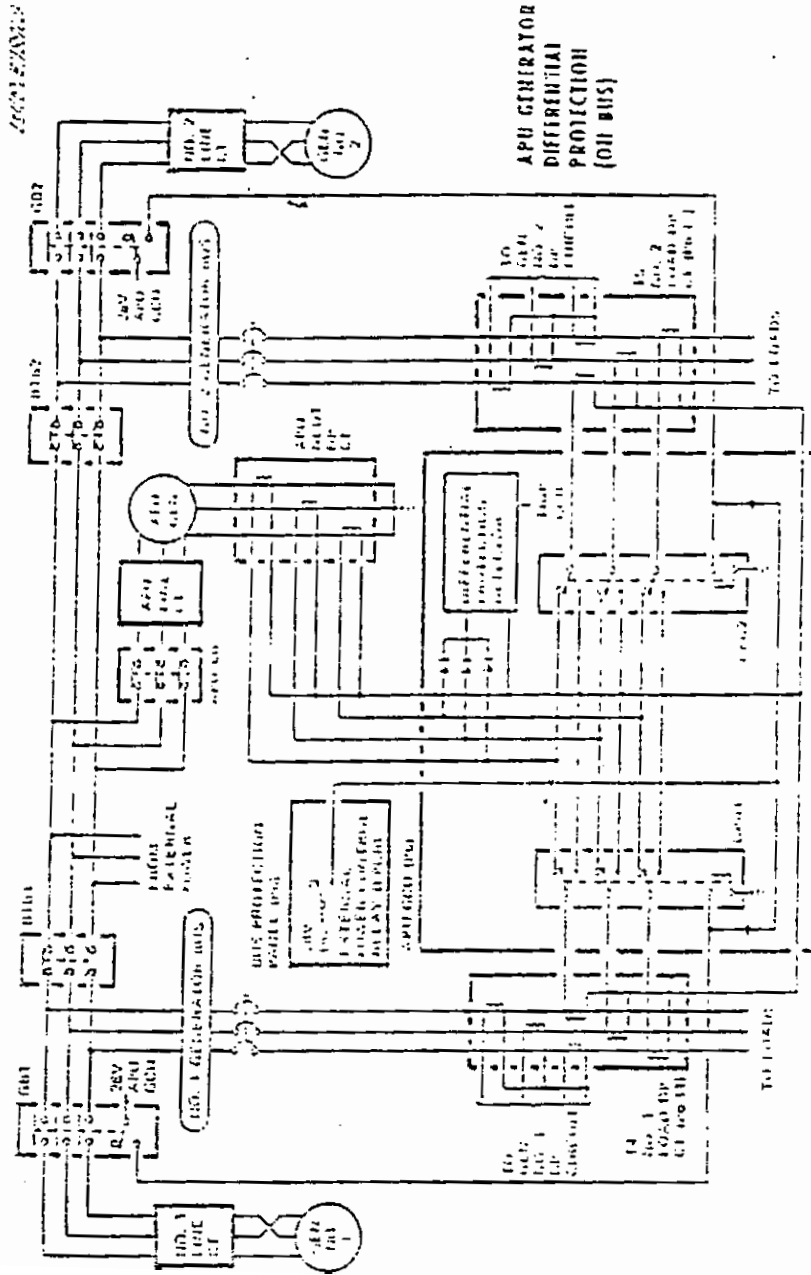
24

321 20031 01

### Διαφορική προστασία γεννήτριας κινητήρα (Off Bus)

Όταν η Generator Bus τροφοδοτείται από γεννήτρια APU ή εξωτερικής πηγής, ο BTB θα είναι κλειστός και ο GB ανοικτός. Τότε η γεννήτρια είναι εκτός μπάρας (Off Bus). Επειδή οι DPR's στο GCU ελέγχονται από το BTB, σε αυτή την περίπτωση θα είναι διεγερμένοι. Τότε ο DPR2 αποσυνδέει και βραχυκυκλώνει τα τρία τυλίγματα του "Load DP CT" της γεννήτριας από το detector. Επίσης σε αυτή την περίπτωση τα μόνα τυλίγματα CT που θα συνδέονται στο detector, θα είναι αυτά του "Ground DP CT". Επειδή η γεννήτρια είναι εκτός μπάρας, κανένα ρεύμα δεν πρέπει να φεύγει από τη γεννήτρια ή να επιστρέφει σε αυτή μέσα από τα τυλίγματα του "Ground DP CT".

Αν ο detector αισθάνεται ένταση μεγαλύτερη από 20A σε οποιαδήποτε φάση τότε ο GCR θα πάρει ένα σήμα trip, επειδή τα 20A σε αυτή την περίπτωση είναι μόνο ρεύμα βλάβης.



374 70435-01

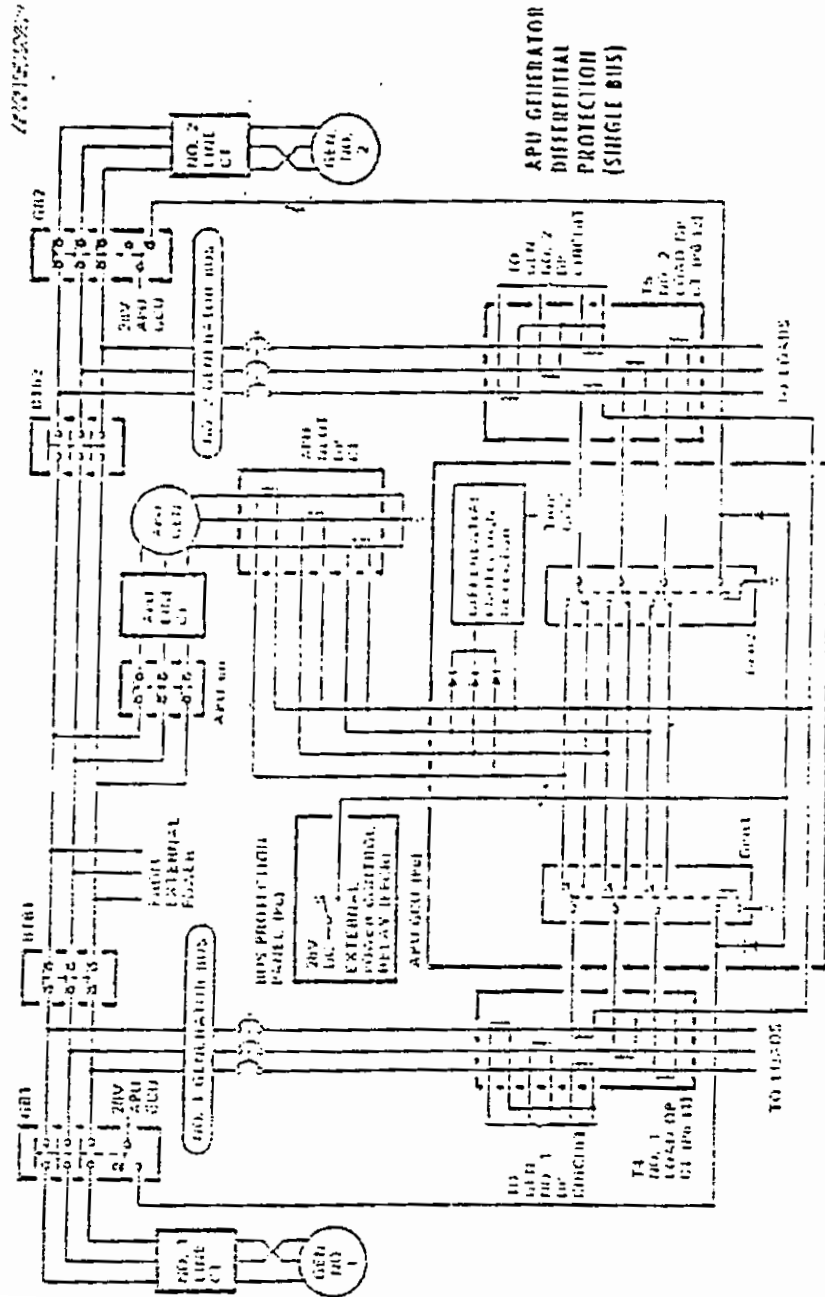
374 1976

### Διαφορική προστασία γεννήτριας APU (On Bus)

Όταν η γεννήτρια του APU είναι συνδεδεμένη στις δύο Generator Buses τότε και οι δύο BTB's είναι κλειστοί ενώ οι δύο GB's των κινητήρων είναι ανοικτοί. Επειδή οι DPR's του APU GCU ελέγχονται από τους GB's των κινητήρων, τότε αυτοί είναι σε ηρεμία. Αλλά με τους DPR's σε ηρεμία, τα τρία τυλίγματα του καθ' ενός "Load DP CT" για τη γεννήτρια του APU, συνδέονται στο detector και στα αντίστοιχα APU "Ground DP CT" μέσα από επαφές ηρεμίας των DPR's.

Αν υπάρξει διαφορά σε οποιαδήποτε φάση, 20A και πάνω μεταξύ της ολικής τιμής των ρευμάτων που περνά από το No.1 και No.2 "Load DP CT" και του αντίστοιχου APU "Ground DP CT", τότε ο detector θα στείλει ένα σήμα trip στο GCR.





APU 1976

324-20 D16 01

### Διαφορική προστασία γεννήτριας APU ("Single Bus")

Όταν η γεννήτρια του APU είναι συνδεδεμένη π.χ. στην αριστερή Gen Bus, μόνο ενώ η γεννήτρια του κινητήρα 2 στη δεξιά Gen Bus, ο GB1 θα είναι ανοικτός και ο GB2 κλειστός. Επειδή οι DPR's στο APU GCU είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους σε λειτουργία αλλά ελεγχόμενοι από τους αντίστοιχους GB's των κινητήρων, σ' αυτή τη περίπτωση, ο DPR1 θα είναι σε ηρεμία ενώ ο DPR2 διεγερμένος. Ο DPR2 αποσυνδέει και βραχυκυκλώνει τα τυλίγματα του APU No 2 Load DP CT από το detector επειδή το ρεύμα που περνά από αυτά προέρχεται από τη γεννήτρια 2. Αυτό το ρεύμα πρέπει να αγνοηθεί από το ADU Differential Protection Detector. Μέσα από τις επαφές ηρεμίας του DPR1 συνδέονται τα τυλίγματα του No1 APU Load DT CT, στο detector και στα αντίστοιχα τυλίγματα του APU Ground DP CT. Αν υπάρξει διαφορά ρεύματος μεγαλύτερη από 20 A σε οποιαδήποτε φάση μεταξύ του APU load DP CT και του αντίστοιχου APU Ground DP CT, που θα αισθανθεί ο detector, τότε θα σταλεί από αυτόν ένα σήμα trip του APU GCR.

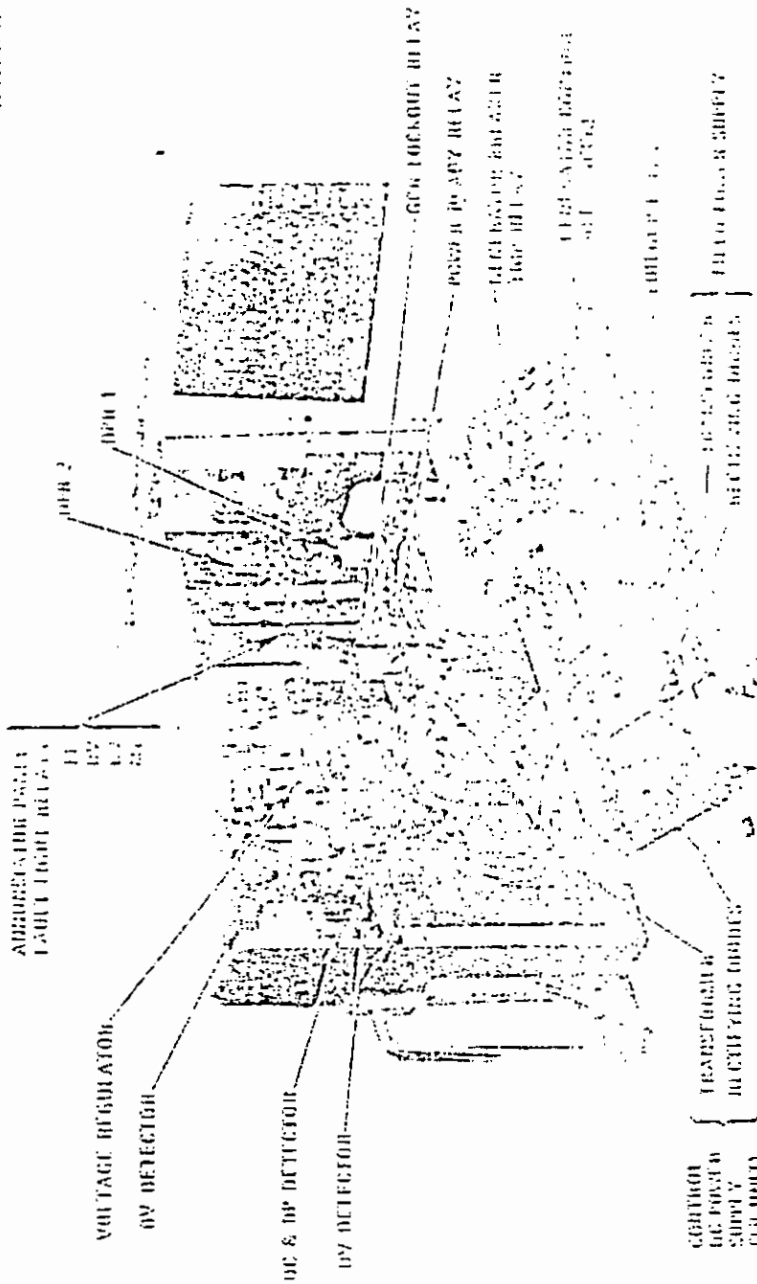


### **Διαφορική προστασία γεννήτριας APU (Αποσυνδεδεμένη από τις μπάρες "Off Bus")**

Όταν η γεννήτρια του APU παράγει κανονικά τάση αλλά ο APU GB είναι ανοιχτός ενώ οι γεννήτριες κινητήρων ή εξωτερικής πηγής τροφοδοτούν τις Gen Buses, τότε και οι δυο BTB' s θα είναι ανοικτοί και οι GB' s των κινητήρων ή ο External Power Control Relay θα είναι κλειστοί.

Οι DPR's αποσυνδέουν και βραχυκυκλώνουν όλα τα APU Load DP CT από το detector επειδή το ρεύμα που περνά μέσα από αυτά προέρχεται από τις γεννήτριες που τροφοδοτούν τις μπάρες. Το ρεύμα αυτό πρέπει να αγνοηθεί από το detector του APU GCU. Σ' αυτή τη περίπτωση τα μόνα DP CT που συνδέονται στο detector είναι αυτά του APU Ground. Επειδή η γεννήτρια APU Ground DP CT δεν πρέπει να αισθάνεται ρεύμα γιατί αλλιώς ο detector θα στείλει ένα σήμα trip στο GCR όταν αυτό το ρεύμα ξεπεράσει τα 20 A.

750000-30000



10-2000-1000 (SEE PAGE 1000)

60V 1975

### Generator control unit (P6 panel)

Υπάρχουν τρεις μονάδες ελέγχου της γεννήτριας τύπου Westinghouse AVZ 22 στο P6 Load Control Center πίσω από τον πρώτο αξιωματικό.

Κάθε GCU περιέχει δύο μετασχηματιστές και τρεις πλακέτες τυπωμένου κυκλώματος ενωμένες με "Flex - Print". Οι μετασχηματιστές είναι για την παροχή ισχύος του πεδίου και του ελέγχου DC.

Το τυπωμένο κύκλωμα στην μπροστινή δεξιά μεριά της μονάδας περιλαμβάνει:

- Transistorized ρυθμιστή τάσης.
  - Τους detectors για τα OV, UV, OC και DP.
- Η κάρτα στο πίσω δεξί μέρος περιλαμβάνει τους ακόλουθους ηλεκτρονόμους και τα transistors ελέγχου τους:

- DPR1
- DPR2
- To GCR Lockout Relay
- To Power Ready Relay

Και τα relays φωτός:

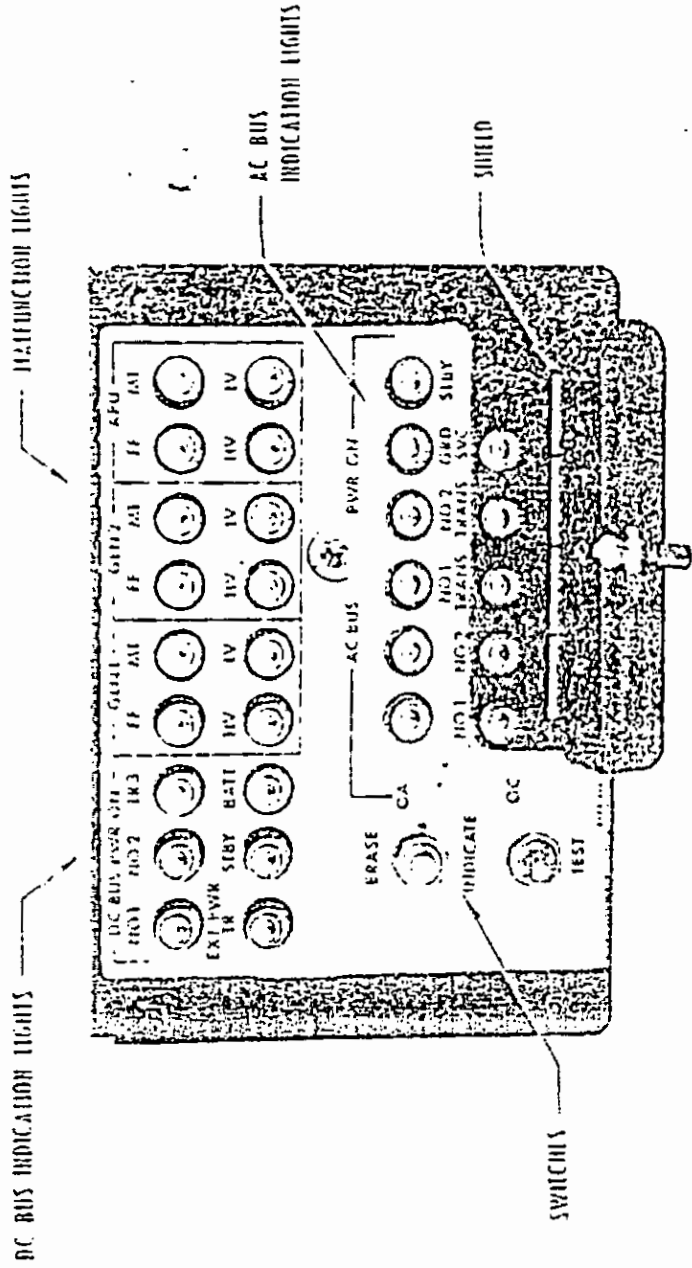
- FF(Feeder Fault)
- HV (High Voltage)
- LV (Low Voltage)
- MT (Manual Trip)

Το τυπωμένο κύκλωμα στην αριστερή μεριά της μονάδας περιλαμβάνει τις ανορθωτικές διόδους για τις δύο παροχές DC ισχύος και τους ακόλουθους ηλεκτρονόμους:

- To Buildup Relay
- To Generator Control Relay (GCR)
- To Generator Breaker Trip Relay

0212220318

### ELECTRICAL POWER ANNUNCIATOR PANEL



37420 0118 01

APR 1976

## Κεφάλαιο 7°

### Annunciator Module

#### Electrical power annunciator panel

Το M238 Annunciator Panel είναι τοποθετημένο σε ένα κοίλωμα του P6 Panel στην είσοδο της καμπίνας και "κοιτά" προς τα πίσω. Το Panel χρησιμεύει σαν ενδείκτης για την τροφοδοσία των μεμονωμένων AC και DC buses.

Επίσης παρέχει πληροφορίες με την μορφή ενδεικτικών λυχνιών βλάβης στο γιατί έχει γίνει trip στο GCR. Υπό κανονικές συνθήκες οι λυχνίες στο Annunciator Panel δεν φωτοβολούν.

Το Panel χωρίζεται σε τρεις τομείς: Λυχνίες AC Bus (νέον), Λυχνίες DC Bus (Λευκό), Λυχνίες ένδειξης βλάβης (Λευκό).

#### Περιγραφή λυχνιών AC και λειτουργία

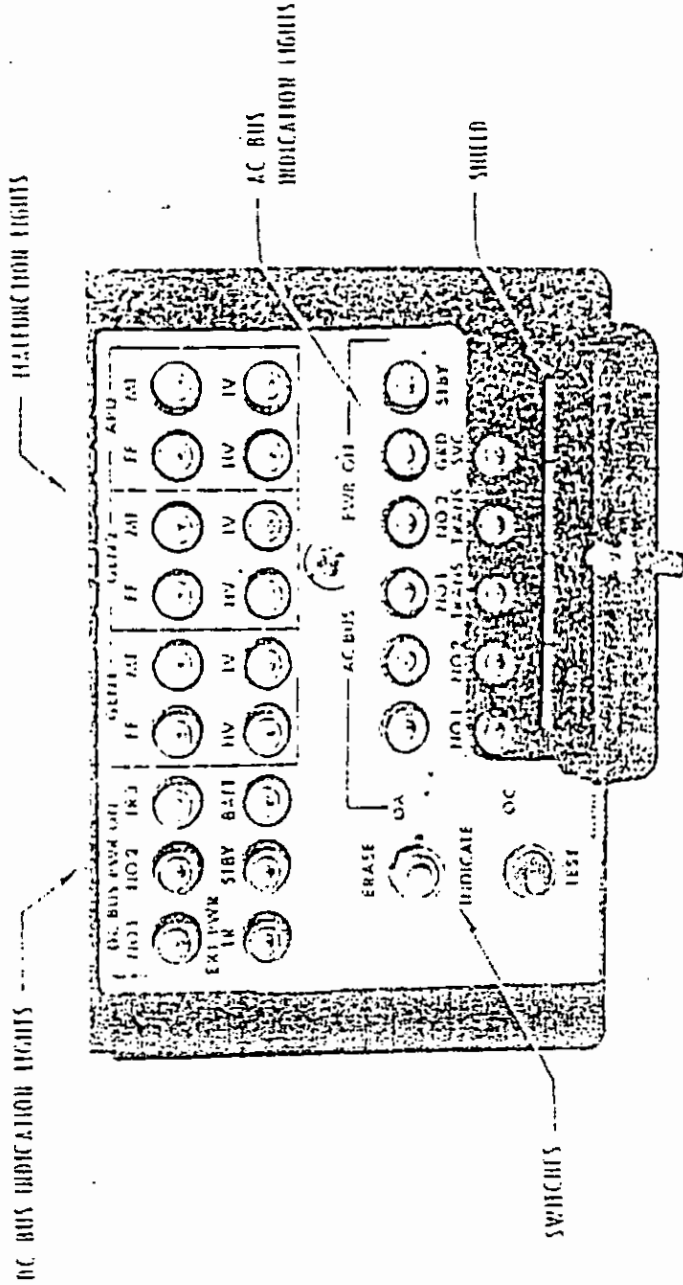
Η ομάδα των κόκκινων λυχνιών νέον στο κάτω δεξί τεταρτημόριο φωτοβολούν όταν τα AC Bus τους τροφοδοτούνται. Όσο τα AC buses τροφοδοτούνται στην πτήση τα φώτα φωτοβολούν και καλύπτονται από ασπίδια για να μην αποσπούν την προσοχή του πληρώματος. Τα άνω φώτα είναι για την φάση A και τα κάτω για την φάση C. Μια ποσοτική ένδειξη για την φάση B είναι διαθέσιμη στο AC βολτόμετρο πάνω από τον πιλότο.

Οι λυχνίες έχουν On – Off για τα No.1 και No.2 Main Buses, No.1 και No.2 Transfer Buses, Ground Service Bus και το Standby AC Bus. Το Standby Bus είναι μονοφασικό και κανονικά συνδέεται στην φάση A του Transfer Bus, και συνεπώς έχει μια λυχνία.



44-15200-200

# ELECTRICAL POWER ANNUNCIATOR PANEL



10 000 02 01 01

11

APR 1970

## Electrical power annunciator panel

Περιγραφή λυχνιών DC Bus και λειτουργία.

Οι έξι λευκές λυχνίες στο άνω αριστερό τεταρτημόριο με την επιγραφή "DC Bus On" δίνουν ενδείξεις για το αν τροφοδοτούνται τα DC Bus. Οι λυχνίες είναι κανονικά σβηστές και μπορούν να φωτοβολήσουν αρκεί το αντίστοιχο Bus να τροφοδοτηθεί αφού τοποθετήσουμε τον διακόπτη στην κάτω αριστερή γωνία στην θέση "Indicate". Ο διακόπτης αυτός έχει τρεις θέσεις: "Indicate", "Neutral" και "Test".

Τα έξι φώτα είναι ενδείξεις τροφοδοσίας DC στα:  
No. 1 DC Bus, No. 2 DC Bus, έξοδο μετασχηματιστή – ανορθωτή No. 3, το Standby DC Bus και το Battery Bus.

Αν ο διακόπτης "Indicate – Test" είναι στην θέση "Test" όλες οι λευκές λυχνίες στο άνω μισό του Panel θα πάρουν κοινό ground και η ισχύς από το Battery Bus θα φωτοβολήσει τις μέχρι τότε σβηστές λυχνίες. Αυτή η λειτουργία είναι κατ' ουσίαν ένα τεστ για τις λυχνίες.



## Electrical power annunciator panel

### Περιγραφή Malfunction Lights και λειτουργία

Οι 12 λευκές ενδεικτικές λυχνίες βλάβης στο άνω δεξιό τεταρτημόριο χωρίζονται σε τρεις ομάδες, 4 λυχνίες ανά γεννήτρια. Δίνουν τις αιτίες γιατί ένα Generator Control Relay έχει κάνει trip. Θα φωτοβολήσουν μόλις συμβεί η βλάβη και θα παραμείνουν έτσι μέχρι να τους κάνουμε reset.

Οι 4 λυχνίες είναι:

1. FF – Feeder Fault, θα φωτοβολήσουν από ένα GCR trip που οφείλεται σε σφάλμα ρεύματος, υπερέυματα ή Differential Current Fault.
2. HF – High Voltage ( $130 \pm 3$ ) [Volts].
3. LV – Low Voltage ( $100 \pm 3$ ) [Volts].
4. MT – χειροκίνητο GCR trip από:
  - A. Χειροκίνητο σβήσιμο διακόπτη γεννήτριας.
  - B. Χειρισμός διακόπτη αποσύνδεσης του CSD.

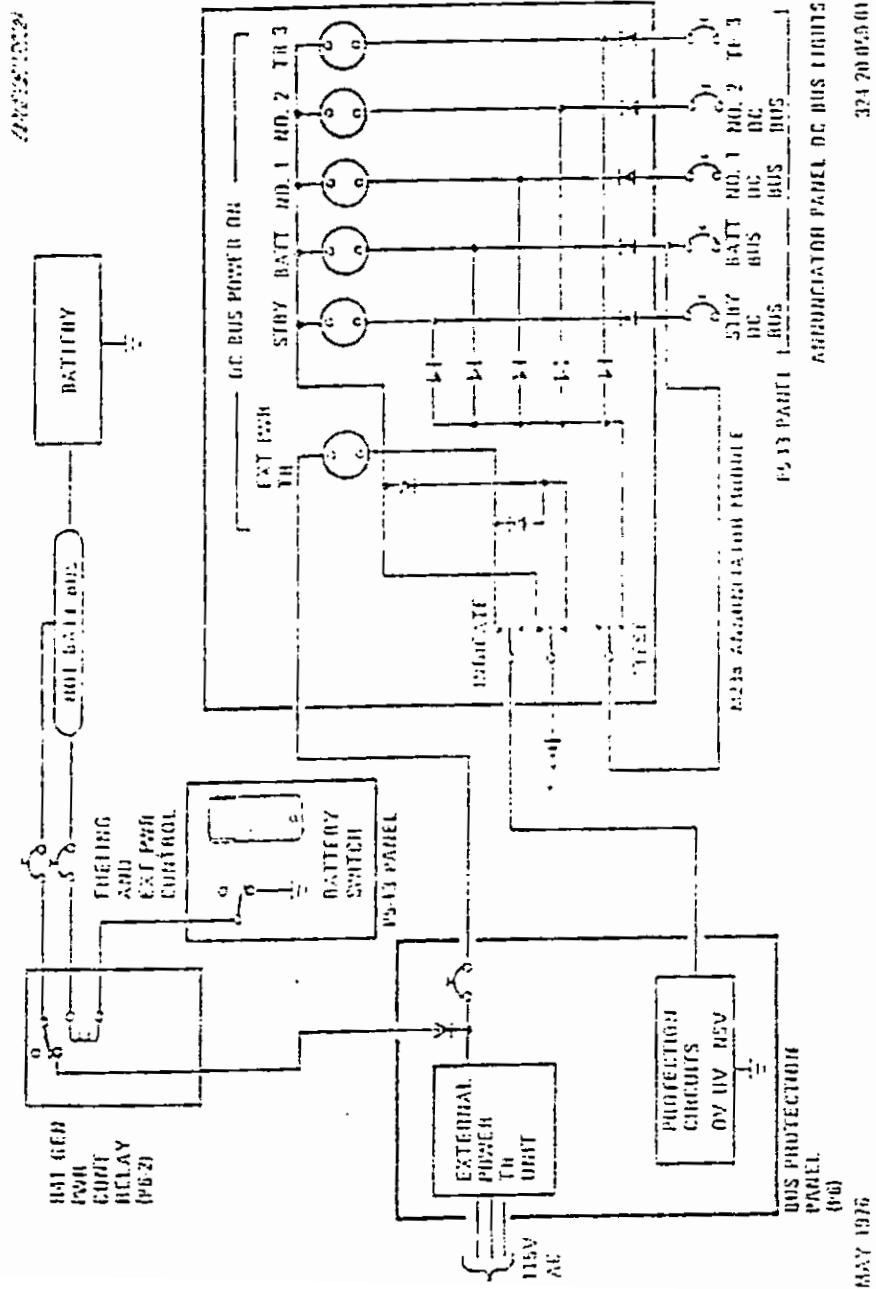
Αν φωτοβολήσουν οι λυχνίες FF, HV, LV σβήνουν μόνο κάνοντας reset. Για να σβήσει μία MT ένδειξη κάνουμε reset στο GRC τοποθετώντας το Generator Switch στην θέση "On".



### Annunciator panel fault lights

Τα 4 Malfunction Lights για κάθε γεννήτρια ελέγχονται από τέσσερα μικρά relays διπλού τυλίγματος που βρίσκονται στο GCU. Και τα 12 φώτα παίρνουν ισχύ από μία 28V DC Battery Bus. Η "γη" τους παρέχεται από μία λειτουργία του αντιστροφου πηνίου στο Generator Control. Άμα το relay ενεργοποιηθεί κρατιέται "κλειστό" από ένα μόνιμο μαγνητικό μάνδαλο και ελευθερώνεται μόνο με την ενεργοποίηση του τήρ του πηνίου.

Στην περίπτωση των τριών λυχνιών FF, HV, LV για να κάνει τήρ το πηνίο πρέπει να ενεργοποιηθεί το κουμπί Erase. Για να κάνει τήρ το πηνίο μιας MT λυχνίας πρέπει να κάνουμε reset στο GRC θέτοντας χειροκίνητα τον διακόπτη της γεννήτριας στην θέση "On".



### Annunciator panel DC bus lights

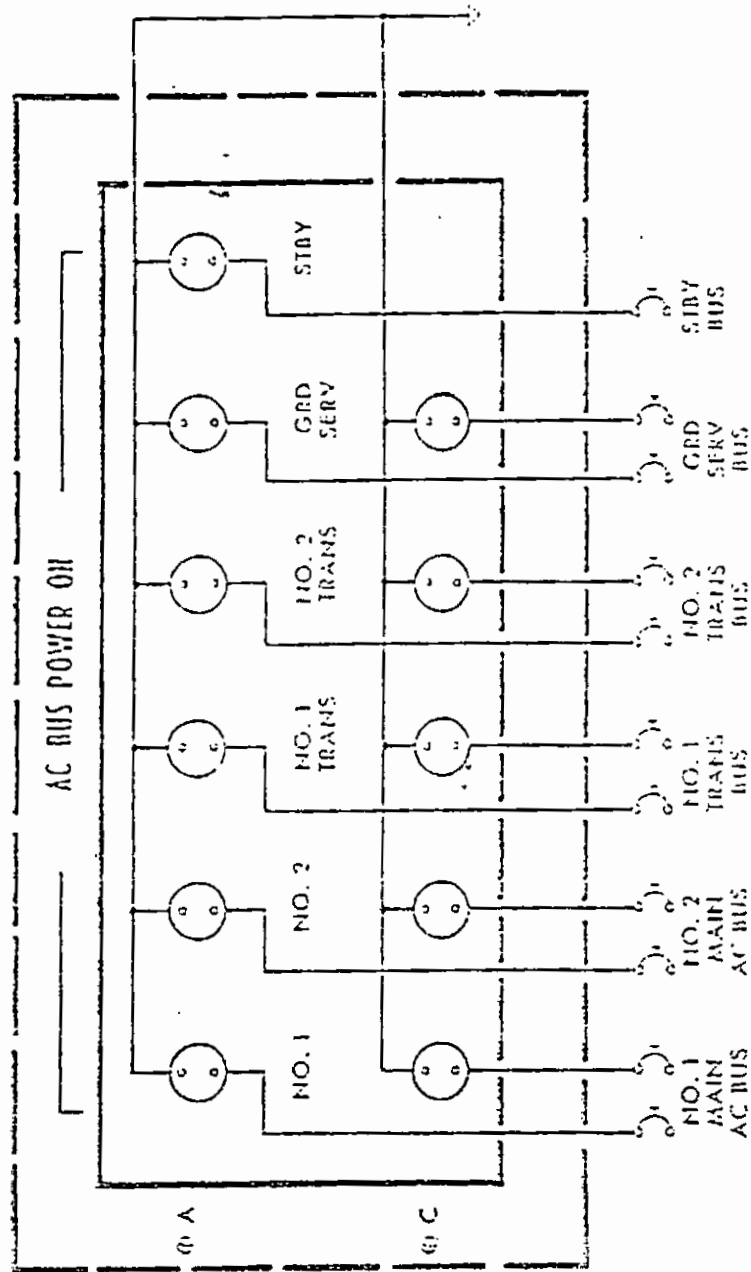
Οι έξι λευκές λυχνίες στο άνω αριστερό τεταρτημόριο του Annunciator Panel με την ένδειξη "DC Bus On" δείχνουν αν τροφοδοτείται το DC Bus. Οι λυχνίες κανονικά είναι σβηστές και μπορούν να φωτοβολήσουν αν το αντίστοιχο Bus τροφοδοτηθεί τοποθετώντας τον διακόπτη τριών θέσεων στην θέση "Indicate". Σε αυτή την θέση οι λυχνίες Standby DC Bus, Battery Bus, DC Buses No 1, No 2 , TR3 παίρνουν κοινή "γη".

Το External Power TR light είναι ξεχωριστό και θα πάρει "γη" διαμέσου του Upper Switch Pole του OV, του UV και του κυκλώματος προστασίας του (NSV – Phase Rotation), αν η εξωτερική AC ισχύς είναι μέσα στις προδιαγραφές.



# ANNUNCIATOR PANEL AC BUS LIGHTS

REF ID: A6629



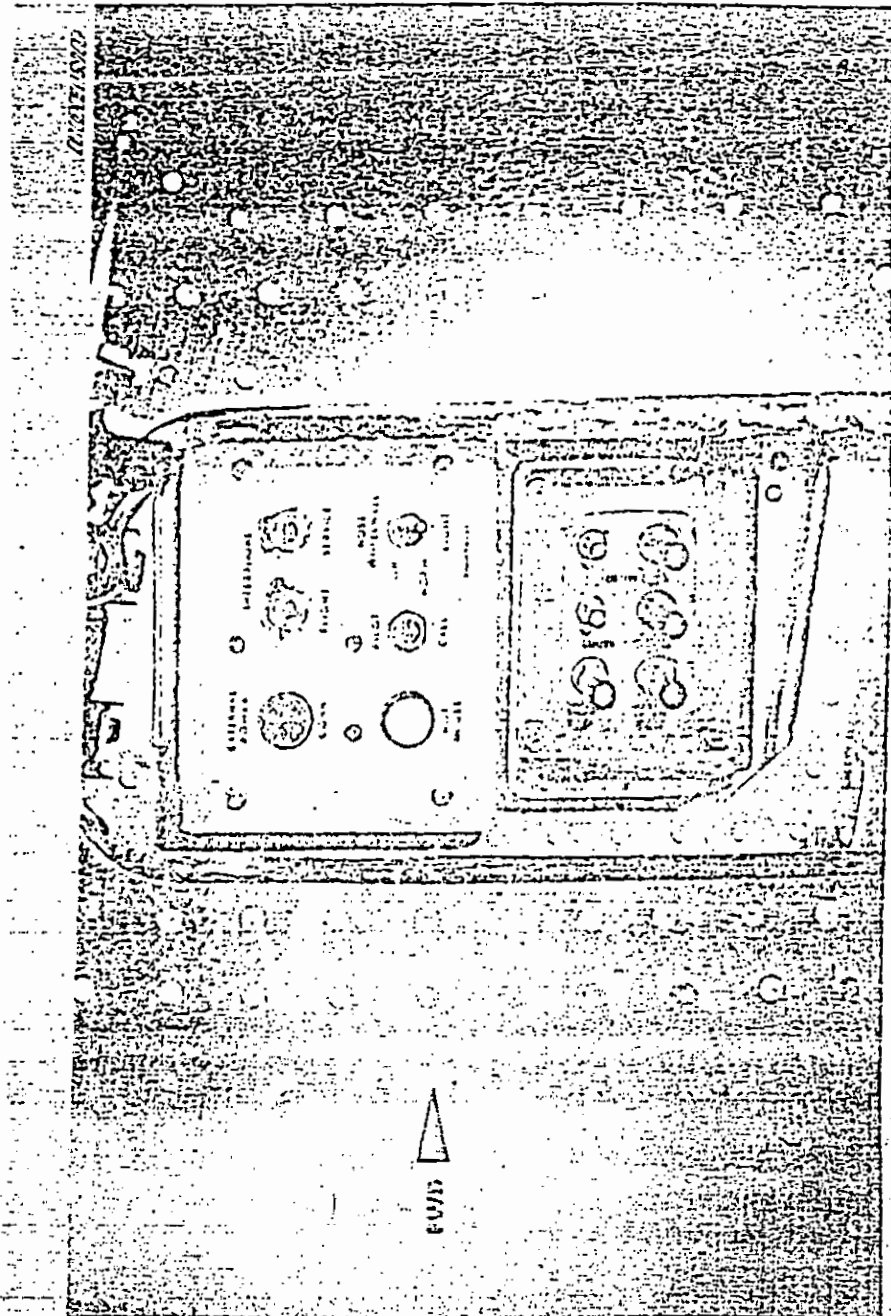
APR 1976

13

32420051-01

### Annunciator panel AC bus lights

Η ομάδα των κόκκινων λυχνιών νέον στο κάτω δεξι τριτομήριο φωτοβολεί όταν τα AC Bus τροφοδοτούνται. Κάθε λυχνία συνδέεται σε μία θερμική ασφάλεια στο αντίστοιχο Bus και σε μία κοινή "γη". Δεν υπάρχουν διακόπτες "Indicate", "Test" και "Erase".



33-40 001-01

EXTERNAL POWER RECEPTACLE - INTERIOR

APR 1976

## Κεφάλαιο 8<sup>ο</sup>

### Σύστημα εξωτερικής ισχύος [ External Power System]

#### External power receptacle-Interior

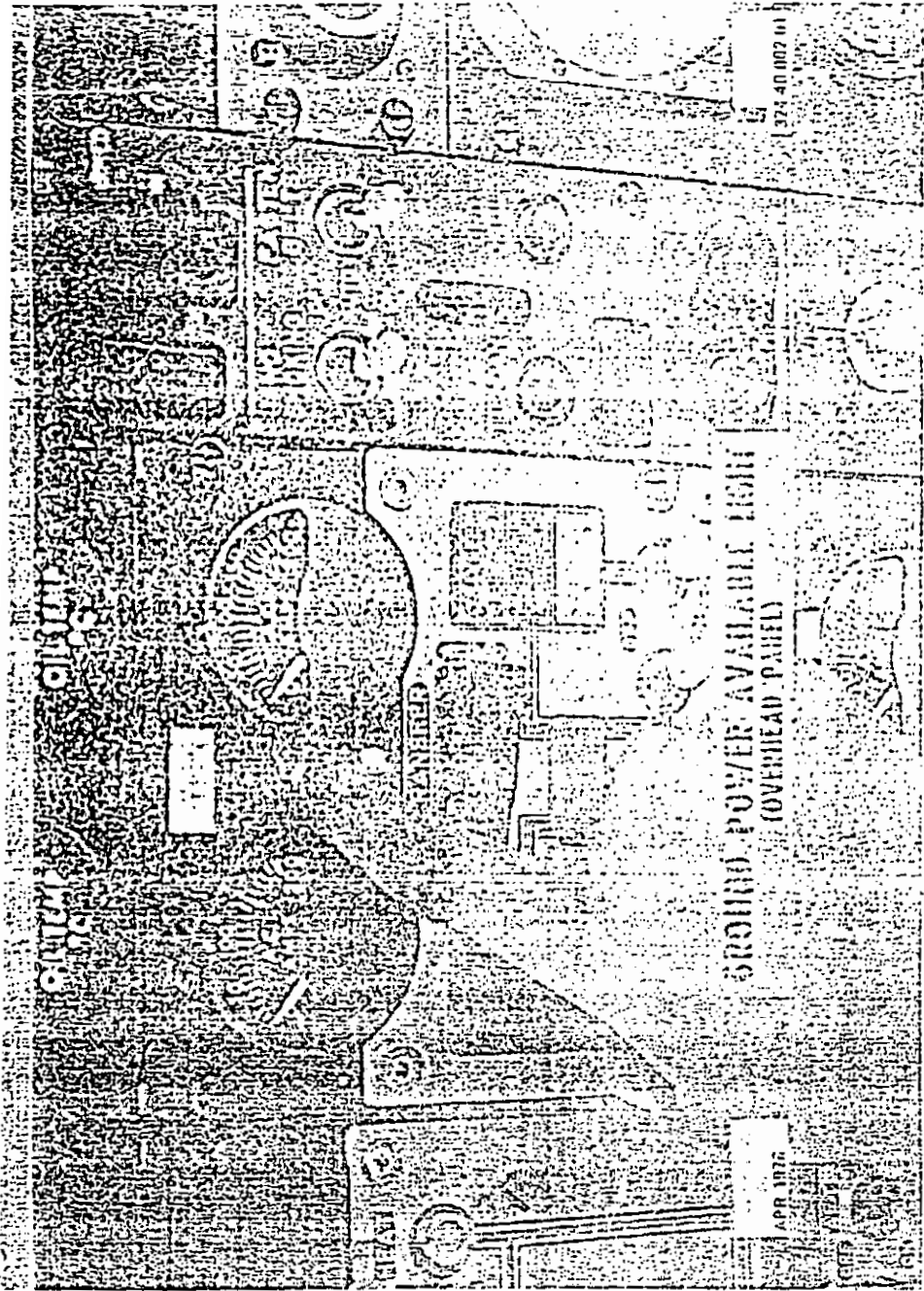
Ο ρευματολήπτης της εξωτερικής πηγής AC είναι κάτω από μια θυρίδα προστασίας – που ασφαρίζει με τρεις γυγγλιμούς (μεταλλικές αρθρώσεις) στο δεξί μέρος της φωλέας του ριναίου σκέλους.

Ο στάνταρ AC ρευματολήπτης έχει τέσσερα ριπ για τις φάσεις A,B,C και N, για τον ουδέτερο και δυο κοντύτερα ριπ ενδοασφάλειας E και F. Η DC ισχύς για το κύκλωμα ενδοασφάλειας προμηθεύεται από την εξωτερική πηγή AC διαμέσου της μονάδος TR του Bus Protection Panel. Τα Relays που ενώνουν την εξωτερική πηγή AC με το σύστημα Bus εξαρτώνται από ένα εξωτερικό κύκλωμα ενδοασφάλειας που γεφυρώνει τα ριπ E και F.

Αν το καλώδιο της εξωτερικής ισχύος τραβηχτεί ενώ υπάρχει ροή AC ισχύος τα ριπ E και F θα σπάσουν πριν τα AC ριπ αποχωριστούν από το καλώδιο. Όταν το κύκλωμα ενδοασφάλειας 'ανοίξει' τα Relays που προμηθεύουν την AC ισχύ θα 'ανοίξουν'. Έτσι δεν θα δημιουργηθεί ηλεκτρικό τόξο όταν το καλώδιο αποχωριστεί από τα ριπ τροφοδοσίας.

Σε ένα μικρό Panel πάνω από το ρευματολήπτη υπάρχουν δυο ενδεικτικές λυχνίες: μια κόκκινη- πορτοκαλί λυχνία νέον με την ένδειξη 'External Power Connected' και μια λευκή λυχνία με την ένδειξη 'Not In Use'. Και οι δυο λυχνίες φωτοβολούν όταν υπάρχει ισχύς AC στον ρευματολήπτη. Καμία λυχνία δεν είναι ενδεικτική του μεγέθους της τάσης, της συχνότητας και της διαδοχής των φάσεων της εξωτερικής ισχύος AC. Η λυχνία 'External Power Connected' φωτοβολεί όσο υπάρχει εξωτερική ισχύς AC ανεξάρτητα από το αν αυτή χρησιμοποιείται ή όχι στο αεροσκάφος. Η λυχνία «Not In Use» σβήνει δείχνοντας ότι η εξωτερική AC ισχύς δεν χρησιμοποιείται για τους ακόλουθους λόγους:

- Ο διακόπτης ισχύς εδάφους είναι στην θέση «On», και ο External Power Contactor κλείνει.
- Ο Ground Service είναι στην θέση 'On' και το Ground Service Relay ενεργοποιείται.
- Η θύρα ανεφοδιασμού στο δεξί φτερό είναι ανοιχτή, και το Refuel Power Control Relay ενεργοποιείται.



### Ground power available light

Πάνω από το διακόπτη Ground Power βρίσκεται μία μπλε ενδεικτική λυχνία με την ένδειξη "GRD PWR Available". Η λυχνία φωτοβολεί όσο υπάρχει εξωτερική AC ισχύς στο ρευματολήπτη. Η λειτουργία της λυχνίας είναι ανεξάρτητη από διακόπτες ή ηλεκτρονόμους του αεροσκάφους.



## Ενδεικτικά φώτα εξωτερικής πηγής

Τα τρία ενδεικτικά φώτα της εξωτερικής πηγής E.P. είναι:

- Ένα κόκκινο φως 'External Power Connected' δίπλα στο ρευματολήπτη της εξωτερικής πηγής.
- Ένα άσπρο φως 'Not In Use' επίσης δίπλα στο ρευματολήπτη της εξωτερικής πηγής.
- Ένα μπλε φως 'GRD PWR Available' στο P5-4 Panel.

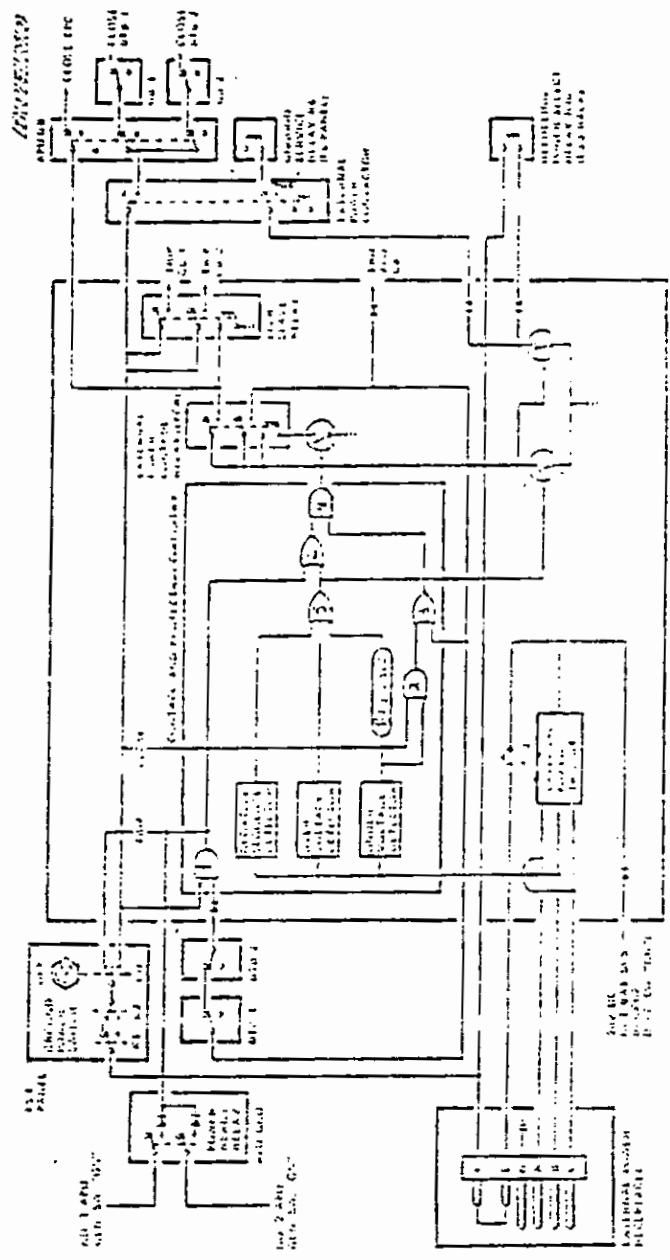
Το κόκκινο φως 'External Power Connected' είναι νέον 115V AC που τροφοδοτείται απ' ευθείας από τη φάση C της External AC Bus. Παραμένει αναμμένο όσο υπάρχει ρεύμα εξωτερικής πηγής στο ρευματολήπτη.

Το μπλε φως 'GRD PWR Available' τροφοδοτείται με 28V DC από τις φάσεις A και C του δευτερεύοντος του μετασχηματιστού του External Power TRU μέσα στο Bus Protection Panel. Το AC ανορθώνεται σε DC από δυο μικρές διόδους πίσω από το φως στο P5-4 Panel. Το φως παραμένει αναμμένο όσο υπάρχει ρεύμα στο ρευματολήπτη της εξωτερικής πηγής.

Το άσπρο φως 'Not In Use' τροφοδοτείται με 28V DC από την έξοδο του External Power TRU με πρόσθετη τροφοδότηση από τη Hot Battery Bus όταν ο διακόπτης Battery είναι 'On'. Το φως ανάβει όταν υπάρχει ρεύμα στο ρευματολήπτη της εξωτερικής πηγής και θα σβήσει όταν:

- A. Ο External Power Contactor κλείσει.
- B. Ο Ground Service Relay διεγερθεί.
- Γ. Η θυρίδα ανεφοδιασμού, κάτω από τη δεξιά 'πτερυγα, ανοίξει, οπότε ο Refuel Power Control Relay θα διεγερθεί.





IUS PROTECTION PANEL

APR 1976

324 40 00F 03

## Bus protection panel

Όλα τα κυκλώματα προστασία και ελέγχου της εξωτερικής πηγής EP βρίσκονται στη μονάδα αυτή (Bus Protection Panel ή External Power Unit ή G7) που βρίσκεται στο P6 Panel πίσω από το κάθισμα του συγκυβερνήτη. Το Bus Protection Panel (BPP) περιέχει:

- A. Το External Power TRU (ER TRU) το οποίο δίνει 28V DC για διάφορες λειτουργίες και ελέγχους.
- B. Κυκλώματα προστασίας για υπέρταση ( $130\pm 3V$ ), υπόταση ( $100\pm 3V$ ) και αρνητική αλληλουχία φάσεων (Negative Sequence Voltage).
- Γ. Ένα External Power Control Relay (για τον έλεγχο του EPC).
- Δ. Ένα External Power Control Slave Relay (για να κάνει trip τους δυο GB's κινητήρων).

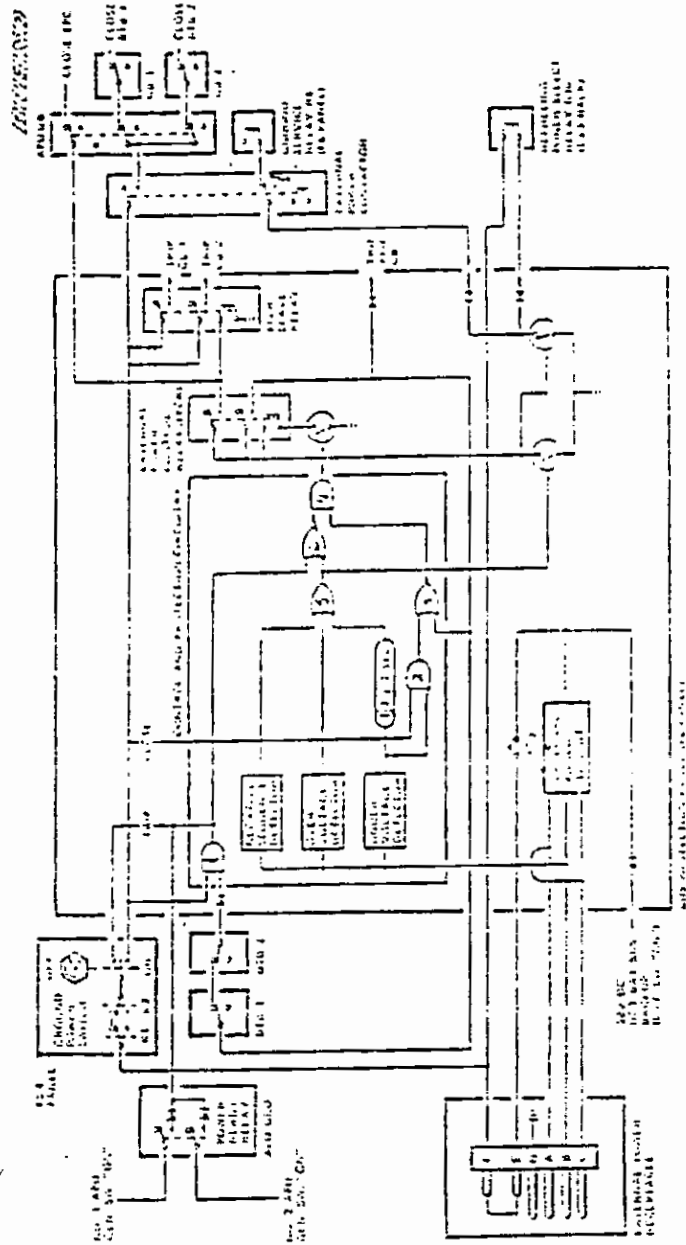
Θέτοντας το διακόπτη Ground Power στο P5-4 Panel σε θέση 'On' θα συμβούν τα ακόλουθα:

28 V DC από το EP TRU θα περάσει από τη γέφυρα των δυο pins E και F του ρευματοδότη της εξωτερικής πηγής, μέσα από βοηθητικές επαφές ηρεμίας των relays K1 και K2 στο P5-4 Panel (που σημαίνει ότι κανένας διακόπτης γεννήτριας κινητήρα δεν είναι 'ON') και καταλήγει στο διακόπτη Ground Power.

Με την προϋπόθεση ότι η εξωτερική πηγή δεν παρουσιάζει υπόταση και εφ' όσον ο διακόπτης είναι 'On' ένα σήμα περνά από τη πύλη AND 2 και τη πύλη OR 3 στη τελική πύλη AND 4 μέσα στο Control And Protection Circuitry. Εφ' όσον δεν υπάρχουν σφάλματα από υπέρταση ή negative sequence NSV και κανένας από τους διακόπτες της γεννήτριας APU δεν είναι 'On', η τελική πύλη AND 4 θα δώσει ένα σήμα για να κλείσει ο ηλεκτρονικός διακόπτης που τροφοδοτεί με Ground τον External Power Control Relay (EPCR).

- Όταν κλείσει ο EPCR, η κάτω επαφή του θα στείλει ένα σήμα για να κάνει trip ο APU GB και να δημιουργήσει τη προϋπόθεση για τη διατήρηση του Ground στο EPCR.
- Η πάνω επαφή του EPCR θα στείλει ένα σήμα για να διεγείρει τον EPCR slave relay ο οποίος θα κάνει trip τους GB1 και GB2. Παράλληλα από τον EPCR θα σταλεί ένα σήμα μέσα από επαφές ηρεμίας του APU GB για να κλείσει και να διατηρήσει κλειστό τον EPC.

Με τον EPC κλειστό και τους τρεις GB's ανοικτούς, ολοκληρώνεται ένα κύκλωμα από τη θέση 'On' του διακόπτη Ground Power για να κλείσουν και οι δυο BTB's.



FIRE PROTECTION PANEL

324 4000101

13

APR 1976

## Bus Protection Panel

Μόλις η εξωτερική πηγή συνδεθεί στο αεροπλάνο, ολοκληρώνεται ένα κύκλωμα Σ.Ρ. μέσα από μια επαφή των pins E και F του καλωδίου του ρευματοδότη για να διεγερθεί ο Refueling Power Select Relay, R10 (εφ' όσον δεν υπάρχει πρόβλημα στη πηγή) για να δοθεί μια φάση στα όργανα περιεκτικότητας των δεξαμενών καυσίμου. Ο R10 χρησιμοποιείται επίσης για ένδειξη στο Battery Charger ότι έχει συνδεθεί εξωτερική πηγή και έτσι να λειτουργήσει στο 'Low Mode' φόρτισης.

Ο EPC μπορεί να ανοίξει αφαιρώντας τη τάση Σ.Ρ. του πηνίου που τον συγκρατεί. Αυτό γίνεται με την αποδιέγερση του EPCR από τις ακόλουθες αιτίες:

A. Βλάβη στη τάση AC (OV-UV-NSV).

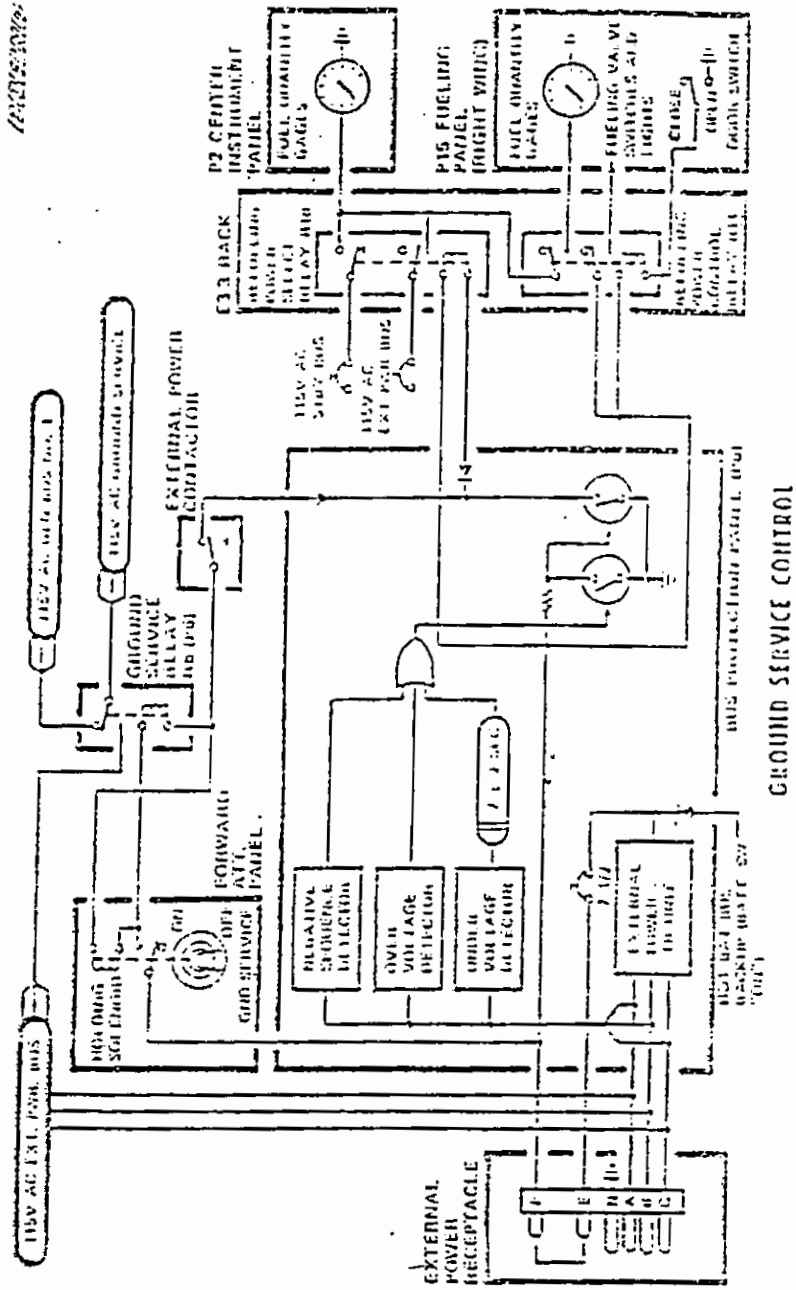
B. Ο διακόπτης 'Ground Power' On.

Γ. Ένας διακόπτης γεννήτριας APU σε On.

Δ. Αφαίρεση του ρευματοδότη E.P., δηλαδή διακοπή της γέφυρας των pins E και F.

Ε. Κάνοντας trip και τους δυο BTB's (συνήθως θέτοντας και τους δυο διακόπτες των γεννητριών κινητήρων σε θέση 'On').

Σημειώστε ότι το κύκλωμα trip του BTB αποκόπτεται κατά το κλείσιμο του EPC με το σήμα On από τον διακόπτη Ground Power.

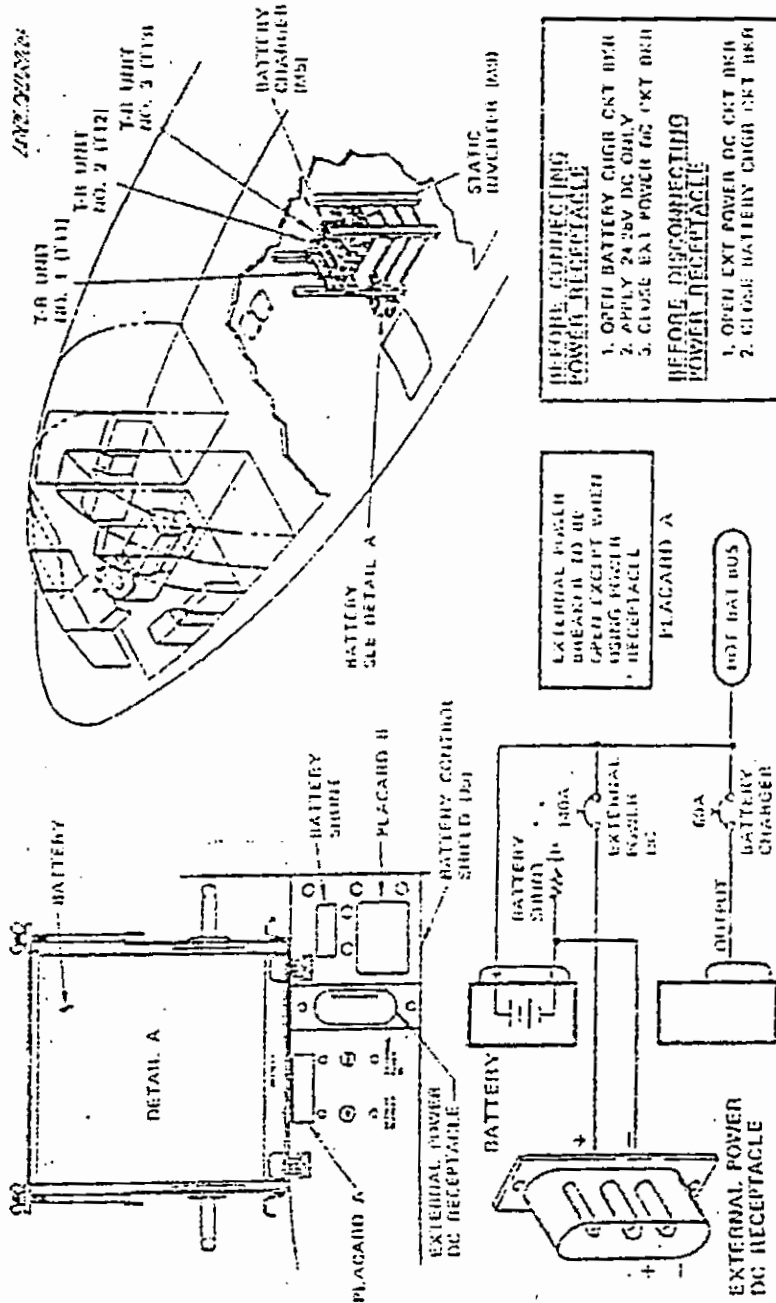


## Έλεγχος Ground service

Το σύστημα AC Ground Service περιλαμβάνει τον έλεγχο της 115V Ground Service Bus από το διακόπτη Ground Service, και τον έλεγχο της τροφοδότησης των οργάνων fuel quantity για τον ανεφοδιασμό του αεροπλάνου με καύσιμο.

Η 115 Volt Ground Service Bus τροφοδοτεί το Battery Charger, το Equipment Cooling Blower, τις πρίζες για τις ηλεκτρικές σκούπες (vacuum cleaner) και τα περισσότερα φώτα που χρειάζονται για την εξυπηρέτηση του αεροπλάνου στο έδαφος. Η μπάρα κανονικά τροφοδοτείται μέσα από επαφές ηρεμίας του τριφασικού 115V Ground Service Relay, από τη No. 1 Generator AC Bus. Αν απαιτείται η τροφοδότηση μόνο αυτών των φορτίων της Ground Service Bus, για επίγεια εξυπηρέτηση του αεροπλάνου, τότε η μπάρα μπορεί να τροφοδοτηθεί κατ' ευθείαν από την εξωτερική πηγή βάζοντας το διακόπτη Ground Service, στο πίνακα Forward Aft Panel σε θέση "On". Εφόσον δεν υπάρχουν σφάλματα της εξωτερικής πηγής και ο EPC είναι σε ηρεμία (open) τότε ο Ground Service Relay και το πηνίο συγκράτησής του θα πάρουν ένα ground μέσα από το Bus Protection Panel. Σημειώστε ότι αν ο διακόπτης Ground Power τεθεί σε On και κλείσει ο EPC το ground αυτό διακόπτεται από το πηνίο του GSR οπότε αυτός θα αποδιεγερθεί. Τότε, η Ground Service Bus θα τροφοδοτηθεί από την εξωτερική πηγή βέβαια αλλά μέσα από τη φυσική της πηγή, δηλαδή τη Generator Bus 1.

Αν η εξωτερική πηγή με σωστή τάση και σωστή αλληλουχία φάσεων, συνδεθεί στο αεροπλάνο, ο Refueling Power Select Relay (R10) θα διεγερθεί για να μεταφέρει τη πηγή τροφοδότησης των οργάνων Fuel Quantity στο P2 Panel, από τη Standby AC Bus στη External Power AC Bus. Αν η θυρίδα ανεφοδιασμού στη δεξιά πτέρυγα είναι ανοικτή, ο Refueling Power Control Relay R11 θα διεγερθεί και θα δώσει τροφοδότηση AC στα όργανα ανεφοδιασμού του P15 Panel στο σταθμό ανεφοδιασμού και DC στα φώτα και τους διακόπτες του πίνακα αυτού. Οι Relays R10 και R11 βρίσκονται πίσω από τις μονάδες του E3-3 ενθέμιο στο E/E Compartment.



APR 1976

15

374 40-007-01

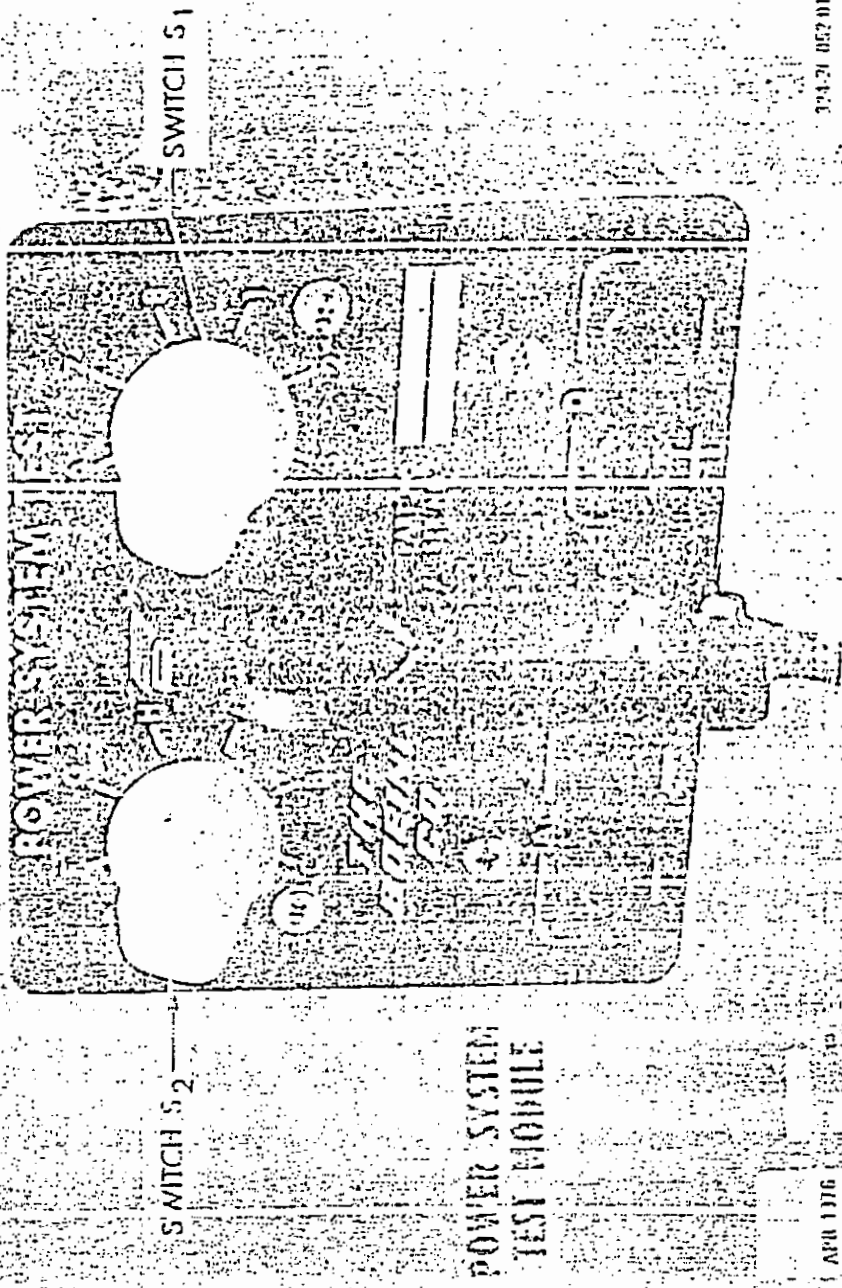
## Εξωτερική πηγή DC

Στο χώρο E/E και κάτω από τη μπαταρία βρίσκεται ένας ρευματολήπτης εξωτερικής πηγής DC. Αυτός χρησιμοποιείται για την παράλληλη τροφοδότηση με την μπαταρία του σκάφους, της εκκίνησης του APU, όταν υπάρχει πρόβλημα σε αυτήν.

Πριν την σύνδεση εξωτερικής πηγής σε αυτόν τον ρευματολήπτη DC θα πρέπει να ανοιχθεί το c/b για το Battery Charger και να κλειστεί το c/b External Power DC που βρίσκονται δίπλα.

Το σύστημα αυτός της εξωτερικής πηγής DC δεν έχει σκοπό να φορτίσει την μπαταρία του σκάφους. Αυτή πρέπει να φορτίζεται από το Battery Charger καθώς αυτό τροφοδοτείται από την Ground Service Bus.





## Κεφάλαιο 9°

### Power System Test Module

### Power System Test Module

Το M400 Test Panel (βρίσκεται στην φωλέα του Panel P6) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιλεγθούν μετρήσεις DC (Volts), AC (Volts), συχνότητας και ρευμάτων γεννήτριας από αρκετά σημεία ελέγχου στο ηλεκτρικό σύστημα. Οι ενδείξεις μπορούν να παρουσιασθούν στους μετρητές του αεροσκάφους στο P5 Panel, ή σε ξεχωριστά, φορητά (και πιο ακριβή) όργανα που συνδέονται στις AC ή DC υποδοχές του M400 Test Panel.

#### DC Volts

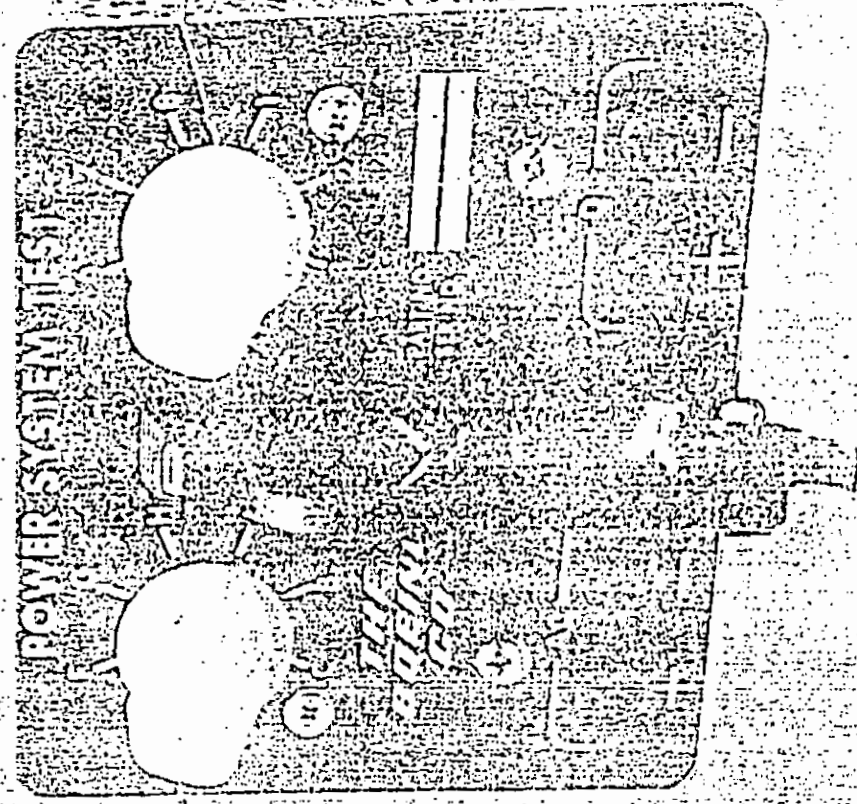
Ενδείξεις DC μπορούν να διαβαστούν στο DC βολτόμετρο του P5 Panel για Standby Power, Battery Bus, την μπαταρία και για καθένα από τους τρεις μετασχηματιστές-ανορθωτές. Θέτοντας το διακόπτη επιλογής στη θέση "Test", 32 επιπρόσθετα σημεία ελέγχου γίνονται διαθέσιμα από τους συνδιασμούς του διακόπτη επιλογής S1 (2,3,...,8) και S2 (A,B,C,D). Αυτά τα 32 σημεία ελέγχου είναι διαθέσιμα και σε εξωτερικά DC βολτόμετρα που μπορούν να συνδεθούν στις DC υποδοχές του M400 Test Panel.

#### AC Volts and Frequency

Ενδείξεις AC (Volts) και συχνότητας μπορούν να διαβαστούν για Standby Power, για Ground Power, για τη γεννήτρια Νρούν να διαβασήτρια του APU, για τη γεννήτρια Νρούν ναέγοντάς τις με τους ανάλογους διακόπτες επιλογής του P5 Panel. Όταν ο διακόπτης είναι στη θέση "Test", γίνονται διαθέσιμα 24 ακόμα σημεία ελέγχου από τους συνδιασμούς του διακόπτη S1 (1,2,...,3) και του διακόπτη S2 (A,B,...,H). Και πάλι οι ενδείξεις αυτές είναι διαθέσιμες και σε εξωτερικά AC βολτόμετρα που μπορούν να συνδεθούν στις AC υποδοχές του M400 Test Panel.

12/21/76 12:00 PM

SWITCH S1



SWITCH S2

POWER SYSTEM  
TEST MODULE

374-0057 01

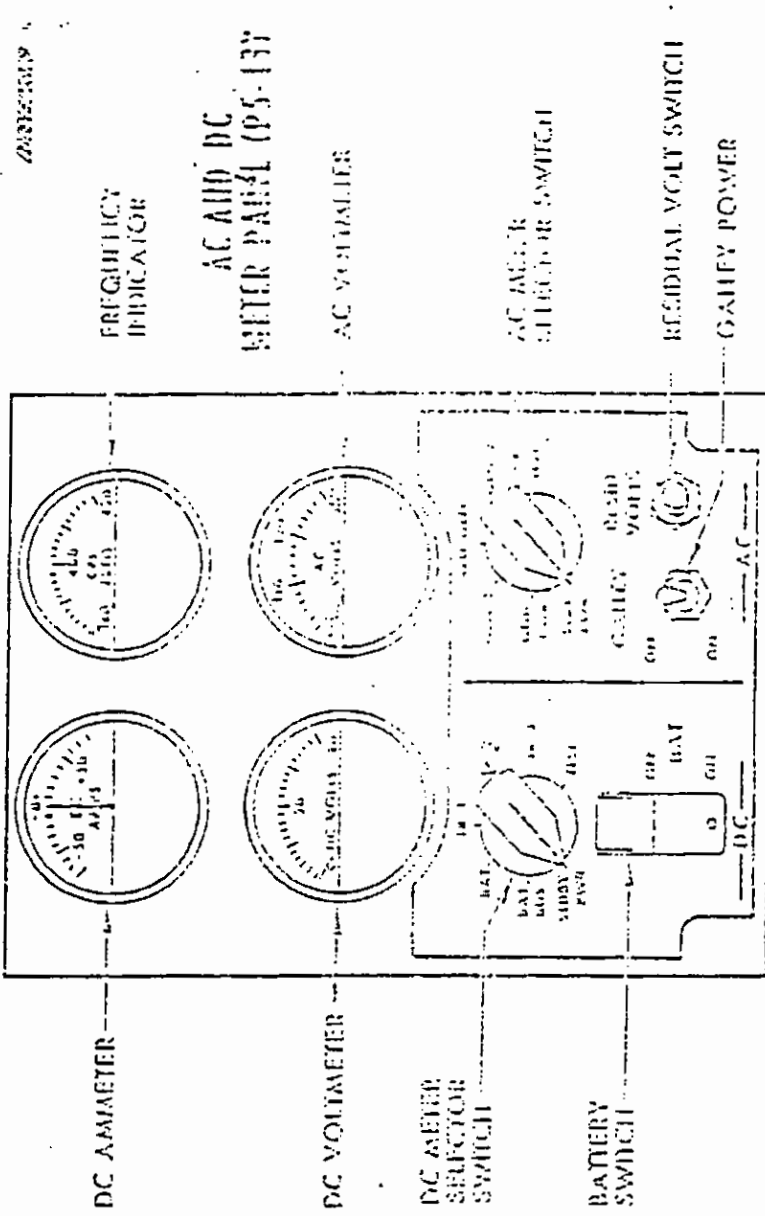
APR 1976

## Power system test module

### Generator Amperes

Ενδείξεις ρεύματος για τις δύο γεννήτριες των μηχανών και της γεννήτριας του APU μπορούν να διαβαστούν μόνο στα αμπερόμετρα του P-S Panel. Οι ενδείξεις εξαρτώνται (ανά φάση) μόνο από την θέση του διακόπτη του M400 Test Panel.

:



323 00 005 01

APR 1946

### AC and DC meter panel (P5-13)

Το P5 – 13 Panel ενδείξεων χωρίζεται σε λειτουργίες AC και DC. Το αριστερό μισό του Panel είναι για τις DC ενδείξεις και περιλαμβάνει ένα DC αμπερόμετρο, ένα DC βολτόμετρο, ένα διακόπτη επιλογής λειτουργίας και το Battery Switch. Όταν ο επιλογέας τεθεί στη κατάλληλη θέση το DC βολτόμετρο θα διαβάσει DC Volts ενδείξεις στο Stabby DC Bus, στο Battery Bus, στο Hot Battery Bus και στις εξόδους των TR1, TR2 και TR3.

Αν ο διακόπτης τοποθετηθεί στη θέση " Test", μόνο το βολτόμετρο είναι συνδεδεμένο στην DC υποδοχή του M400 Test Module στο κέντρο ελέγχου φορτίου P6.

Το βολτάζ του πεδίου της γεννήτριας ή των εξόδων των GCU ή των «σβησιμάτων» των διακοπών μπορούν να διαβαστούν ανάλογα με τη θέση των διακοπών του M400 Module.

Το DC αμπερόμετρο θα μετρήσει μόνο την μπαταρία και τα TR1, TR2, TR3.

Ο διακόπτης επιλογής κανονικά τίθεται στην θέση «Bat» κατά την εκκίνηση του APU για να εξεταστεί η κατάσταση της μπαταρίας και η λειτουργία του φορτιστή της.

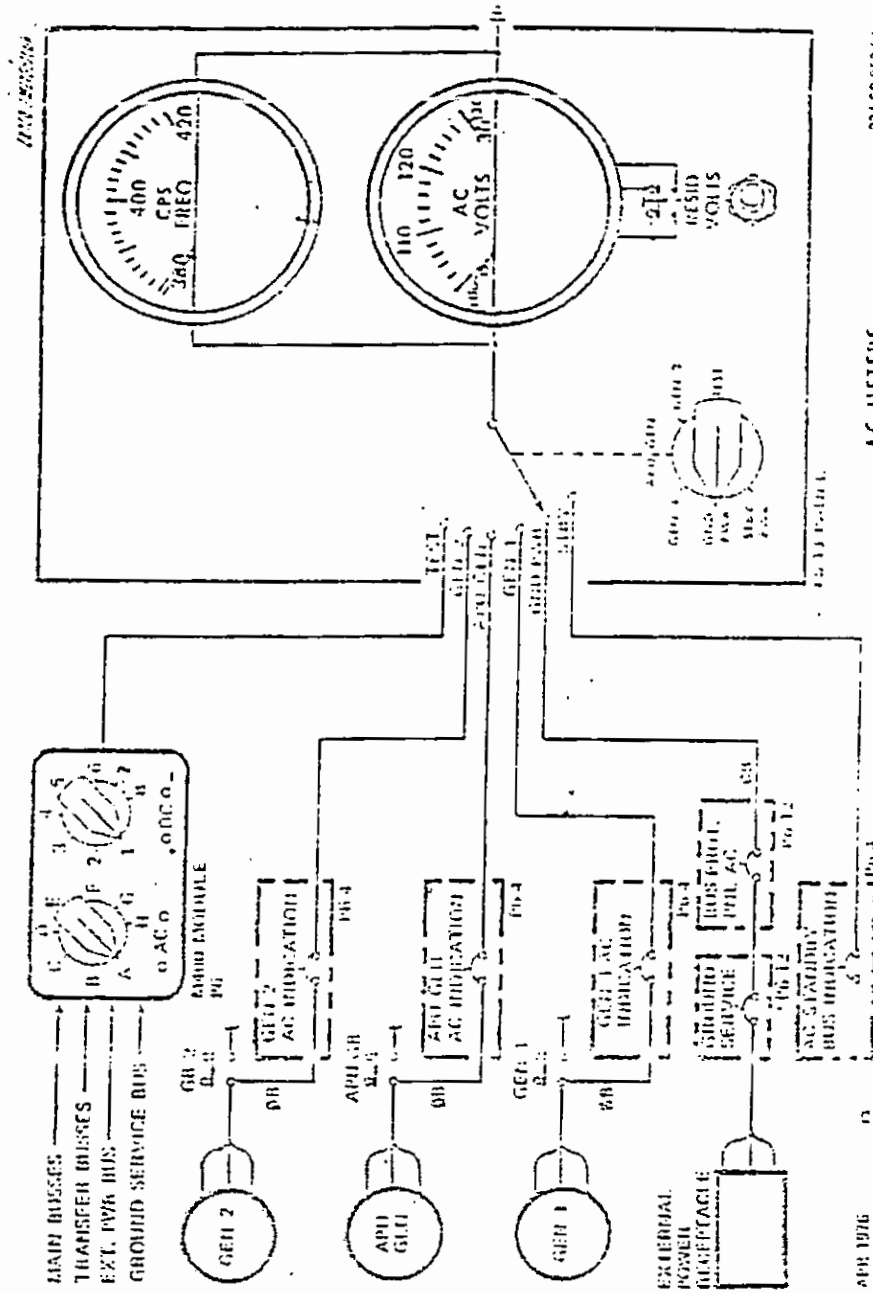
Το αμπερόμετρο θα δείξει αρνητική ένδειξη όταν η μπαταρία αποφορτίζεται και θετική όταν ο φορτιστής «γεμίζει» την μπαταρία.

Το δεξί μισό του Panel είναι για τις AC ενδείξεις και περιλαμβάνει έναν ενδείκτη της συχνότητας του εναλλασσόμενου ρεύματος, ένα AC βολτόμετρο, ένα διακόπτη επιλογής λειτουργίας και ένα πιεσοδιακόπτη «Residual Volts».

Το AC βολτόμετρο και ο ενδείκτης συχνότητας διαβάζουν τα Volts στο Stabby Bus, τα volts στη φάση B του External AC Bus και τα Volts στην φάση B του τερματικού διακόπτη της γεννήτριας.

Αν ο διακόπτης επιλογής περιστραφεί στην θέση «Test» ο ενδείκτης συχνότητας και το AC βολτόμετρο συνδέονται στην εκλεγμένη υποδοχή AC στο M400 TEST Module. Επίσης μπορεί να διαβαστεί το βολτάζ των AC Bus και στις τρεις φάσεις.

Το AC βολτόμετρο έχει δύο κλίμακες: (100-130) (Volts) και (0-30) (Volts). Αν η γεννήτρια λειτουργεί με το GCR ανοικτό και το κουμπί «Resid Volts» είναι πιεσμένο, το βολτόμετρο πρέπει να δείχνει 15-20 (Volts), επιβεβαίωση ότι η γεννήτρια λειτουργεί. Το κουμπί «Resid Volts» απλώς αλλάζει την κλίμακα του βολτόμετρου.



APR 1976 321206301

**AC METERS**

## Μετρητές ρεύματος AC

Τα τρία αμπερόμετρα AC στο P5 Panel για τις δύο γεννήτριες των μηχανών και την γεννήτρια του APU διαβάζουν κανονικά το ρεύμα γραμμής της φάσης B.

Καθένα από τα αμπερόμετρα μετρά το ρεύμα χρησιμοποιώντας μία περιέλιξη του μετασχηματιστή μέτρησης. Τα αμπερόμετρα μπορούν να δουν τις φάσεις A και C διαλέγοντας θέσεις στο αριστερά (με τα γράμματα) διακόπτη στο M400 Test Module στο P6 κέντρο ελέγχου φορτίου.

Η σύνδεση από την περιέλιξη του μετασχηματιστή στο αμπερόμετρο γίνεται μέσω βοηθητικών επαφών σε τρεις ηλεκτρονόμους μέσα στο M400 Test Module. Οι σχετικές θέσεις των ηλεκτρονόμων ελέγχονται από τον αριστερό διακόπτη του M400 Module. Αν ο διακόπτης είναι στην θέση A ή D, οι ηλεκτρονόμοι K1 και K2 θα ενεργοποιηθούν. Οι περιελίξεις της φάσης A θα συνδεθούν στα τρία αμπερόμετρα.

Αν ο διακόπτης είναι στις θέσεις B, E, G ή H οι επαφές και των τριών ηλεκτρονόμων θα είναι ανοικτές και οι περιελίξεις της φάσης B θα συνδεθούν και στα τρία αμπερόμετρα. Στην θέση B όλα τα AC όργανα θα μετρούν το βολτάζ το ρεύμα και τη συχνότητα της φάσης B. Επίσης οι ηλεκτρονόμοι K1, K2 και K3 δεν συγκρατούνται ενεργοποιημένοι όταν δεν υπάρχει ανάγκη.

Αν ο διακόπτης είναι στην θέση C ή F οι ηλεκτρονόμοι K2 και K3 είναι ενεργοποιημένοι και οι περιελίξεις της φάσης C είναι συνδεδεμένες και στα τρία αμπερόμετρα.



## MODEL DESIGNATION:

AIRCRAFT C-130

## UNIT WEIGHT:

303 LBS (137 KG)

RATINGS:  
(@ S.L.)

PUEL FLOW - MAX. LOADS AT 510, 600 \_\_\_\_\_ 250 PPM

RATED SPEED: NO LOAD-STANDBY STATE \_\_\_\_\_ 41,400 RPM

OUTPUT SPEED \_\_\_\_\_ 6000 RPM AT  
GENERATOR DRIVE

## AIR TEMPERATURES

SOT: SUSTAINED MAXIMUM \_\_\_\_\_ 60°C

STANDBY OR TRANSIENT CONDITION \_\_\_\_\_ 70°C

OIL: MAXIMUM \_\_\_\_\_ 120°C

## AIRFLOW AND BLEED PRESSURE (AIRFLOW RATED PERFORMANCES @ S.L.)

AIRFLOW TEMP	-40°C (-40°C)		0°C (32°C)		20°C (68°F)		40°C (104°F)		60°C (140°F)		80°C (176°F)		100°C (212°F)		120°C (248°F)		150°C (302°F)		
	FCM	PSIA	FCM	PSIA	FCM	PSIA	FCM	PSIA	FCM	PSIA	FCM	PSIA	FCM	PSIA	FCM	PSIA	FCM	PSIA	
ELECTRICAL LOAD	175	157	167	140	159	139	109	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
AIRFLOW (PPM)	51	52	46	51	47	45	45	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
BLEED PRESSURE (PSIA)																			

## BASIC ALTITUDE LIMITATIONS

SEA LEVEL TO 10,000 FT (3048 M)  
 BOTH ELECTRICAL AND PNEUMATIC POWER CAN BE USED

10,000 TO 15,000 FT (3048 TO 4572 M)  
 EITHER ELECTRICAL OR PNEUMATIC POWER CAN BE USED

15,000 TO 20,000 FT (4572 TO 6096 M)  
 ELECTRICAL POWER ONLY

## APU GENERAL SPECIFICATIONS

549 001 001-01

## Κεφάλαιο 10<sup>ο</sup>

### Auxiliary Power Unit (APU)

#### Βοηθητική μονάδα ισχύος (APU)

Γενικές προδιαγραφές APU.

Γενικά:

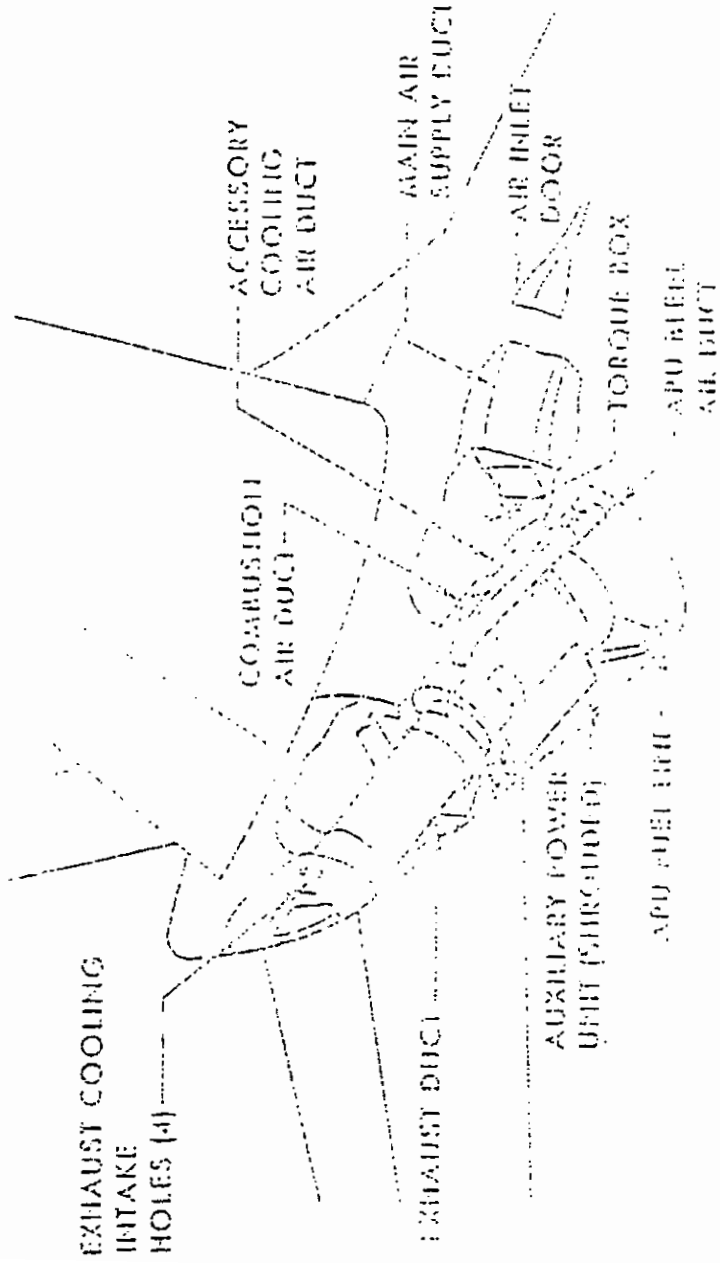
Η βοηθητική μονάδα ισχύος (APU) είναι μία αυτόνομη μηχανή αεροστρόβιλου εγκατεστημένη στο οπίσθιο τμήμα της ατράκτου.

Οι χρήσεις του APU είναι:

1. Παραγωγή 45 KVA τάσης 115 V και συχνότητας 400 Hz εναλλασσομένου ρεύματος προς τροφοδότηση των ηλεκτρικών συστημάτων του αεροσκάφους στο έδαφος ή εν πτήση.
2. Παροχή συμπιεσμένου αέρα στο σύστημα κλιματισμού στο έδαφος ή εν πτήση
3. Παροχή συμπιεσμένου αέρα για την εκκίνηση των μηχανών.

:

APU LOCATION



APU LOCATION  
118 CH 003 01

12 - 76 15

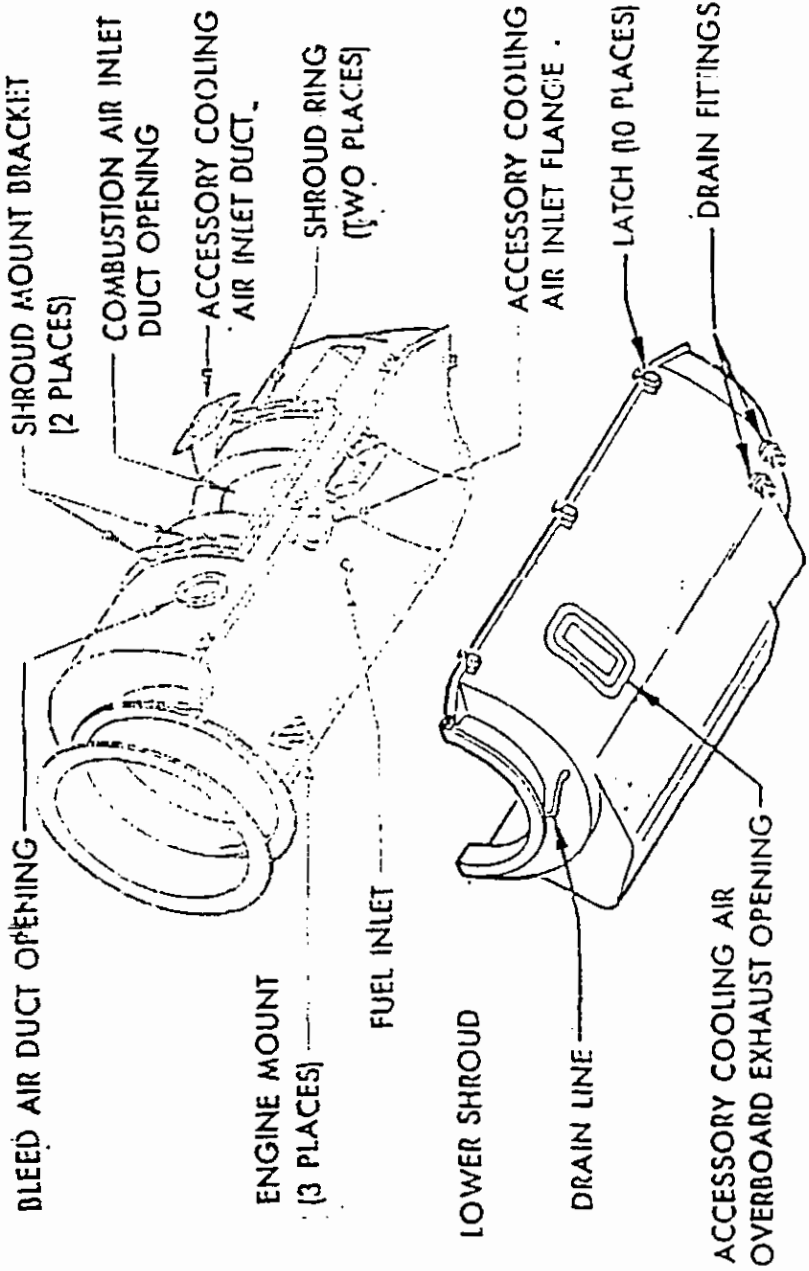
## Τοπολογία APU

### Γενικά:

Η μηχανή APU βρίσκεται στο τμήμα 48 της ατράκτου και είναι τελείως εγκιβωτισμένη σε θώρακα από τιτάνιο.

Η εισαγωγή αέρος στο APU γίνεται μέσω θυρίδος στο δεξιό μέρος της πίσω ατράκτου. Η ροή του αέρος διαχωρίζεται σε δύο μέρη, μία για το ίδιο το APU και μία για τα παρελκόμενα συστήματα ψύξης (γεννήτρια και ψύκτης ελαίου). Το καύσιμο διέρχεται από θωρακισμένη γραμμή τροφοδοσίας που ξεκινά από την Νο 1 κύρια δεξαμενή του αεροσκάφους. Η ροή αέρος από το APU οδηγείται στο πνευματικό σύστημα μέσω βαλβίδας εξαερισμού. Ο αγωγός εξάτμισης του APU ψύχεται από ρεύμα αέρος που κυκλοφορεί γύρω από τον αγωγό μέσα από τέσσερις οπές.

1500722-1



APU ENGINE SHROUDS

JUL 1976 63

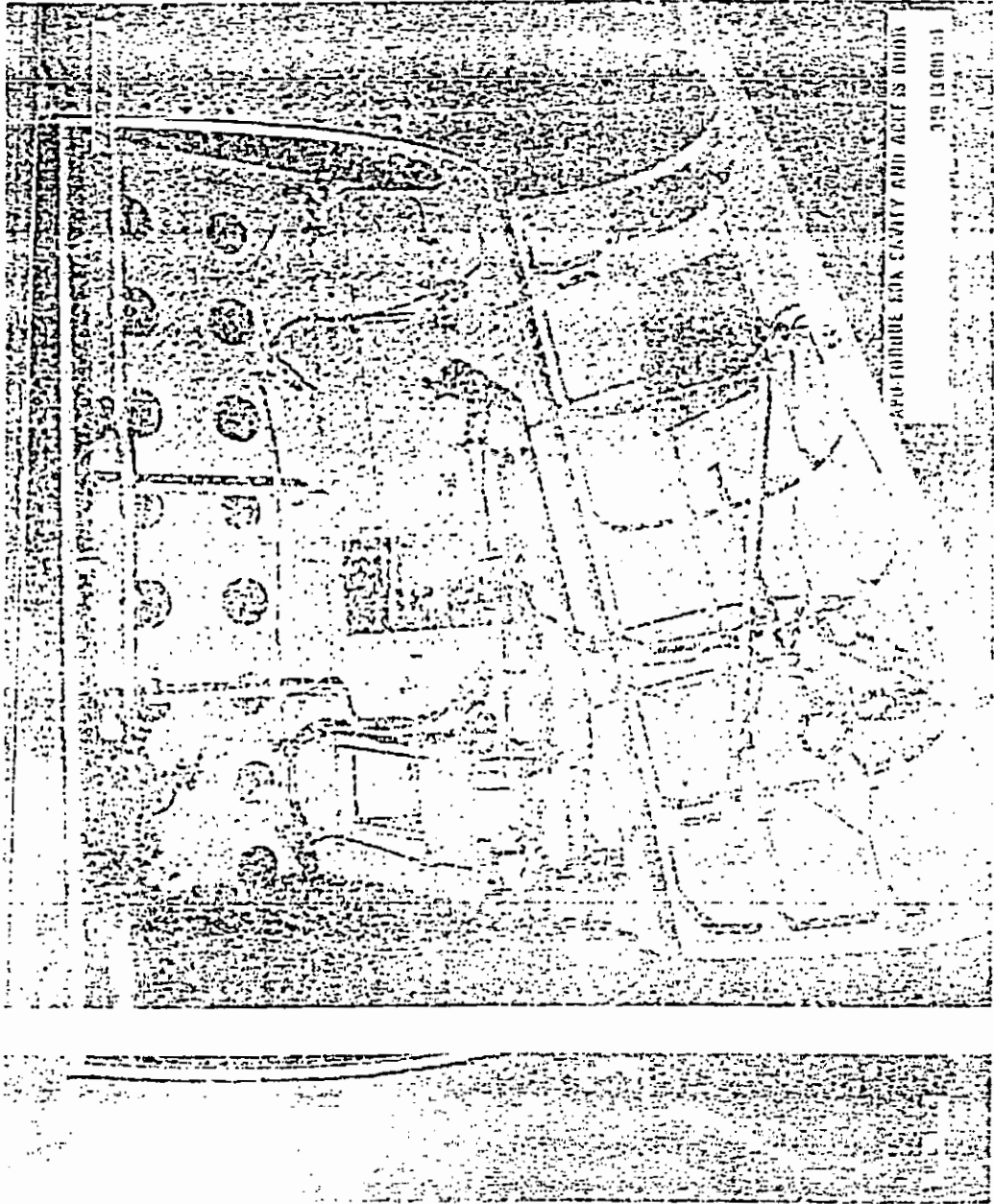
240-12-001-01

## Θώρακας μηχανής APU

### Γενικά:

Το APU περικλείεται από τον άνω θώρακα και τον κάτω θώρακα οι οποίοι συγκροτούνται ενωμένοι με 10 μάνδαλα. Ο άνω θώρακας είναι ενσωματωμένος στην δομή του αεροσκάφους με στυλίδια. Η παροχή του αέρα της μηχανής, ο αέρας του συστήματος ψύξης, ο αγωγός καυσίμου και εξαερισμού βρίσκονται στον άνω θώρακα. Το APU εγκαθίσταται στον άνω θώρακα επίσης με την βοήθεια τριών δομικών στηριγμάτων.

Το κατώτερο τμήμα του θώρακος περιέχει τον αγωγό εξάτμισης του συστήματος ψύξεως και δύο οχετούς που συναντώνται με την θυρίδα προσιτότητας επί της ατράκτου.



## Κοιλότητα του Torque Box του APU και θυρίδα προσιτότητας

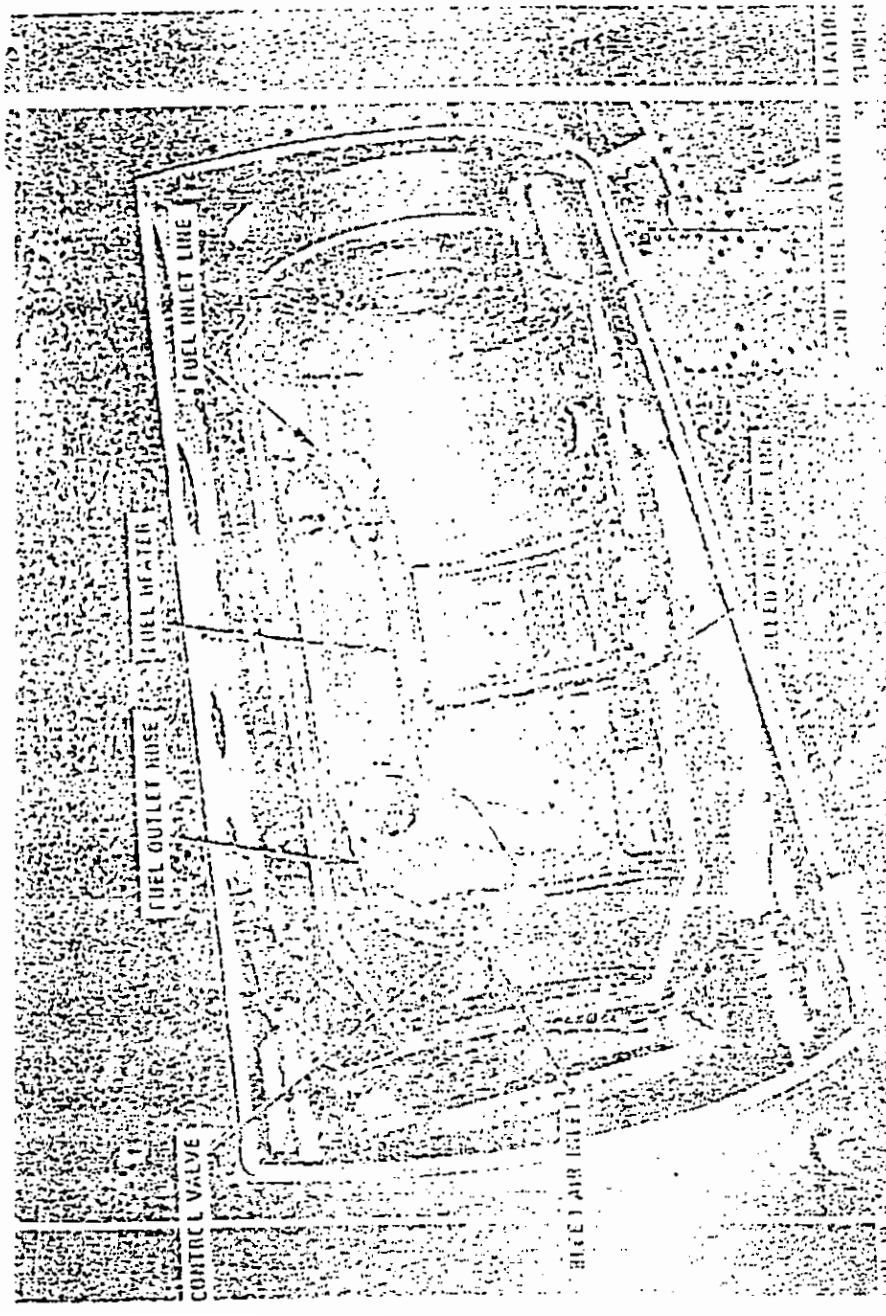
### Γενικά:

Στο τμήμα 48 της ατράκτου, η ροή του αέρος του APU παρέχεται στην κοιλότητα του Torque Box. Η παροχή αέρος χωρίζεται για να εξυπηρετήσει το σύστημα ψύξης και την μηχανή. Επίσης τοποθετημένα στην κοιλότητα είναι ο αγωγός καυσίμων και ο αγωγός εξαερισμού με την βαλβίδα εξαερισμού.

Η θυρίδα προσιτότητας είναι στερεωμένη με γιγγλυμούς (μεταλλικές αρθρώσεις στην δεξιά πλευρά).

Επί της θυρίδος είναι η εξαγωγή του συστήματος ψύξεως αέρος και οι οχετοί που συναντώνται με τον κάτω θώρακα.





31-5001-01

31-5001-02

31-5001-03

31-5001-04

31-5001-05

31-5001-06

## Εγκατάσταση θέρμανσης καυσίμου APU

### Γενικά:

Όπως είπαμε ο άνω θώρακας είναι στερεωμένος με στυλίδια στο τμήμα 48 της ατράκτου. Στην οροφή του θώρακα είναι εγκατεστημένος θερμαντής καυσίμου. Η λειτουργία του είναι αυτοματοποιημένη και αντιλαμβάνεται την θερμοκρασία του καυσίμου μέσω αισθητήρων.

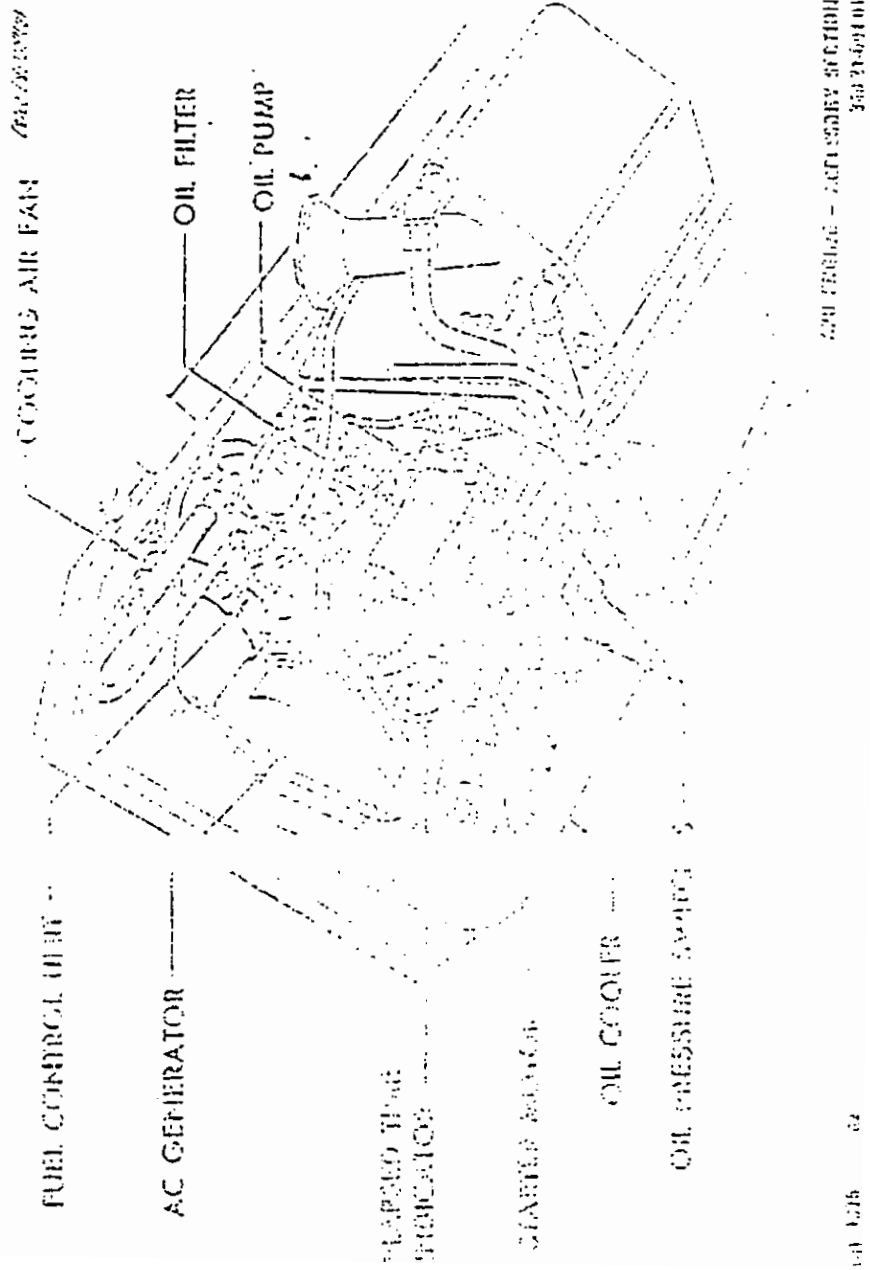
Το καύσιμο αφού διέλθει από τον θερμαντή, συναντά βαλβίδα ελέγχου η οποία ανοίγει όταν ανιχνεύει καύσιμα χαμηλής θερμοκρασίας επιτρέποντας στην ροή του αέρα να διοχετευθεί στον θερμαντή. Όταν η θερμοκρασία του καυσίμου αυξάνει η βαλβίδα ελέγχου κλείνει την παροχή αέρα. Η βαλβίδα ελέγχου λειτουργεί για θερμοκρασίες καυσίμου μεταξύ 42 ει όταν ανιχνεύει καύσιμα στερεωμένο σε τρία σημεία του άνω θώρακα, δύο στην δεξιά πλευρά και μία στην αριστερή.



## Εγκατάσταση APU

### Γενικά:

Το μπροστινό μέρος του APU είναι το τμήμα παρελκομένων, ακολουθεί ο συμπιεστής, ο θάλαμος καύσης, η τουρμπίνα και η εξάτμηση. Τοποθετημένη στη αριστερή πλευρά του συμπιεστή είναι η δεξαμενή ελαίου.

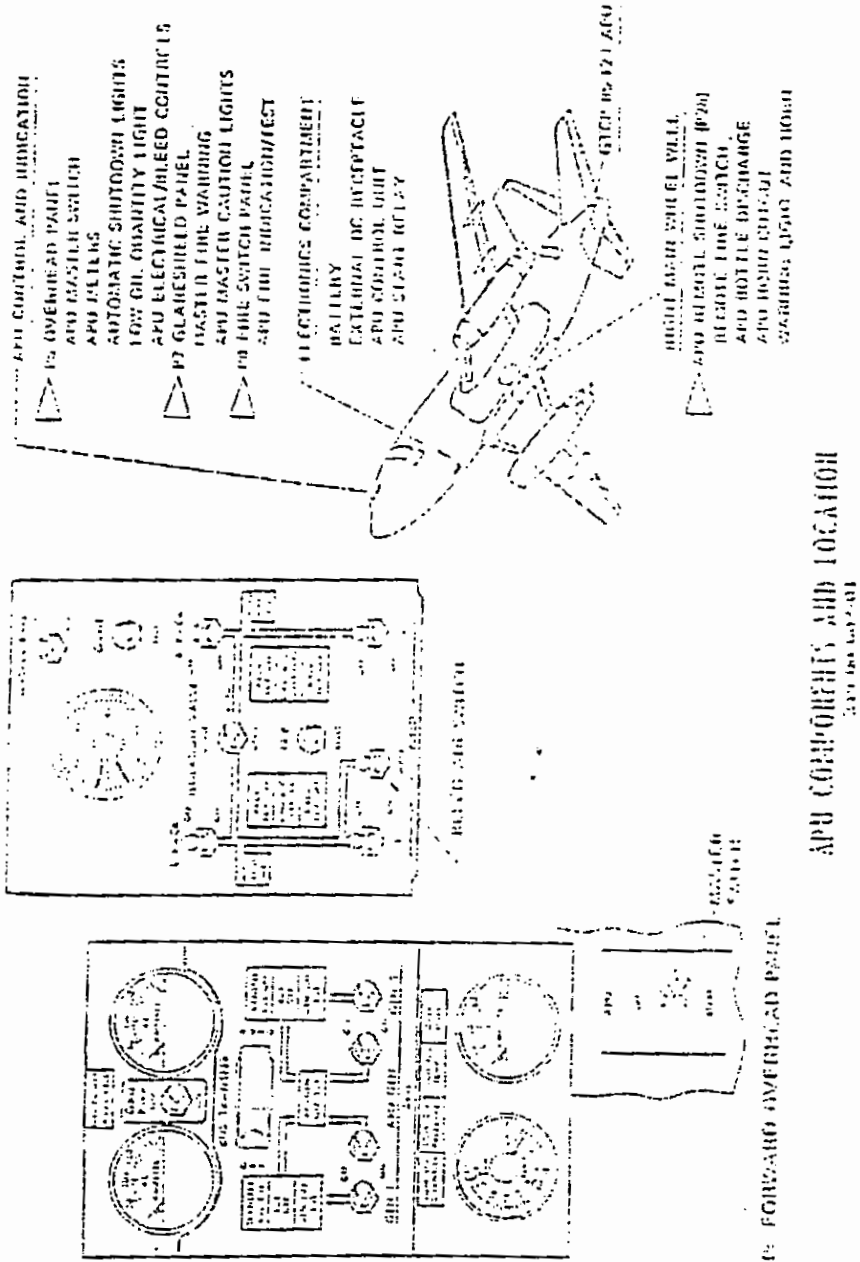


## Τμήμα παρελκομένων APU

### Γενικά:

Το πρώτο τμήμα του APU είναι το τμήμα παρελκομένων. Επί του τμήματος αυτού βρίσκονται:

- A. Εκκινητής.
- B. Γεννήτρια.
- Γ. Ενδείκτης παρελθόντος χρόνου.
- Δ. Σύστημα καυσίμου.
- Ε. Σύστημα λίπανσης.
- Στ. Σύστημα ψύξης για την γεννήτρια και την ψύξη του ελαίου.



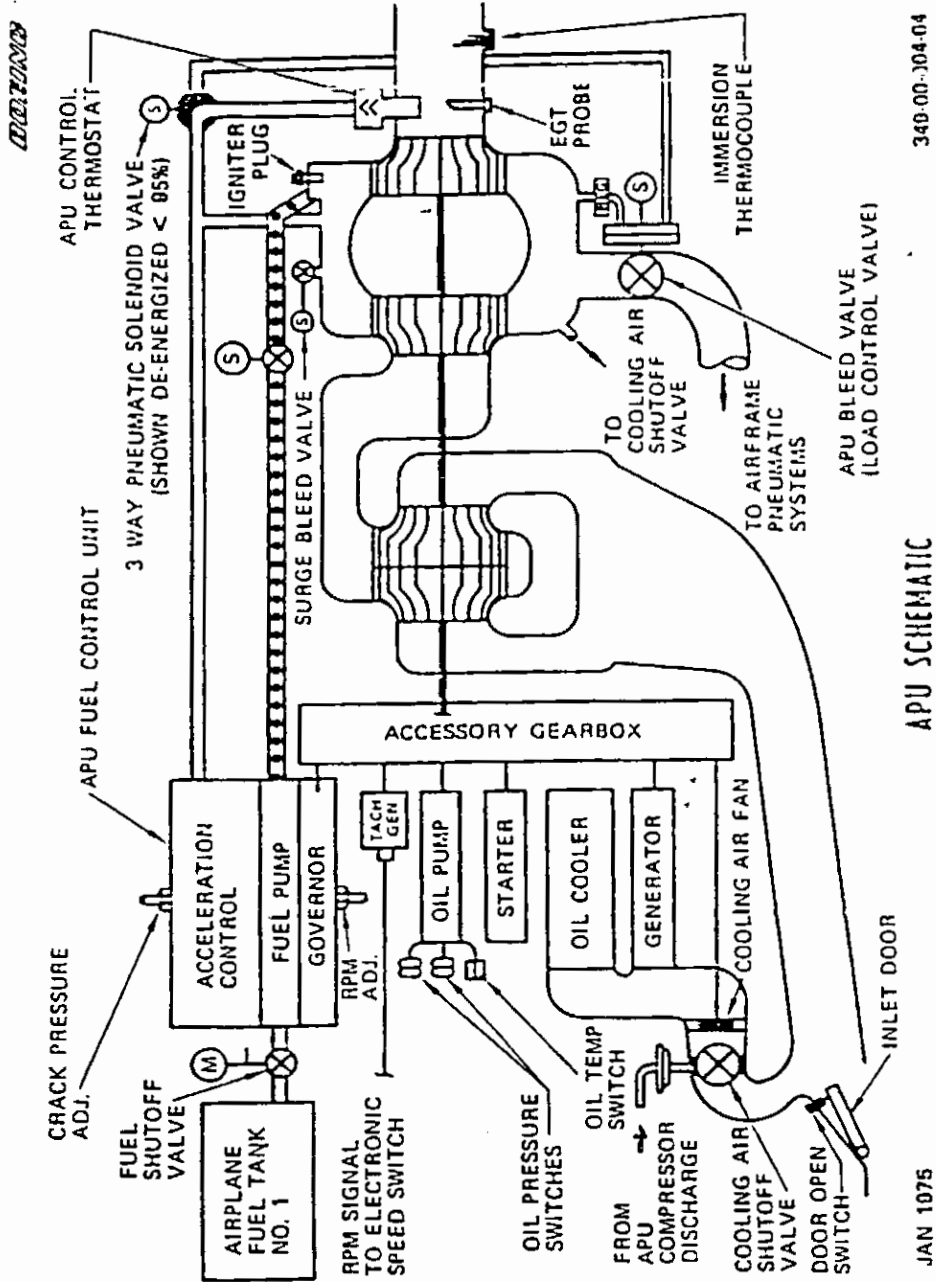
## Τοπολογία οργάνων APU

### Γενικά:

Η λειτουργία του APU παρακολουθείται από το πάνελ (πίνακα) P5 που βρίσκεται στο εμπρός μέρος της οροφής του θαλάμου διακυβέρνησης. Τα σχετικά όργανα είναι τα εξής:

- 1) Κύριος διακόπτης (Master Switch) – τριών θέσεων Off, On, Start.
- 2) Ενδείκτης θερμοκρασίας καυσαερίων.
- 3) Αμπερόμετρο γεννήτριας APU.
- 4) Μπλε λυχνία χαμηλής ποσότητας ελαίου – φωτοβολεί όταν η ποσότητα του ελαίου στην δεξαμενή πέφτει στο 1 ½ quart (quart = μονάδα μέτρησης υγρών που ισοδυναμεί με το 1/4 του γαλονιού).
- 5) Λυχνία χαμηλής πίεσεως ελαίου – φωτοβολεί κατά την εκκίνηση του APU, σβήνει όταν η πίεση ελαίου βρίσκεται στα 55 psi. Αν η πίεση του ελαίου πέσει στα 45 psi η λυχνία φωτοβολεί και το APU βγαίνει εκτός. Η λυχνία είναι σβηστή κατά την εκούσια διακοπή λειτουργίας του APU.
- 6) Λυχνία υψηλής θερμοκρασίας ελαίου – φωτοβολεί όταν η θερμοκρασία ελαίου φτάνει τους 120°C, αυτόματη σβέση APU.
- 7) Λυχνία υπερταχύνσεως (Overspeed) – φωτοβολεί αν η ταχύτητα του APU φτάσει το 110% των στροφών (Rpm), αυτόματη σβέση του APU.
- 8) Μπλε λυχνία Gen Off Bus του APU – φωτοβολεί στο 95% των στροφών.
- 9) Διακόπτης γεννήτριας APU, παροχή ενέργειας στα δεξιά ή στα αριστερά συστήματα του αεροσκάφους.
- 10) Διακόπτης APU Bleed επιτρέπει στον αέρα του APU να διοχετεύεται στα πνευματικά συστήματα του αεροσκάφους.





JAN 1075

APU SCHEMATIC

340-00-104-04

## Σχέδιο APU

Η μηχανή APU είναι ένας αεριοστρόβιλος άξονας με δύο φυγόκεντρες βαθμίδες συμπιεστή και έναν φυγόκεντρο στρόβιλο. Είναι μία αυτόνομη μονάδα που αποτελείται από τα εξής τμήματα:

A. Θυρίδα εισαγωγής αέρος με διακόπτη ενεργοποίησης θυρίδος στο δεξί μέρος της ατράκτου. Η ροή αέρος χωρίζεται: στην ροή αέρος μηχανής και στη ροή αέρος συστήματος ψύξης.

B. Αγωγός ψύξης με βαλβίδα αποκοπής αέρος (πνευματικά ελεγχόμενη) και στροφείου ψύξεως αέρα που παίρνει κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων.

Γ. Μονάδα ελέγχου APU που αποτελείται από αντλία καυσίμου, έλεγχο επιτάχυνσης. Το καύσιμο παρέχεται από τη δεξαμενή Νο 1 διαμέσου της βαλβίδας διακοπής καυσίμου. Από τη μονάδα ελέγχου καυσίμου το καύσιμο εισάγεται στον θάλαμο καύσης μέσω της σωληνοειδούς βαλβίδος καυσίμου.

Δ. Σύστημα ελαίου που αποτελείται από αντλίες πίεσεως και καθαρισμού, δύο διακόπτες πίεσης ελαίου, διακόπτη υψηλής θερμοκρασίας ελαίου και ψύκτη ελαίου.

Ε. Εκκινητή που χρησιμοποιεί 28 (Volt) Dc από μπαταρία ή εξωτερική παροχή.

ΣΤ. Γεννήτρια.

Ξ. Ταχογεννήτρια που προμηθεύει με κατάλληλα σήματα τον διακόπτη ταχύτητας.

Η. Στον αγωγό καυσαερίου είναι εγκατεστημένα:

1. Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσαερίων για τον ενδείκτη EGT.

2. Θερμοστάτης ελέγχου που χρησιμοποιείται κατά την επιτάχυνση και την κανονική λειτουργία από την βαλβίδα εξαερισμού. Η σύνδεση του θερμοστάτη γίνεται μέσω της 3-δρόμων (3-way) πνευματικής σωληνοειδούς βαλβίδας.

3. Αναρροφητικό θερμοζεύγος ή διακόπτη υπέρβασης θερμοκρασίας για την βαλβίδα εξαερισμού.

Θ. Βαλβίδα εξαερισμού διαμέσου της οποίας ο αέρας παρέχεται στο πνευματικό σύστημα του αεροσκάφους.

Ι. Βαλβίδα υπερχειλίσης – εξαερισμού: λειτουργεί εν πτήση όταν η βαλβίδα εξαερισμού του APU είναι κλειστή.



## Ακολουθία εκκίνησης του APU

### Γενικά:

Πρίν να ανοιχθεί το APU, ο διακόπτης της μπαταρίας πρέπει να είναι στη θέση On. Αυτό επιτρέπει στην μπαταρία να περάσει ρεύμα στο κύκλωμα ελέγχου και στον κύριο διακόπτη. Θέτοντας τον κυρίως διακόπτη (Master Switch) στη θέση Start στιγμιαία και αφήνοντας τον να πάει στη θέση On, η διαδικασία εκκίνησης ενεργοποιείται.

Η βαλβίδα διακοπής καυσίμου ανοίγει πλήρως και ακολούθως η θύρα εισαγωγής αέρα. Την ίδια στιγμή η αντλία καυσίμου του APU αρχίζει τη λειτουργία της. Όταν η θύρα είναι πλήρως ανοικτή, η μπαταρία (ή εξωτερική πηγή DC εφ' όσον χρησιμοποιείται) συνδέεται με τον εκκινητή (κινητήρας DC διέγερσης σειράς) και το APU αρχίζει να περιστρέφεται. Περίπου στο 10% RPM, η πίεση λαδιού αυξάνεται στα 4 psig, ο Νο1 διακόπτης πίεσεως λαδιού (LOP1) κλείνει, παρέχοντας ενέργεια στη μονάδα ανάφλεξης υψηλής τάσης και στη σωληνωειδή βαλβίδα η οποία ανοίγει.

Το APU επιταχύνει, βοηθούμενο από τον εκκινητή. Στο 35% RPM (για τα μοντέλα SX-BCA μέχρι BCD και για 50% για τα SX-BCE και πάνω), ενεργοποιείται ο ηλεκτρονικός διακόπτης ταχύτητας (ταχογεννήτρια), ο οποίος διακόπτει τη λειτουργία του εκκινητή. Αυτός ο έλεγχος-περιορισμός λειτουργίας του εκκινητή γίνεται από τα κυκλώματα, περιορισμού χρόνου ή time limiting circuit.

Τώρα πλέον η πίεση λαδιού έχει φθάσει τα 55 psig (περίπου στο 35% RPM) επιτρέποντας στο διακόπτη χαμηλής πίεσεως λαδιού Νο2 (LOP 2) να ανοίξει, σβήνοντας την ένδειξη (στον P5 του μπροστινού Overhead Panel) "Low Oil Pressure".

Στο 95% RPM, ο ηλεκτρονικός διακόπτης ταχύτητας ενεργοποιείται, σταματά η ηλεκτρονική ανάφλεξη και το APU είναι έτοιμο να μας παράσχει ηλεκτρική ενέργεια και αιολική πίεση αέρος.

1. APU IS NORMALLY SHUT DOWN BY PLACING THE MASTER SWITCH TO OFF, WHICH CLOSES THE NO. 1 TANK FUEL SHUTOFF VALVE, THE AIR INLET DOOR, AND PRODUCES A SIMULATED 110% OVERSPEED, DE-ENERGIZING THE FUEL SOLENOID VALVE.

2. PULLING EITHER APU FIRE HANDLE WILL CLOSE BOTH THE NO. 1 TANK FUEL SHUTOFF VALVE AND THE FUEL SOLENOID VALVE, AND CLOSE THE AIR INLET DOOR.

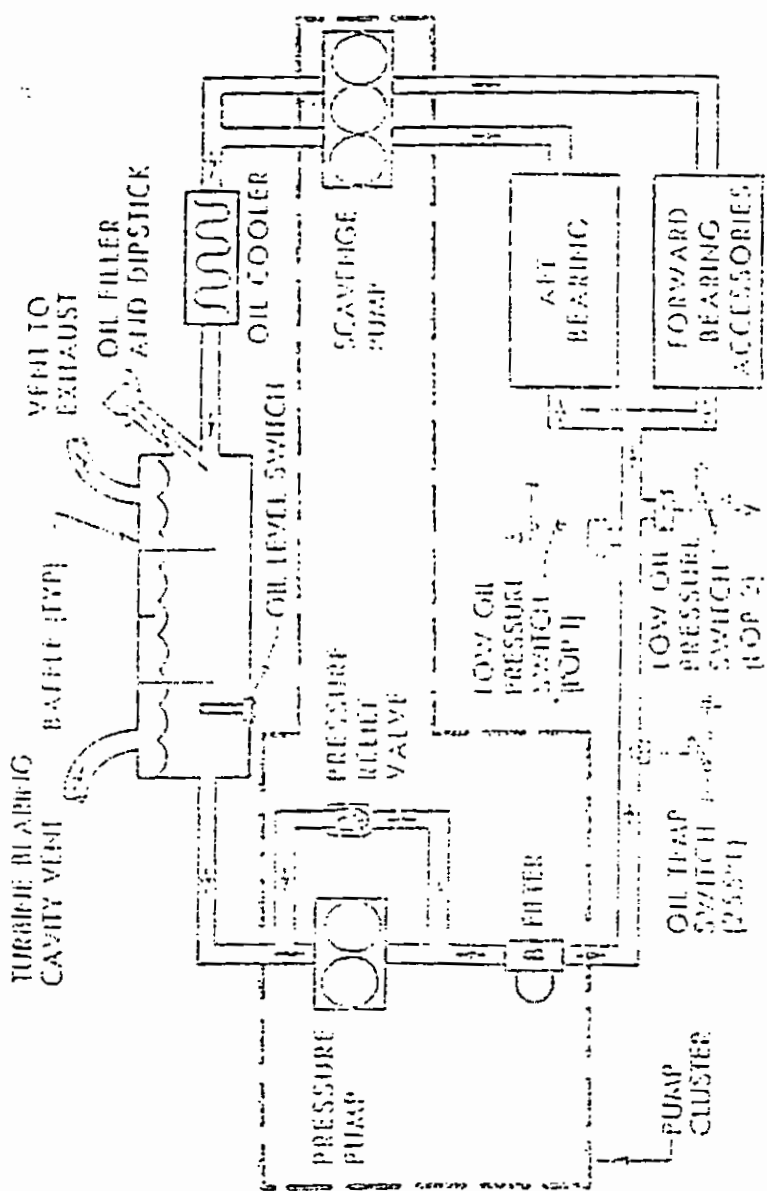
AUTOMATIC SHUTDOWN, DE-ENERGIZING THE FUEL SOLENOID VALVE RESULTS FROM:

3. OVERSPEED - 110% RPM (APPROX 45,000 RPM)
4. LOW OIL PRESSURE 4.5 PSIG.
5. HIGH OIL TEMPERATURE 255°F.
6. APU FIRE DETECTION (THIS ALSO CLOSES NO. 1 TANK FUEL SHUTOFF VALVE).
7. TURNING THE BATTERY SWITCH OFF FOR THE GROUND.

## Διακοπή λειτουργίας του APU

### Γενικά:

Το APU έχει αυτοματοποιημένη λειτουργία. Με την εμφάνιση κάποιου σφάλματος η σωληνοειδής βαλβίδα παροχής καυσίμου απενεργοποιείται και το APU σταματά να λειτουργεί. Σε ορισμένες περιπτώσεις κλείνουν επίσης και η βαλβίδα παροχής καυσίμου και η θύρα εισαγωγής αέρος.



APH LUBRICATION SYSTEM  
310 01031 01

## Σύστημα λίπανσης του APU

### Γενικά:

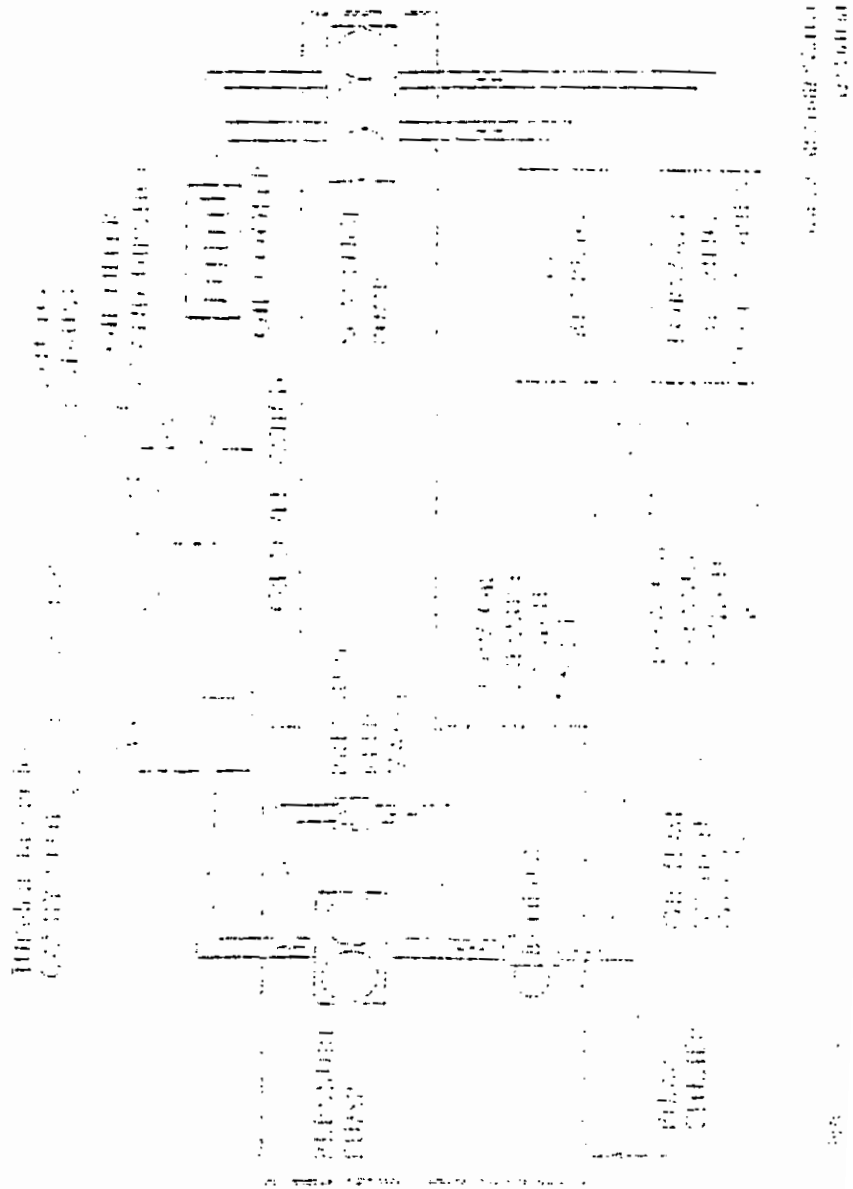
Η λίπανση του APU γίνεται με λάδι το οποίο ψύχει και λιπαίνει γρανάζια, ρουλεμάν και διαστήματα.

### Εξαρτήματα:

Τα εξαρτήματα του συστήματος λίπανσης βρίσκονται πάνω στο APU και αποτελούνται από:

1. Δεξαμενή ελαίου, χωρητικότητας 1 ½ γαλλονιού, με δυνατότητα συμπλήρωσης και ράβδο στάθμης λαδιού. Η δεξαμενή περιέχει ένα διακόπτη στάθμης λαδιού ο οποίος λειτουργεί όταν 3/8 του γαλλονιού λάδι απομένουν στη δεξαμενή.
2. Αντλία δημιουργίας πίεσεως και συλλεκτική αντλία επιστροφής του λαδιού στη δεξαμενή για να δώσει την κατάλληλη προειδοποίηση, κινούμενες από ένα κοινό άξονα από το κύριο κουτί γραναζιών (Gear Box) του APU.
3. Βαλβίδα ανακούφισης πίεσης, επιτρέπει στην πίεση του λαδιού να παραμείνει κάτω από τα 90 psig σταθερά.
4. Φίλτρο με βαλβίδα παράκαμψης.
5. Διακόπτης θερμοκρασίας ρυθμισμένος στους 255 ° F (124° C). Σε υψηλή θερμοκρασία λαδιού, ο διακόπτης κλείνει και τερματίζεται η λειτουργία του APU.
6. Διακόπτης χαμηλής πίεσης λαδιού N11 (LOP 1) κλείνει στα 4 psig. Όταν είναι κλειστός επιτρέπει την έναρξη της ανάφλεξης και το άνοιγμα της βαλβίδας καυσίμου κατά τη φάση της εκκίνησης.
7. Διακόπτης χαμηλής πίεσης λαδιού N1C\_\_LOP 2) ανοίγει στα 55 psig και κλείνει στα 45 psig. Σε τυχούσα χαμηλή πίεση λαδιού, ο διακόπτης κλείνει και τερματίζεται η λειτουργία του APU.
8. Ψύκτης λαδιού, ψύχει το λάδι με αέρα πριν την επιστροφή στη Δεξαμενή.

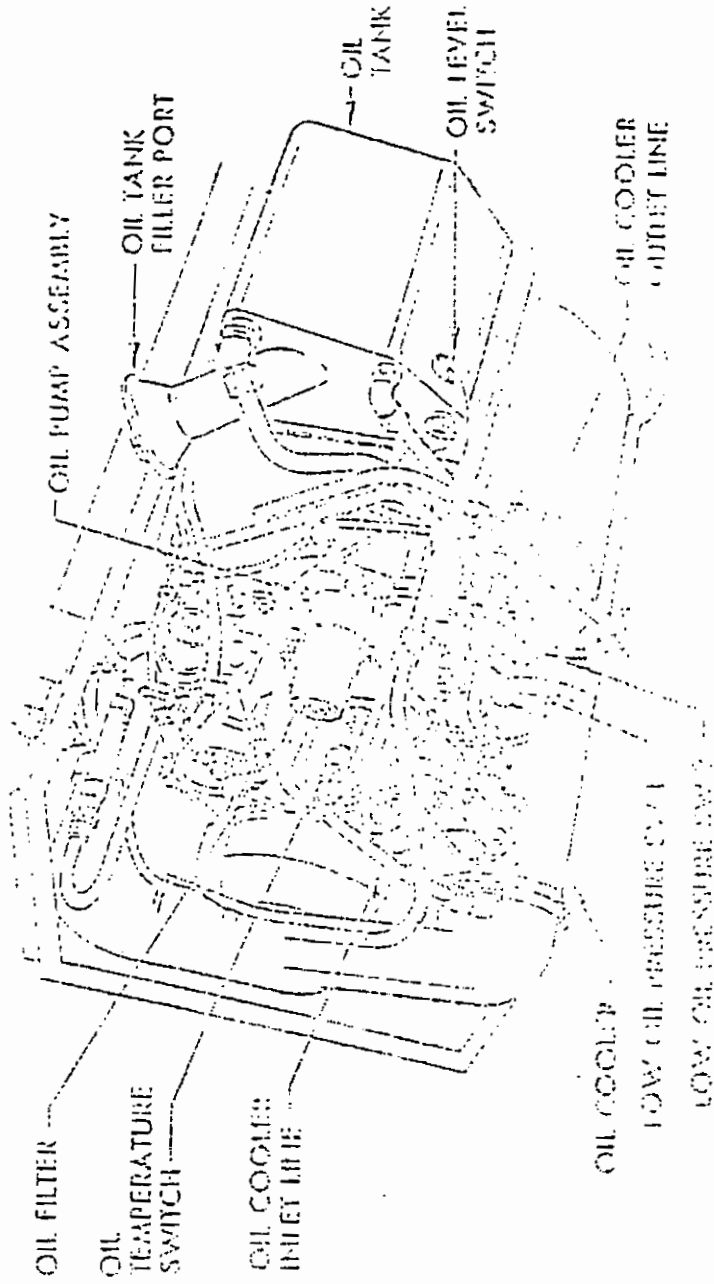




**Λειτουργία:**

Όταν το APU είναι σε κατάσταση λειτουργίας η αντλία πίεσης αντλεί λάδι από τη δεξαμενή και το μεταφέρει στα σημεία λιπάνσεως του APU. Η συλλεκτική αντλία τραβάει το λάδι από τους χώρους που λιπάνθηκε το APU και το οδηγεί μέσω του ψυγείου λαδιού πίσω στη δεξαμενή.

1601250 744



1601250 744

1601250 744

## Εξαρτήματα λιπάνσεως του APU

### Γενικά:

Τα εξαρτήματα που σχετίζονται με τη λίπανση του APU βρίσκονται στο χώρο των παρελκομένων του APU.

Αυτό περιέχει τα:

1. Δεξαμενή ελαίου χωρητικότητας 1 ½ γαλλονιού με θυρίδα συμπλήρωσης και ενδείκτη στάθμης.
2. Διακόπτη σχετιζόμενο με το ύψος του λαδιού ο οποίος λειτουργεί στα 3/8 του γαλλονιού για να ανάψει ένα μπλε «Low Oil Quantity» φως στο P5 εμπρός επί της οροφής Panel.
3. Αντλία λαδιού, πίεσης και άντλησης στον ίδιο άξονα οδηγούμενο από το βοηθητικό κιβώτιο ταχυτήτων (Gear Box).
4. Φίλτρο λαδιού με παρακαμπτική βαλβίδα.
5. Διακόπτης θερμοκρασίας ρυθμισμένος στους 255 ° F (124 ° C). Όταν τίθεται σε λειτουργία ανάβει το «High Oil Temperature» και σβήνει το APU.
6. Διακόπτης χαμηλής πίεσης λαδιού No1 (LOP 1), ρυθμισμένος στα 4 psig. Όταν τεθεί σε λειτουργία—διεγερθεί, διοχετεύεται ενέργεια στο σύστημα ανάφλεξης και στη σωληνοειδή βαλβίδα καυσίμου (fuel solenoid valve).
7. Διακόπτης χαμηλής πίεσης λαδιού No2 (LOP 2), ανοίγει στα 55 psig, κλείνει στα 45 psig. Όταν είναι ανοικτός σβήνει το "Low Oil Pressure", ενώ όταν είναι κλειστός το "LOP" ανάβει και το APU τίθεται εκτός λειτουργίας.
8. Ψυγείο λαδιού, χρησιμοποιεί αέρα για την ψύξη κατά την επιστροφή του λαδιού στη δεξαμενή.



## Έλεγχος επιτάχυνσης και σταθερών στροφών

### Γενικά:

Η παροχή καυσίμου στο θάλαμο καύσης του APU είναι αυτόματα προγραμματισμένη κατά την επιτάχυνση και λειτουργία με σταθερή ταχύτητα από τη μονάδα ελέγχου καυσίμου.

### Εξαρτήματα:

Η μονάδα ελέγχου καυσίμου απαρτίζεται από την αντλία καυσίμου, τη μονάδα ελέγχου επιτάχυνσης, το ρυθμιστή καυσίμου, τα φίλτρα, τη βαλβίδα ανακούφισης υψηλής πίεσης και τη σωληνοειδή βαλβίδα καυσίμου. Αυτά τα μέρη εντοπίζονται πάνω στα παρελκόμενα μέρη του APU.

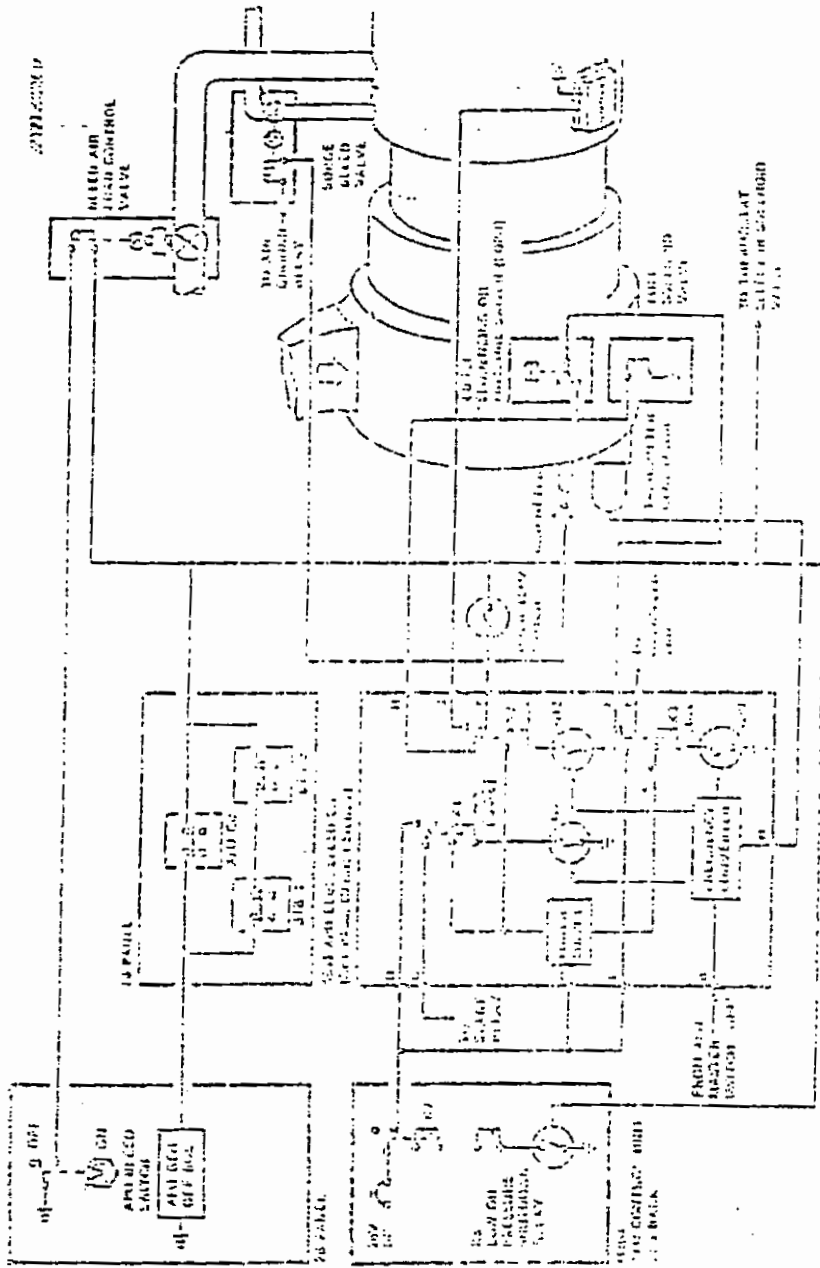
### Λειτουργία:

Το καύσιμο παρέχεται από την κυρίως δεξαμενή N°1 διαμέσω της κυρίως βαλβίδας καυσίμου του APU η οποία λειτουργεί από έναν μικρό κινητήρα DC και ανοίγει με τον κύριο διακόπτη στη θέση On. Τότε το καύσιμο τροφοδοτείται μέσω του φίλτρου χαμηλής πίεσεως προς την αντλία. Περίπου στο 10% RPM η σωληνοειδής βαλβίδα (fuel solenoid valve) ανοίγει με εντολή του (LOP 1) και το καύσιμο διοχετεύεται στο θάλαμο καύσης. Η ποσότητα καυσίμου που διοχετεύεται ελέγχεται από τη μονάδα ελέγχου επιτάχυνσης (Acceleration Control). Η μονάδα αυτή αισθάνεται την πίεση στον συμπιεστή. Καθώς αυξάνονται οι στροφές (RPM), αυξάνεται η πίεση στο συμπιεστή, μειώνοντας τη ροή καυσίμου, οπότε στην αρχή τροφοδοτείται με περισσότερο καύσιμο ο θάλαμος καύσης και προοδευτικά μειώνεται με την αύξηση της πίεσεως. Αν εμφανιστεί μεγάλη EGT (θερμοκρασία εξόδου καυσίμου), ο θερμοστάτης ανοίγει, ο έλεγχος πίεσης αποκαθίσταται, αυξάνεται η παράκαμψη και λιγότερο καύσιμο εισέρχεται στο θάλαμο καύσης. Κατά την ομαλή λειτουργία, ο ρυθμιστής καυσίμου αισθάνεται την ταχύτητα του APU και



ρυθμίζει τη ροή καυσίμου, παρακάμπτοντας μερικό από αυτό, για να διατηρήσει σταθερές τις στροφές.





HYDRAULIC - LED SWITCH (000/000)

30-41-0014

## Ηλεκτρονικός διακόπτης ελέγχου ταχύτητας

### Περιγραφή:

Είναι μία μονάδα που βρίσκεται στο επάνω μέρος του χώρου του APU που περιέχει ολοκληρωμένα κυκλώματα. Οι πληροφορίες σε αυτή τη μονάδα παρέχονται από μία γεννήτρια στροφομέτρου-συχνότητας. Στη μονάδα αυτή υπάρχουν τρεις τηλεδιακόπτες διεγερόμενοι σε ορισμένες στροφές του APU: 35% , 95% και 110% RPM. Οι τηλεδιακόπτες αυτοί ελέγχονται από ηλεκτρονικούς διακόπτες οι οποίοι με τη σειρά τους λειτουργούν από ένα μετατροπέα συχνότητας με σήματα της γεννήτριας στροφομέτρου.

Ο ηλεκτρονικός διακόπτης ελέγχου ταχύτητας είναι μία μονάδα που σκοπό έχει να ελέγξει τη λειτουργία του APU σε τρεις συγκεκριμένες ταχύτητές του. Στο 35% RPM για να σταματήσει τη λειτουργία του εκκινήτηρα, στο 95% RPM για να σταματήσει τη λειτουργία της ηλεκτρονικής ανάφλεξης του APU, στο 110% RPM για προστασία του APU από υπερτάχυνση. Οι πληροφορίες των στροφών του APU παρέχονται από μία γεννήτρια συχνοτήτων-στροφομέτρου που παίρνει κίνηση από το κύριο κουτί γρاناζιών (Gear Box). Η γεννήτρια αυτή παρέχει τις πληροφορίες της σε ένα μετατροπέα συχνότητας με ηλεκτρικά σήματα στις συγκεκριμένες στροφές του APU: 35%, 95% και 110% RPM. Σ' αυτές τις συχνότητες ο μετατροπέας συχνοτήτων θα διεγείρει αντίστοιχους ηλεκτρικούς διακόπτες, οι οποίοι με τη σειρά τους ελέγχουν αντίστοιχους τηλεδιακόπτες που ελέγχουν τις παραπάνω καταστάσεις. Οι επαφές του τηλεδιακόπτη παρέχουν λειτουργίες ελέγχου, όπως απομόνωση εκκινήτου, διακοπή ανάφλεξης, ετοιμότητα του APU προς φόρτιση, κλείσιμο λόγω υπερτάχυνσης και κανονικό κλείσιμο.

Ο ηλεκτρονικός διακόπτης που αναφέραμε παραπάνω, διεγείρεται με ένα σήμα από το μετατροπέα συχνοτήτων και κλείνει σε συγκεκριμένο αριθμό στροφών. Είναι δύο θέσεων (On ή Off), χωρίς ενδιάμεσες καταστάσεις όπως ένας ηλεκτρονικός τηλεδιακόπτης. Δέχεται σήματα μιάς φάσεως εκ των τριών, διπολικής γεννήτριας και συγκρίνει τη σταθερά χρόνου της συχνότητας. Τα σήματα συχνότητας καθορίζουν τη θέση του τηλεδιακόπτη διακοπής του εκκινήτη (K1), στο 35% RPM, ένδειξης ready to load (K2) στο 95% RPM και τηλεδιακόπτη overspeed (K3) στο 110% RPM.



## Ηλεκτρονικός διακόπτης ελέγχου ταχύτητας

### Λειτουργία:

35% RPM για τα μοντέλα SX-BCA μέχρι BCD.

Όταν η συχνότητα υπερβεί τα 25,7 Hz, η σταθερά χρόνου είναι 41,67 msec ή λιγότερο, το transistor Q6 ενεργοποιεί το τύλιγμα του ηλεκτρονόμου K1. Οι κανονικά κλειστές επαφές του ηλεκτρονόμου K1 ανοίγουν, διακόπτοντας την παροχή ρεύματος στο pin C του connector J1 απενεργοποιώντας το κύκλωμα του εκκινητή.

50% RPM για τα μοντέλα SX-BCE και πάνω.

Όταν η συχνότητα υπερβεί τα 34,5 Hz το τρανζίστορ Q6 ενεργοποιεί τον ηλεκτρονόμο K1 και επαναλαμβάνεται η διαδικασία που περιγράψαμε παραπάνω.

95% RPM

Όταν η συχνότητα υπερβεί τα 66,1 Hz, η σταθερά χρόνου είναι 15,15 msec ή λιγότερο, το transistor Q12 ενεργοποιεί το τύλιγμα του ηλεκτρονόμου K2. Οι κανονικά ανοικτές επαφές του ηλεκτρονόμου K2 κλείνουν, σπλιζοντας το ready to load circuits. Οι κανονικά κλειστές επαφές του ηλεκτρονόμου ανοίγουν, διακόπτοντας το ρεύμα από το pin C του connector J1 απενεργοποιώντας το κύκλωμα ανάφλεξης (ignition circuitry).

110% RPM

Αν η συχνότητα υπερβεί τα 74,7 Hz η σταθερά χρόνου είναι 13,07 msec ή λιγότερο. Το transistor Q20 ενεργοποιεί το τύλιγμα του ηλεκτρονόμου K3. Αν η συχνότητα είναι 20 μέχρι 76 Hz και η πηγή ενέργειας (line-to-line voltage) είναι 2 μέχρι 20 Volt Peak-to-Peak, 20-28 V DC, δημιουργείται ροή στο pin B του connector J1 και ενεργοποιείται ένα unijunction transistor circuit. Το ενεργοποιημένο κύκλωμα των unijunction transistors, θα προκαλέσει τη λειτουργία των transistors Q6, Q12, Q20, προκαλώντας τον τερματισμό της λειτουργίας της μονάδας λόγω overspeed characteristics (υπερτάχυνση).

APPROX. 2117



340 FUEL SHUTOFF VALVE - FAIR INSTALLATION  
349-31-009-02

OCT 1978

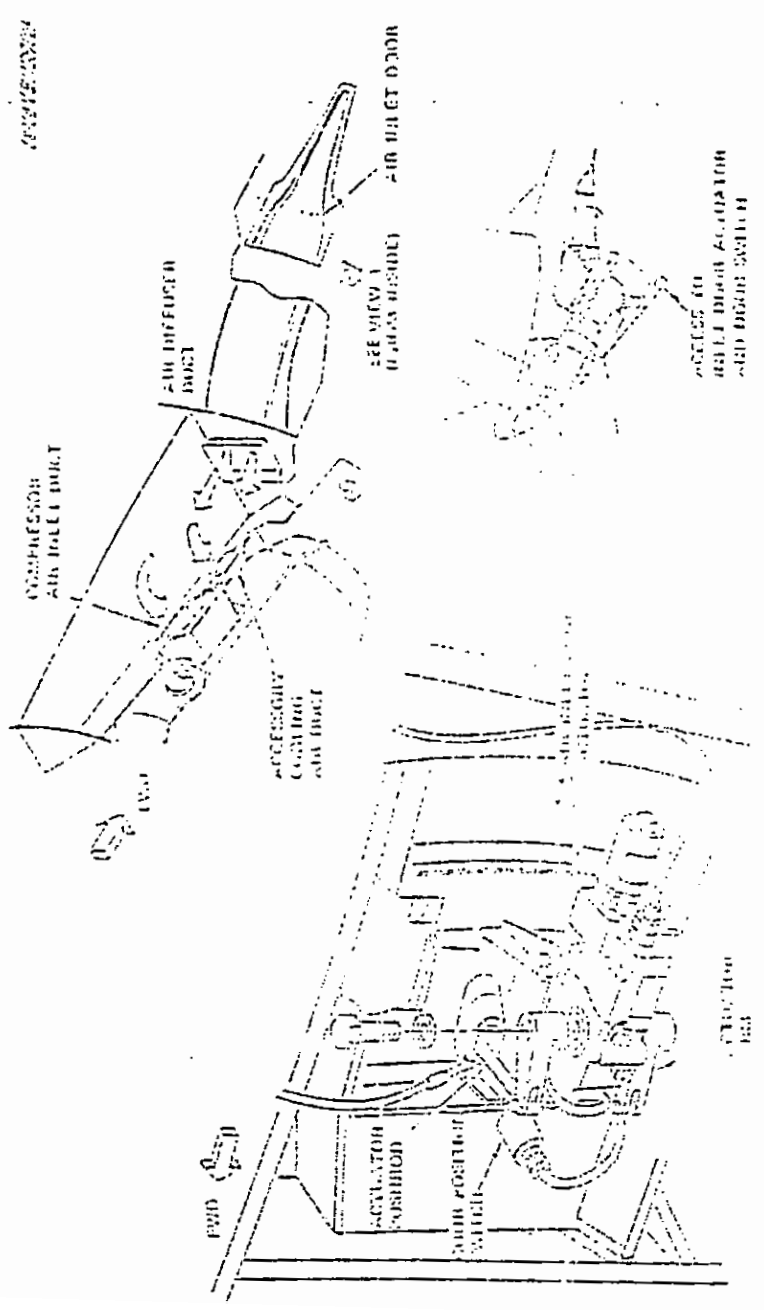
## **Κύρια ηλεκτρική αντλία καυσίμου και βαλβίδα διακοπής καυσίμου**

### **Γενικά:**

Το καύσιμο παρέχεται από την Νο1 κυρίως δεξαμενή μέσω της βαλβίδας αποκοπής καυσίμου του APU. Κατά την ακολουθία εκκίνησης η αντλία λειτουργεί για να παρέχει θετική ροή καυσίμου στο APU.

### **Τοποθεσία-Θέση.**

Η αντλία καυσίμου και η boost αντλία είναι αναρτημένη στην πίσω δοκό της αριστερής πτέρυγας και είναι προσβάσιμες από την αριστερή φωλέα των σκελών προσγείωσης.



710-100-21-612  
310-12-001-012

101-6-06  
62

## Σύστημα εισαγωγής αέρος

### Γενικά:

Παροχή αέρος για τη λειτουργία του APU γίνεται μέσω μιας θύρας εισόδου στη δεξιά πλευρά του οπίσθιου τμήματος της ατράκτου. Η θύρα εισόδου αέρος λειτουργεί ηλεκτρικά από έναν ηλεκτροκινητήρα. Όταν η θύρα είναι πλήρως ανοικτή, ένας μικροδιακόπτης θέσεως της θύρας είναι σε λειτουργία επιτρέποντας την συνέχιση της διαδικασίας εκκίνησης.





## Βαλβίδα καυσίμου, αντλία και κύκλωμα ηλεκτροκίνητης θύρας

### Γενικά:

Κατά την εκκίνηση του APU, η κύρια βαλβίδα καυσίμου και η θύρα εισόδου αέρος ανοίγουν αμοιβαία. Η κύρια ηλεκτρική αντλία καυσίμου του APU, χρησιμοποιείται κατά τον κύκλο εκκίνησης για την τροφοδότηση καυσίμου στο APU.

### Εξαρτήματα:

1. Κύριος διακόπτης εκκίνησης τριών θέσεων που είναι στο P5 επί της οροφής panel.
2. Μονάδα ελέγχου του APU, M280, βρίσκεται στο ενθέμιο E3- 3 στο χώρο ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών μονάδων 41 κάτω από το πιλοτήριο.
3. Κύρια βαλβίδα καυσίμου που λειτουργεί με ηλεκτρικό κινητήρα που βρίσκεται δίπλα στην αντλία.
4. Ηλεκτροκίνητηρας θύρας εισόδου αέρος, βρισκόμενη στον τομέα 48.
5. Αντλία καυσίμου που βρίσκεται στην αριστερή δοκό πτέρυγας.
6. Ηλεκτρονόμοι R155, R191, R18 και R19 οι οποίοι βρίσκονται στο P6-2 panel θερμικών ασφαλειών.

Η παροχή είναι 28V DC από μια μπάρα που τροφοδοτείται από την μπαταρία, μετασχηματιστή-ανορθωτή στη μονάδα ελέγχου γεννήτριας.



## Βαλβίδα καυσίμου, αντλία και κύκλωμα ηλεκτροκινητήρα θύρας

### Λειτουργία:

Θέτοντας τον κύριο διακόπτη στιγμιαία στη θέση Start και ακολούθως στη θέση On, παρέχουμε ενέργεια μέσω της ανοικτής επαφής του ηλεκτρονόμου K4 στο M280 προς την κύρια βαλβίδα καυσίμου του APU. Όταν η βαλβίδα είναι πλήρως ανοικτή, ρεύμα παρέχεται στον ηλεκτροκινητήρα της θύρας εισαγωγής αέρος για να ανοίξει.

Θέτοντας το διακόπτη στη θέση Off ή όποτε ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K4 (πυρανίχνευση, ενεργοποίηση χειροκίνητου συναγερμού πυρκαγιάς), η βαλβίδα διακοπής καυσίμου και η θύρα εισαγωγής αέρος κλείνουν.

Όταν ο κύριος διακόπτης είναι στη θέση On κατά τον κύκλο εκκίνησης, ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος R155 επιτρέποντας στην αντλία να λειτουργήσει. Μόλις οι στροφές φθάσουν το 95% RPM, ο ηλεκτρονικός διακόπτης ταχύτητας ενεργοποιεί τον ηλεκτρονόμο R191, απενεργοποιώντας τον ηλεκτρονόμο R155 και η αντλία αποκόπτεται. Αν κατά τη διάρκεια του κύκλου εκκίνησης η μπροστά κυρίως δεξαμενή N°1 ή η πίσω αντλία χρησιμοποιείται για την τροφοδότηση του APU με καύσιμο, η αντλία καυσίμου του APU σταματάει.



## Κύρια βαλβίδα λήψης πίεσεως αέρος από το APU

### Γενικά:

Το APU χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία αέρος (bleed air) στα αεροσκάφη, εκκίνηση ενός κύριου κινητήρα ή κλιματισμό. Ο αέρας παρέχεται μέσω της bleed valve.

### Εξαρτήματα:

1. Βαλβίδα εξαερισμού, πνευματικής λειτουργίας, ελεγχόμενη από σωληνοειδές πηνίο.
2. Διακόπτης εξαερισμού APU , On – Off.
3. 3-way πνευματική σωληνοειδής βαλβίδα.
4. Θερμοστάτης ελέγχου, ανοίγει στους 650 ° C.
5. Θερμοζεύγος αδράνειας (λειτουργεί στους 695 ° C) και διακόπτης υπερθέρμανσης.
6. 95% RPM ηλεκτρονικός διακόπτης ταχύτητας.
7. Βαλβίδα εκτόνωσης υπερπίεσης.
8. R 38, ηλεκτρονόμος αέρος – εδάφους.



## Κύρια βαλβίδα λήψης πίεσεως αέρος από το APU

### Λειτουργία:

Μόλις το APU φθάσει το 95% RPM, η πνευματική σωληνοειδής βαλβίδα τριών οδών συνδέει το θερμοστάτη με τη βαλβίδα εξαερισμού και οπλίζεται ο διακόπτης εξαερισμού του APU. Θέτοντας τον bleed switch στη θέση On, ενεργοποιείται η σωληνοειδής βαλβίδα και ανοίγει. Καθώς το APU τροφοδοτεί με αέρα, η ταχύτητά του μπορεί να πέσει, αποκαθίσταται όμως με τη διοχέτευση περισσότερου καυσίμου από τον ρυθμιστή ταχύτητας. Εάν η EGT δεν μειωθεί κάτω των 650° C, αλλά αντίθετα αυξηθεί μέχρι τους 690°C, τότε ο θερμοστάτης ανοίγει απενεργοποιώντας τη σωληνοειδή βαλβίδα, οπότε αυτή κλείνει. Έτσι λοιπόν το φορτίο μειώνεται και η παροχή καυσίμου επίσης μειώνεται. Όταν η EGT πέσει ο θερμοστάτης κλείνει και η βαλβίδα τείνει προς την ανοικτή θέση.

Η βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης, surge bleed valve, είναι πάντα κλειστή όταν το APU λειτουργεί στο έδαφος. Εν πτήση και σε περίπτωση λειτουργίας του APU, η surge bleed valve θα ανοίξει εφ'όσον η κύρια παροχή αέρος είναι κλειστή για να εκτονώσει την υπερβολική πίεση αέρος μέσα στο χώρο του συμπιεστή του APU.



FIGURE 2

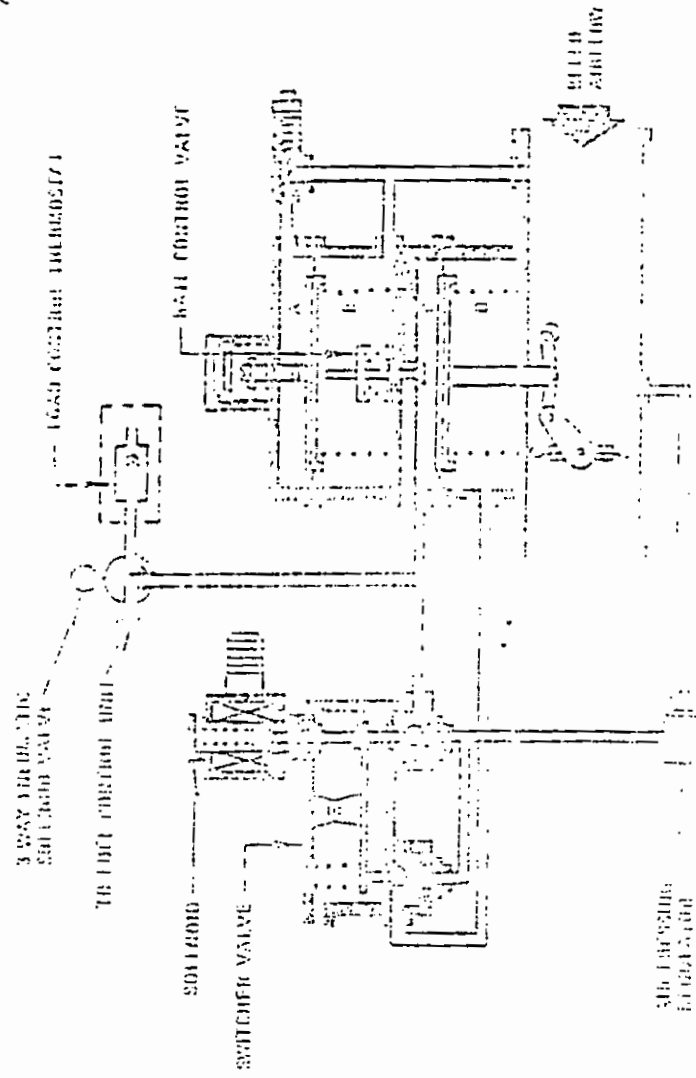


FIGURE 2  
HEATED AIR VALVE SCHEMATIC

FIGURE 2

## Σχηματικό κύριας βαλβίδας λήψης πιέσεως αέρος

### Γενικά:

Η κύρια βαλβίδα παροχής αέρος ελέγχεται σωληνοειδώς και λειτουργεί με πίεση αέρος. Βρίσκεται στον κύριο αγωγό παροχής αέρος κοντά στο APU (bleed duct).

### Λειτουργία:

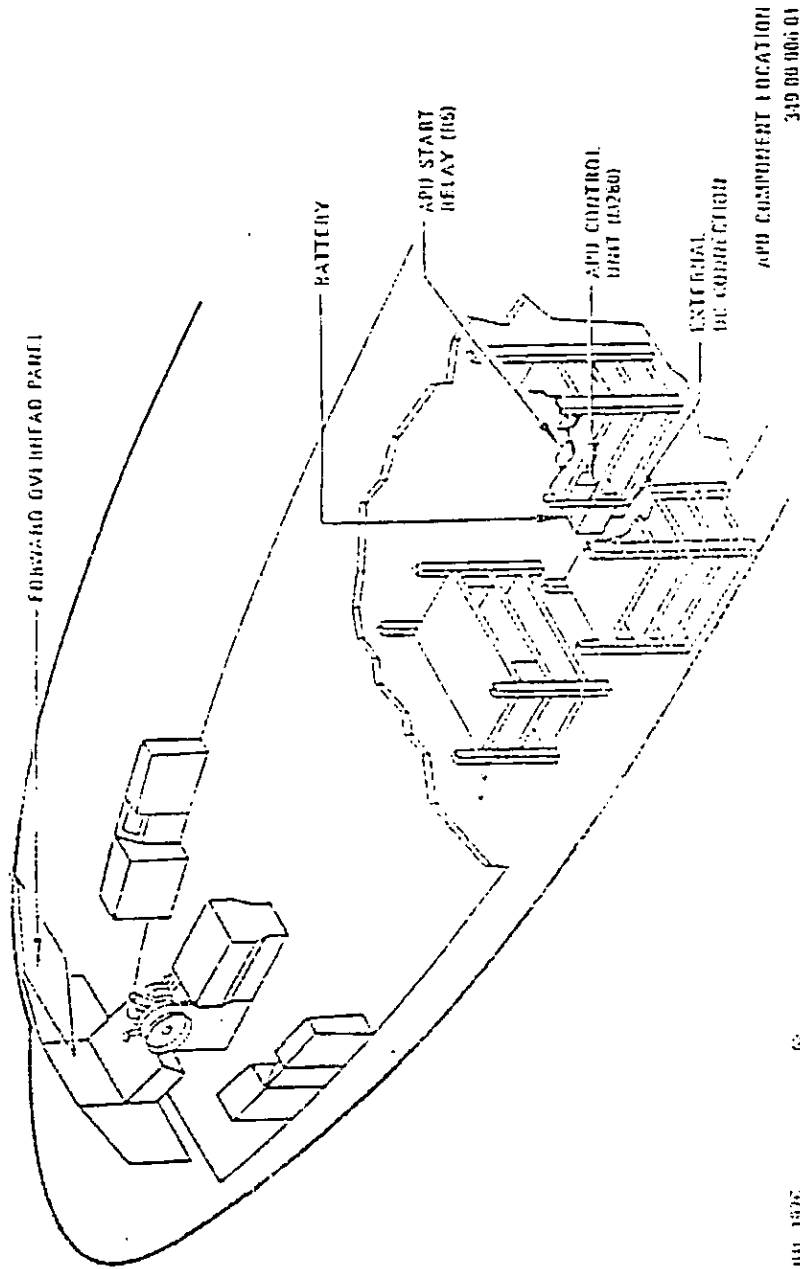
Με τη λειτουργία του APU άνω του 95% RPM, η βαλβίδα μπορεί να ανοίξει για να τροφοδοτήσει με αέρα τα πνευματικά συστήματα του αεροσκάφους.

Όταν το σωληνοειδές διεγείρεται, ένας αέρας ελέγχου λειτουργίας από την πεταλούδα (butterfly) περνά μέσω του ρυθμιστή και του διακόπτη-βαλβίδα (switcher-valve) στο τμήμα C της βαλβίδας. Το τμήμα C βρίσκει διέξοδο μέσω του διακόπτη-βαλβίδα. Καθώς η πεταλούδα ανοίγει, το ρεύμα αέρα μειώνεται, στο τμήμα B η πίεση μειώνεται ταχύτερα από το τμήμα A με δυνατότητα του περιοριστή (restrictor).

Η διαφορική πίεση ενεργεί στο διάφραγμα και ανοίγει την βαλβίδα βαθμωτού ελέγχου (rate control valve). Αυτό δίνει μερική διέξοδο στο τμήμα C, μειώνοντας το ρυθμό ανοίγματος της βαλβίδας.

Αν εμφανιστεί υψηλή EGT, ο θερμοστάτης θα ανοίξει, δίνοντας μερική διέξοδο στο τμήμα C, η βαλβίδα μορφοποιείται προς την κλειστή θέση. Όταν ο θερμοστάτης κλείσει, η πίεση στο τμήμα C αυξάνεται και η βαλβίδα μορφοποιείται προς την ανοικτή θέση. Όταν το σωληνοειδές απενεργοποιείται, η πίεση ελέγχου παρέχεται στο τμήμα D, το τμήμα C βρίσκει διέξοδο, η βαλβίδα κλείνει.

CONTINUED



APU COMPONENT LOCATION  
340 00 000 01

62

JUL 1972

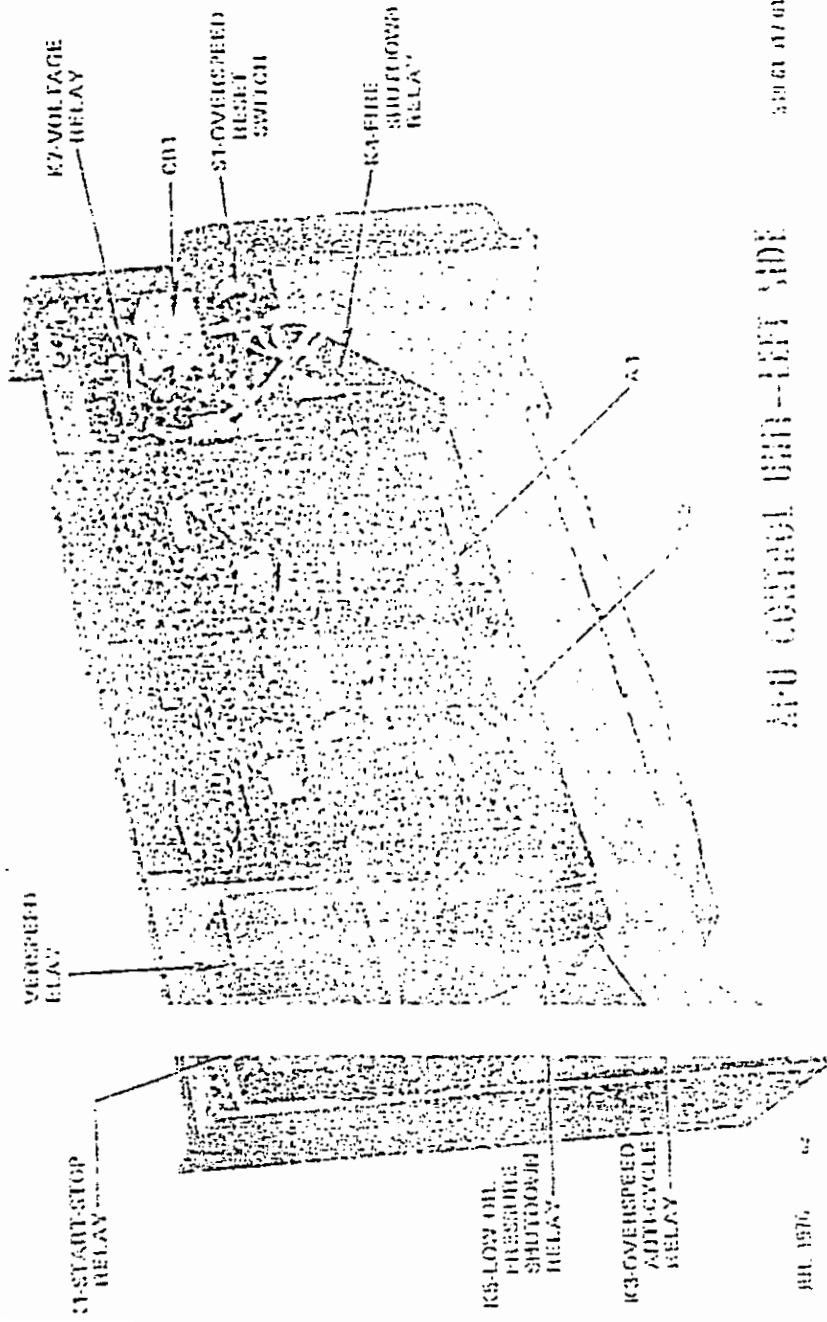
## Τοποθεσία εξαρτημάτων APU

### Γενικά:

Το APU ξεκινά χρησιμοποιώντας τους συσσωρευτές του αεροσκάφους ή την εξωτερική πηγή DC της οποίας η σύνδεση βρίσκεται κάτω από τους συσσωρευτές. Ο ηλεκτρονόμος R5 συνδέει τον εκκινητή του APU με την παροχή ρεύματος.

Η παρακολούθηση και ο έλεγχος του APU γίνεται από το εμπρόσθιο επί της οροφής panel και τη μονάδα ελέγχου του APU (M280).

2000000000



APU CONTROL UNIT--LEFT SIDE

5000000000

JUL 1976

## Μονάδα ελέγχου APU-Αριστερή πλευρά

### Γενικά:

Η μονάδα ελέγχου APU, M280, βρίσκεται στην E3-3 φωλέα στο κάτω μέρος του τμήματος 41 και περιέχει τα ακόλουθα εξαρτήματα:

1. Διακόπτη reset υπερταχύτητας -S1-. Χρησιμοποιείται για να επαναφέρει σε ακολουθία τα κυκλώματα ελέγχου όταν διακόπτεται η υπερταχύτητα.
2. Τέσσερα τυπωμένα κυκλώματα A1, A2, A3 και A4.
3. Επτά ηλεκτρονόμους:
  - H/N K1: Ηλεκτρονόμος στάσης-εκκίνησης, διπλού πηνίου με σύρτες στην Κλειστή επαφή, επιτρέπει στο APU να εκκινήσει όταν είναι κλειστή η επαφή, ενώ διακόπτει τη λειτουργία του APU στη θέση "trip".
  - H/N K2: Ηλεκτρονόμος διακοπής υπερταχύσεως, διπλού πηνίου με σύρτες στην "trip" θέση και διακόπτει μόνο από πραγματική υπερταχύτητα 110% RPM. Η επαναφορά γίνεται μέσω διακόπτη.
  - H/N K3: Ηλεκτρονόμος anti-cycle υπερταχύτητας, επιτρέπει στον H/N K2 να διακόψει και πάλι κατά τη διάρκεια που ο διακόπτης επαναφοράς (reset) είναι ενεργοποιημένος.
  - H/N K4: Ηλεκτρονόμος διακοπής πυρκαγιάς, κλείνει τη βαλβίδα καυσίμου και την εισαγωγή αέρα. Ενεργοποιείται είτε από χειροκίνητο σύστημα πυρκαγιάς είτε από αισθητήρα ανίχνευσης πυρκαγιάς.
  - H/N K5: Ηλεκτρονόμος διακοπής σε περίπτωση χαμηλής πίεσης λαδιού. Οπλίζει στο 95% των στροφών και ενεργοποιείται από τη χαμηλή στάθμη λαδιού τριπάροντας τον ηλεκτρονόμο K1.
  - H/N K6: Ηλεκτρονόμος αποτροπής εκκινήσεως, μανδαλώνει όταν ο κύριος διακόπτης τοποθετηθεί στη θέση "Start" και διασφαλίζει διαδικασία εκκινήσεως ανεξάρτητα από τη θέση δευτερευόντων διακοπών.
  - H/N K7: Βοηθητικός διακόπτης στάσης-εκκίνησης ενεργοποιείται όταν μανδαλώσει ο K1 και ανοίγει πλήρως η εισαγωγή αέρος. Προσδίδει νέα παροχή ισχύος στη βαλβίδα καυσίμων, στο σύστημα ανάφλεξης και στον ηλεκτρονόμο εκκίνησης.

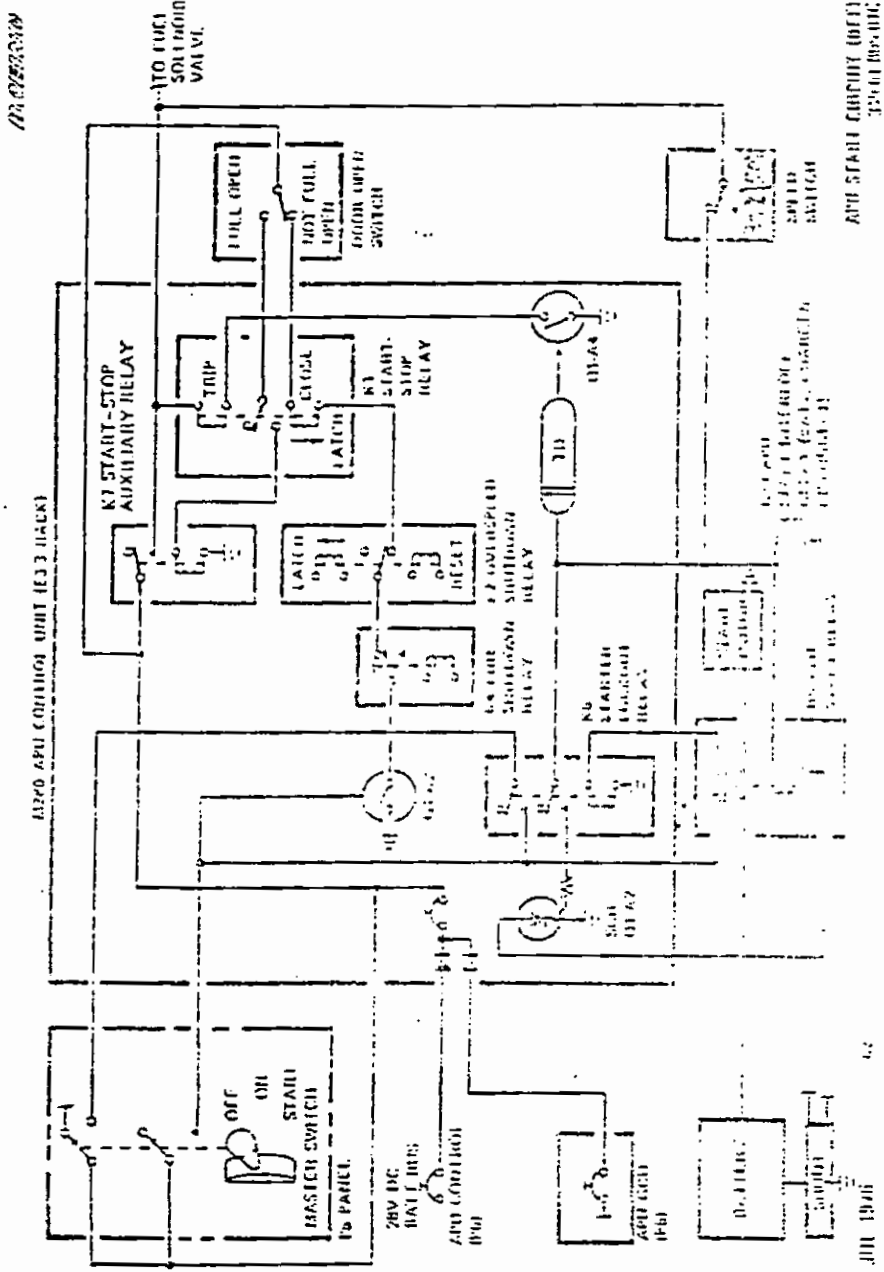


## Παροχή ισχύος μονάδας ελέγχου APU

### Γενικά:

Η μονάδα ελέγχου του APU τροφοδοτείται με 28 V DC. Αυτή η ισχύς δίνεται από τη μπαταρία διανομής η οποία με τη σειρά της τροφοδοτείται από μπαταρία ή μέσω του TR3 όταν ο διακόπτης της μπαταρίας είναι στη θέση "On". Μια δεύτερη πηγή ενέργειας είναι από τη μονάδα Μ/Σ-ανορθωτή εντός της μονάδας ελέγχου της γεννήτριας του APU η οποία υποστηρίζεται από μπαταρία όταν ο διακόπτης είναι στη θέση "On". Εάν ο διακόπτης είναι στη θέση "Off", στο έδαφος, τότε το APU τίθεται εκτός ενώ κατά τη διάρκεια της πτήσης το APU συνεχίζει να λειτουργεί.





JUL 1946

## Σύστημα εκκίνησης του APU (Off)

### Γενικά:

Το σύστημα εκκίνησης του APU χρησιμοποιείται για εκκίνηση του APU στο έδαφος ή εν πτήση.

### Στοιχεία:

Το σύστημα εκκίνησης αποτελείται από:

A: Κύριο διακόπτη τριών θέσεων τοποθετημένο στον P5 επί της οροφής πίνακα.

B: Μονάδα ελέγχου του APU, M280, τοποθετημένη στο φορέα E3-3.

C: Διακόπτης ανοικτής θύρας ευρισκόμενος στο τμήμα 43.

D: Διακόπτης ταχύτητας τοποθετημένος στο πίσω τμήμα της καμπίνας επιβατών.

E: Κινητήρας εκκίνησης, ευρισκόμενος στο τμήμα παρελκομένων του APU.

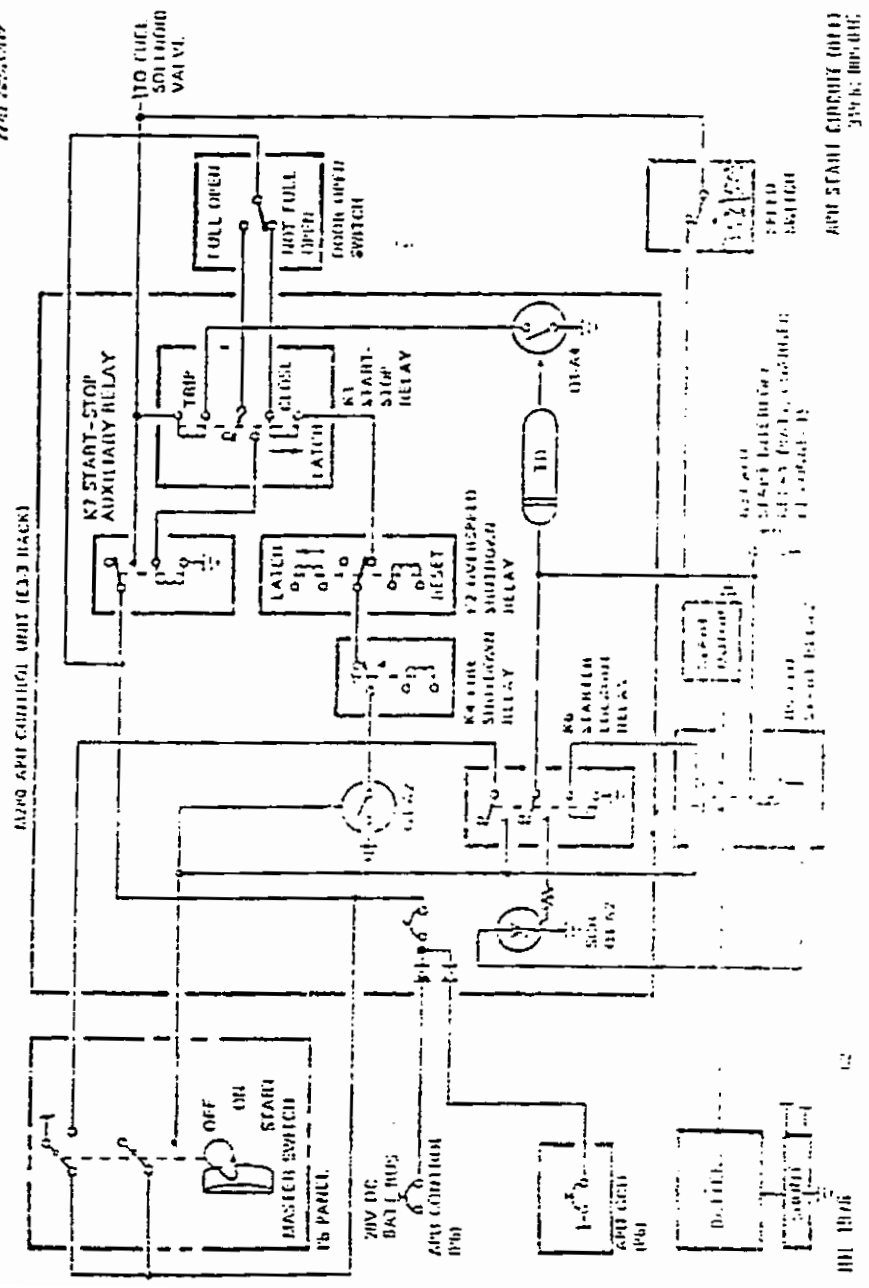
F: Ηλεκτρονόμος εκκίνησης R5 τοποθετημένος στο τμήμα 41.

G: Ηλεκτρονόμος εκκίνησης ενδοασφάλειας R39, τοποθετημένος εντός του πίνακα της θερμικής ασφάλειας P6-2.

H: Μπαταρία η οποία βρίσκεται στο τμήμα 41.

Η παροχή ισχύος είναι 28 V DC από τη μπαταρία διανομής ή το Μ/Σ-ανορθωτή εντός της μονάδας ελέγχου της γεννήτριας του APU.

REVISED BY



APU START CIRCUIT (004)  
3P6, 1P6, 1P6

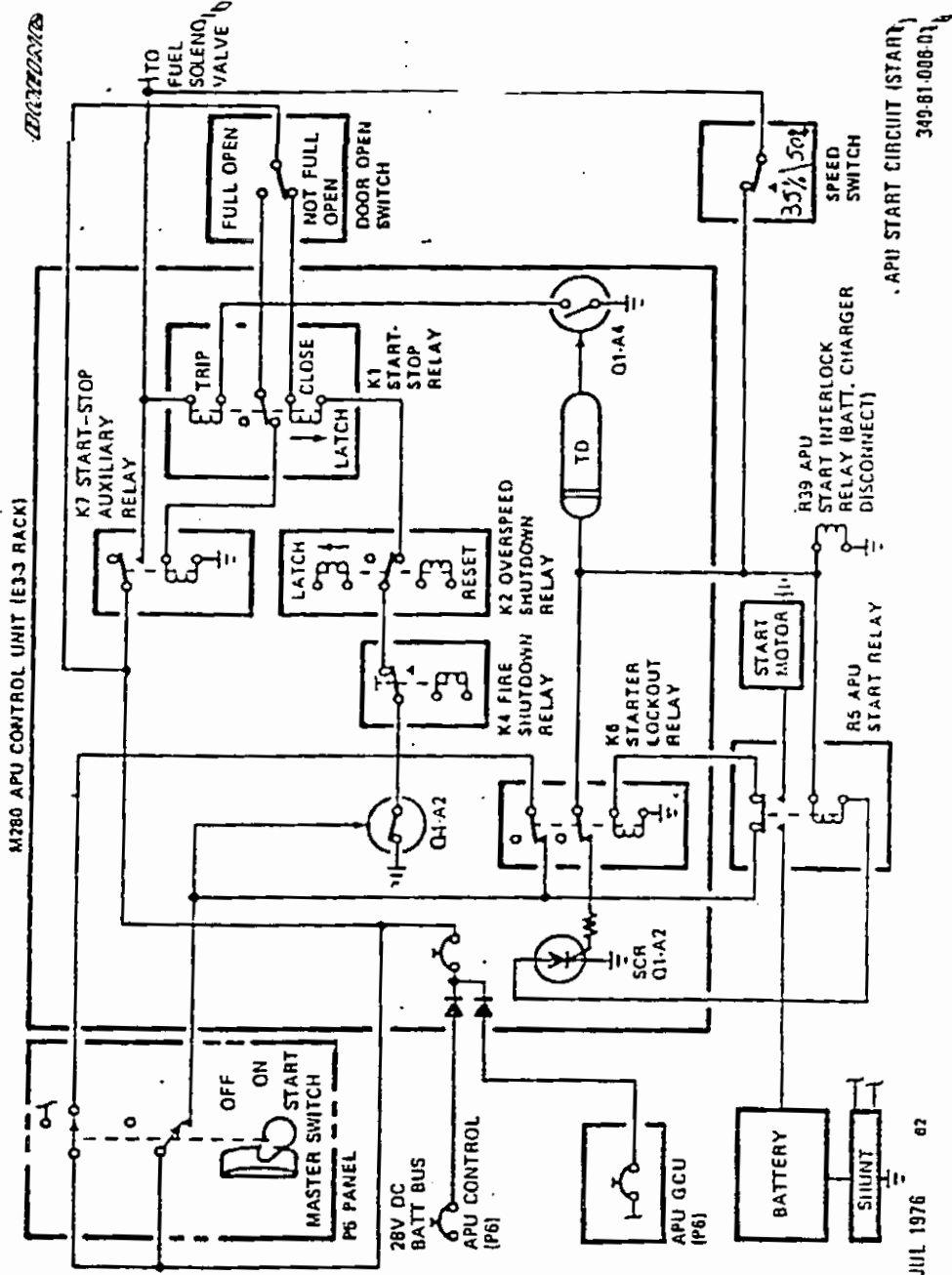
12

101 1106

## Σύστημα εκκίνησης του APU (Ofi)

### Λειτουργία:

Με το διακόπτη της μπαταρίας στη θέση "On" η μπαταρία διανομής τροφοδοτείται παρέχοντας ισχύ στη μονάδα ελέγχου του APU. Η ισχύς είναι τώρα διαθέσιμη στο κύριο διακόπτη, ο οποίος βρίσκεται σε επαφή με τον ηλεκτρονόμο K7, και μέσω του διακόπτη ανοικτής θύρας στον κλειστό ηλεκτρονόμο K1.



APU START CIRCUIT (START)

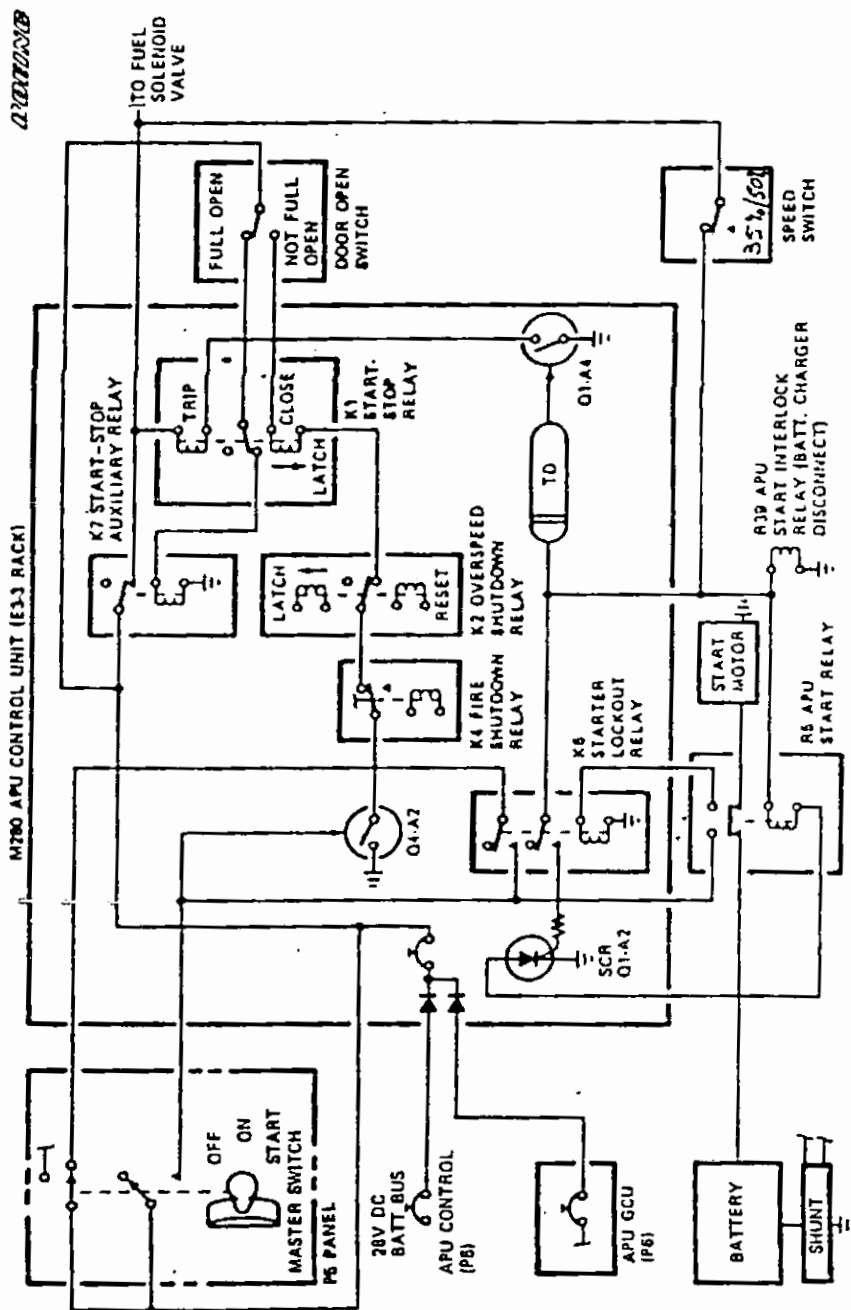
349-81-008-01

JUL 1976 67

## Σύστημα εκκίνησης του APU (Start)

### Λειτουργία:

Τοποθετώντας το κύριο διακόπτη στιγμιαία στη θέση "Start" το τρανζίστορ Q4-A2 πολώνεται μέσω της επαφής του κύριου διακόπτη. Με το τρανζίστορ Q4-A2 σε αγωγιμότητα ο Η/Ν Κ1 ενεργοποιείται και μανδαλώνει. Επίσης ο Η/Ν Κ6 ενεργοποιείται μέσω της ανοικτής επαφής του Η/Ν R5. Όταν ο κύριος διακόπτης αφήνεται στη θέση "On", ο Η/Ν Κ6 θα παραμείνει ενεργοποιημένος μέσω δικής του επαφής.



APU START CIRCUIT (CRANK)  
349-11-007-018

## Σύστημα εκκίνησης APU (στρόφαλος)

### Λειτουργία:

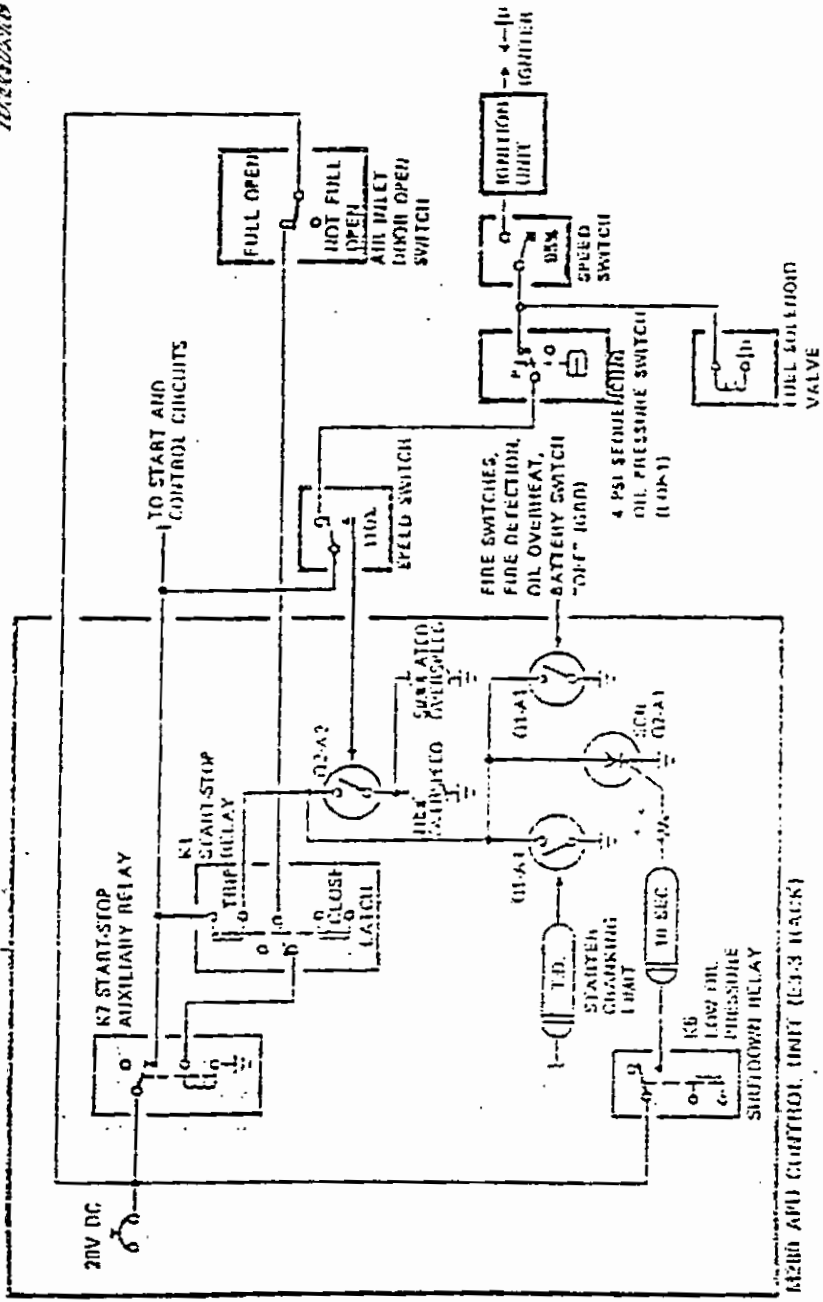
Γυρνώντας το κύριο διακόπτη στη θέση "On", η βαλβίδα αποκοπής καυσίμων και η θύρα εισαγωγής αέρα ανοίγουν αντίστοιχα. Όταν η θύρα εισαγωγής αέρα ανοίγει πλήρως ο αντίστοιχος διακόπτης λειτουργεί επιτρέποντας στον Η/Ν Κ7 να ενεργοποιηθεί μέσω επαφών του Η/Ν Κ1. Με τον Κ7 ενεργοποιημένο η ισχύς διοχετεύεται:

1. Στον ηλεκτρονόμο Κ1.
2. Στη σωληνοειδή βαλβίδα καυσίμων και τα κυκλώματα εκκίνησης.
3. Στο κύκλωμα εκκίνησης μέσω του διακόπτη στροφών στο 35% των στροφών.

Η 28 V DC τάση παλμοδοτεί το SCR Q1-A2 μέσω των επαφών του Κ6 ενεργοποιεί τον R5 ο οποίος με τη σειρά του απενεργοποιεί τον Κ6. Αυτή η κίνηση συνδέει τη μπαταρία με τον κινητήρα εκκίνησης και το APU θέτει σε κίνηση το στρόφαλο. Ο R39 ενεργοποιείται, μαζί με τον R5, αποκόπτοντας τη πηγή ισχύος από το φορτιστή μπαταρίας. Το κύκλωμα εκκίνησης απενεργοποιείται στο 35% των στροφών ή από το κύκλωμα χρονικής καθυστέρησης (που τριπάρει τον Κ1 και κατακολουθία τον Κ7) αναλόγως ποιό εκ των δύο θα συμβεί πρώτο.



287-20000



FUEL SOLENOID VALVE CONTROL  
349-61-009-01C

## Σωληνοειδής βαλβίδα ελέγχου καυσίμων

### Γενικά:

Το καύσιμο παρέχεται στο θάλαμο καύσης του APU από τον έλεγχο καυσίμου μέσω της σωληνοειδούς βαλβίδας καυσίμων. Η σωληνοειδής βαλβίδα καυσίμου ανοίγει κατά τη διαδικασία εκκίνησης του APU και κλείνει όποτε κλείσει το APU.

### Τμήματα:

Τα τμήματα που σχετίζονται με τη σωληνοειδή βαλβίδα καυσίμων είναι:

1. Μονάδα ελέγχου του APU, M280, στον E3-3 φωλέα του τομέα 41.
2. Διακόπτης ταχύτητας ευρισκόμενος στο πίσω τμήμα της οροφής της καμπίνας επιβατών.
3. Διακόπτης ανοικτής εισαγωγής αέρος, ευρισκόμενος στον τομέα 48.
4. Διακόπτης χαμηλής πίεσης λαδιού (LOP1) ευρισκόμενος στο βοηθητικό χώρο του APU.
5. Σωληνοειδής βαλβίδα καυσίμου ευρισκόμενη στο βοηθητικό χώρο του APU.



## Σωληνοειδής βαλβίδα ελέγχου καυσίμων

### Γενικά:

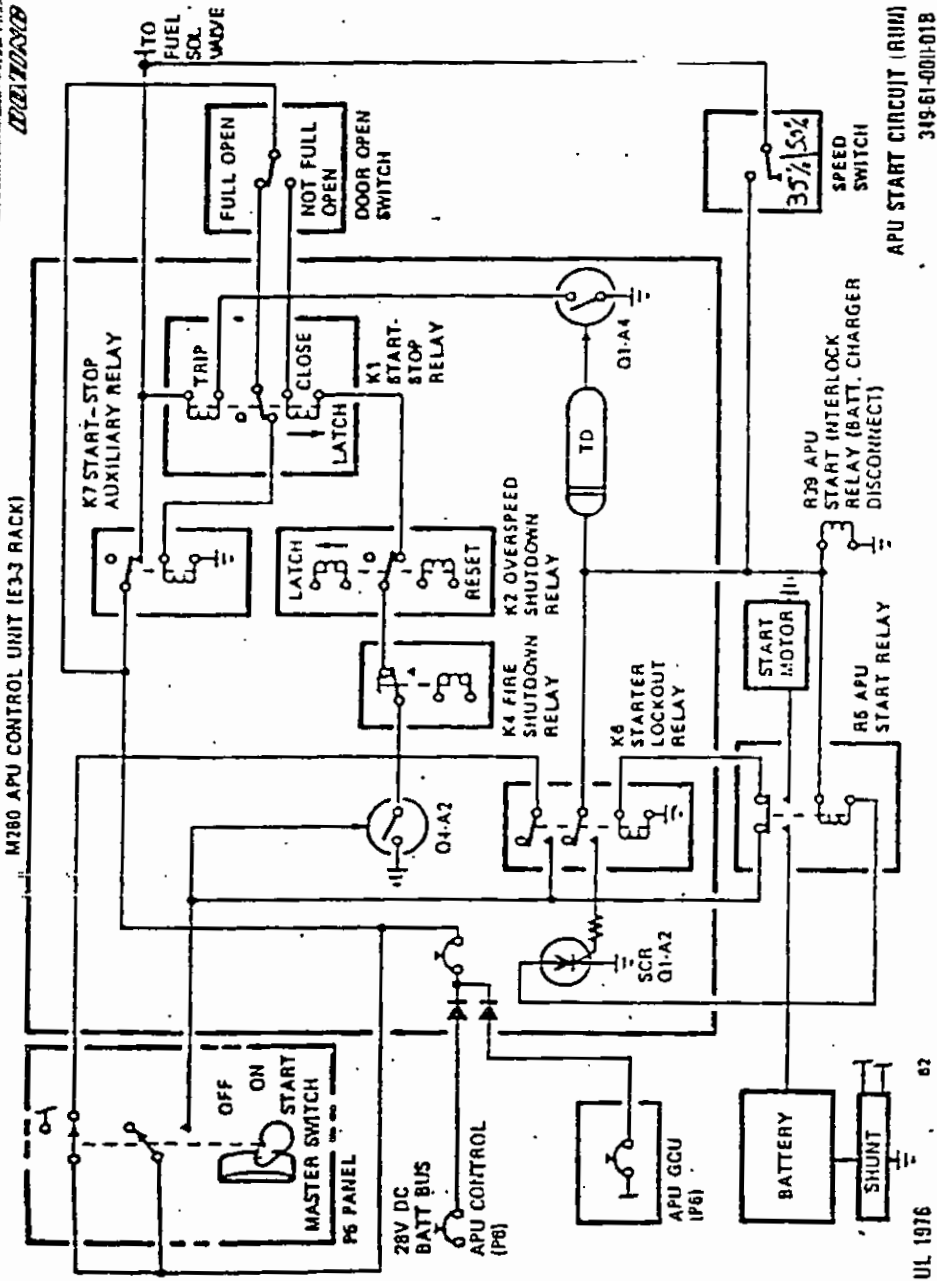
Το καύσιμο παρέχεται στο θάλαμο καύσης του APU από τον έλεγχο καυσίμου μέσω της σωληνοειδούς βαλβίδας καυσίμων. Η σωληνοειδής βαλβίδα καυσίμου ανοίγει κατά τη διαδικασία εκκίνησης του APU και κλείνει όποτε κλείσει το APU.

### Τμήματα:

Τα τμήματα που σχετίζονται με τη σωληνοειδή βαλβίδα καυσίμων είναι:

1. Μονάδα ελέγχου του APU, M280, στον E3-3 φωλέα του τομέα 41.
2. Διακόπτης ταχύτητας ευρισκόμενος στο πίσω τμήμα της οροφής της καμπίνας επιβατών.
3. Διακόπτης ανοικτής εισαγωγής αέρος, ευρισκόμενος στον τομέα 48.
4. Διακόπτης χαμηλής πίεσης λαδιού (LOP1) ευρισκόμενος στο βοηθητικό χώρο του APU.
5. Σωληνοειδής βαλβίδα καυσίμου ευρισκόμενη στο βοηθητικό χώρο του APU.

12/21/73/308



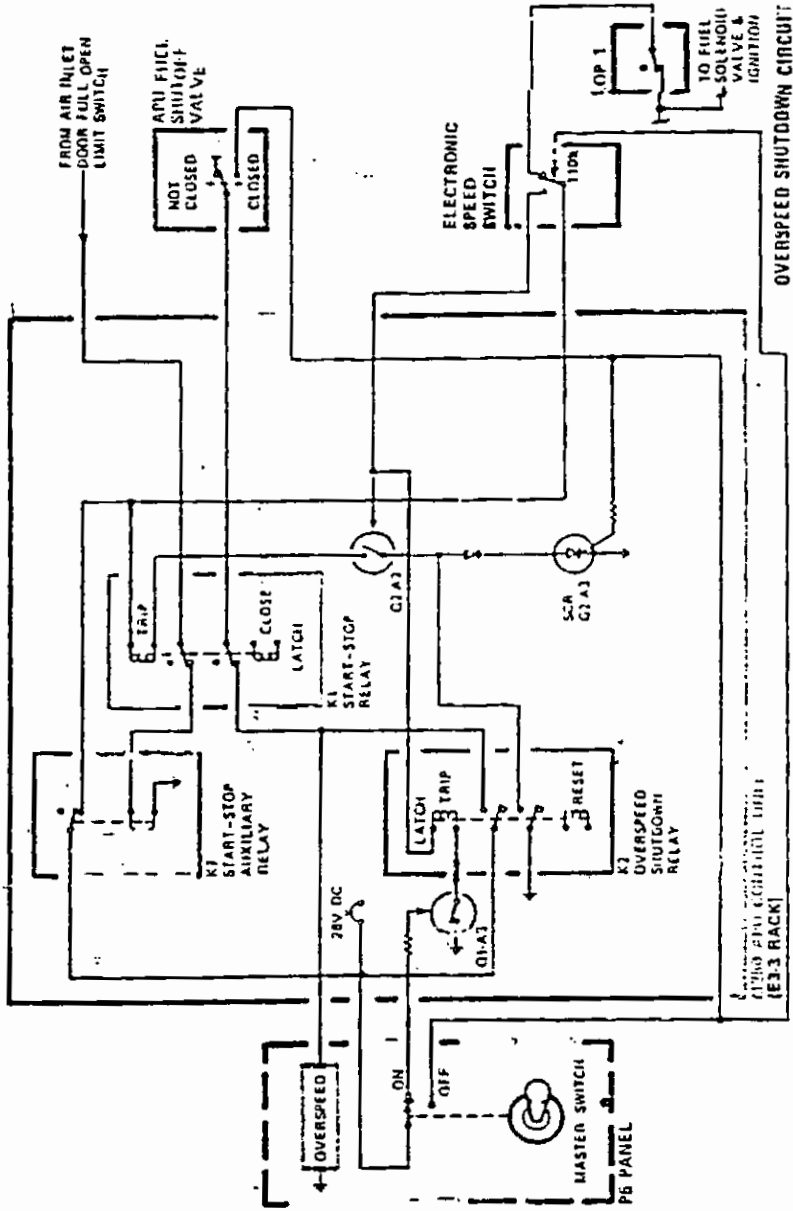
APU START CIRCUIT (RUM) 349-61-001-018

## Σύστημα εκκίνησης APU (Run)

### Λειτουργία:

Όταν ο διακόπτης ταχύτητας ανοίξει στο 35% των στροφών, το κύκλωμα εκκίνησης απενεργοποιείται. Η σωληνοειδής βαλβίδα καυσίμου παραμένει ενεργοποιημένη μέσω επαφής του ηλεκτρονόμου K7. Με την επαφή R39 ανοικτή ο φορτιστής μπαταρίας ενεργοποιείται, επαναφορτίζοντας τη μπαταρία.

0027201B



OVERSPEED SHUTDOWN CIRCUIT  
349 61-018-01

67  
ELECTRICAL CONTROL UNIT  
(E3.3 RACK)

JUL 1976

## Κύκλωμα αποκοπής υπερταχύτητας.

### Γενικά:

Ο APU κλείνεται κανονικά τοποθετώντας το κύριο διακόπτη στη θέση "Off". Αυτό εξομοιώνει την υπερταχύτητα ενώ ελέγχει και τα κυκλώματα επιτάχυνσης. Εάν ο APU φθάσει το 110% των στροφών κλείνεται αυτομάτως από το κύκλωμα επιτάχυνσεως.

### Τμήματα:

Τα τμήματα που σχετίζονται με το κύκλωμα επιτάχυνσης είναι:

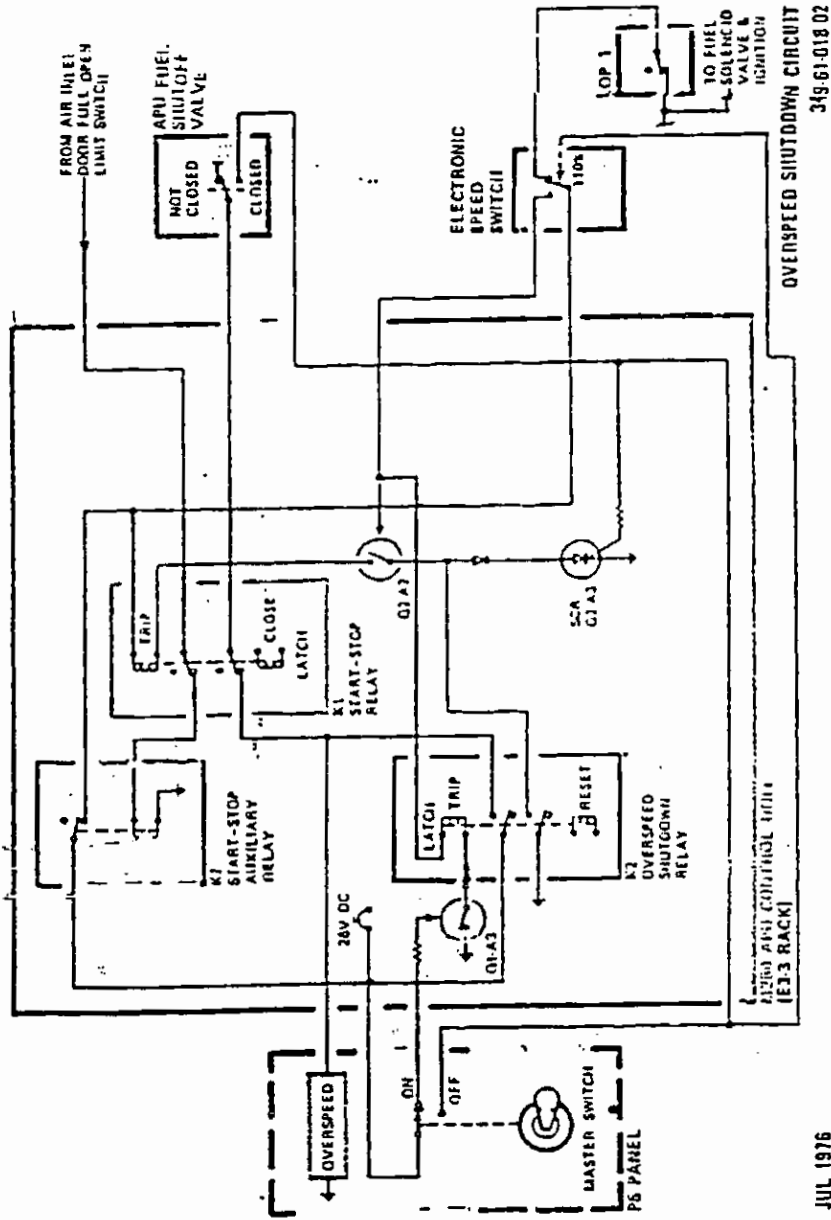
1. Κύριος διακόπτης APU και λυχνία (ήλεκτρον) επιτάχυνσεως ευρισκόμενη στο πρόσθιο επί της οροφής Panel P5.
2. Μονάδα ελέγχου APU, M280, τοποθετημένη στον E3-3 φορέα του επιπέδου 41.
3. Διακόπτης ταχύτητας, ευρισκόμενος στην οροφή του πίσω τμήματος της καμπίνας επιβατών.
4. Βαλβίδα αποκοπής καυσίμων, τοποθετημένη στην οπίσθια δοκό της αριστερής πτέρυγας.
5. Διακόπτης χαμηλής πίεσης λαδιού (LOP1) ευρισκόμενος στο βοηθητικό τμήμα του APU.

### Λειτουργία:

Κατά το χρόνο που ο APU λειτουργεί, με τον κύριο διακόπτη στη θέση "On", το τρανζίστιρ Q1-A3 πολώνεται ενώ ενεργοποιείται η trip επαφή του ηλεκτρονόμου K2. Η σωληνοειδής βαλβίδα καυσίμου ενεργοποιείται μέσω επαφών του ηλεκτρονόμου K7, του ανοικτού διακόπτη που ενεργεί στο 110% των στροφών και του κλειστού διακόπτη LOP1. Η επαφή trip του ηλεκτρονόμου K1 ενεργοποιείται επίσης.



2227203B



JUL 1976

## Κύκλωμα αποκοπής υπερταχύτητας.

### Κανονική αποκοπή:

Τοποθετώντας το κύριο διακόπτη στη θέση "Off", παλμοδοτείται το SCR Q2-A3 και η επαφή του διακόπτη που ενεργεί στο 110% των στροφών κινείται στη θέση υπερταχύτητας διακόπτοντας τη τροφοδοσία στη σωληνοειδή βαλβίδα καυσίμου. Στο 110% των στροφών ισχύς πολώνει το τρανζίστορ Q2-A2. Ο ηλεκτρονόμος K1 ενεργοποιείται μέσω των Q2-A2 και Q2-A3, ενώ ο K7 απενεργοποιείται αποκόπτοντας την ισχύ στην σωληνοειδή βαλβίδα καυσίμου. Καθώς το APU επιβραδύνει ο διακόπτης που ενεργεί στο 110% των στροφών ανοίγει, αλλά η σωληνοειδής βαλβίδα καυσίμου παραμένει απενεργοποιημένη. Εάν κατά τη διάρκεια του κανονικού κλεισίματος ο ηλεκτρονόμος K1 δεν ενεργοποιηθεί, ο APU θα κλείσει κλείνοντας τη βαλβίδα αποκοπής καυσίμου. Αυτή η αποτυχία του K1 θα γίνει αντιληπτή μέσω της λυχνίας υπερταχύτητας.

### Διακοπή υπερταχύτητας:

Όταν το 110% των στροφών γίνει αντιληπτό από το διακόπτη υπερταχύτητας η ισχύς αποκόπτεται από τη σωληνοειδή βαλβίδα καυσίμου, το τρανζίστορ Q2-A2 πολώνεται και η επαφή trip του ηλεκτρονόμου K2 ενεργοποιείται και μανδαλώνει. Η επαφή trip του ηλεκτρονόμου K1 ενεργοποιείται μέσω του τρανζίστορ Q2-A2 και επαφής του K2, ο δε K7 απενεργοποιείται αποκόπτοντας την ισχύ στη σωληνοειδή βαλβίδα καυσίμου. Καθώς ο APU επιβραδύνει ο διακόπτης του 110% των στροφών ανοίγει, αλλά η σωληνοειδής βαλβίδα καυσίμου παραμένει απενεργοποιημένη.

Η λυχνία "Overspeed" θα φωτοβολήσει μέσω επαφής του K2 ο οποίος μπορεί να γίνει reset μέσω διακόπτη στη μονάδα ελεγχου του APU, M280.

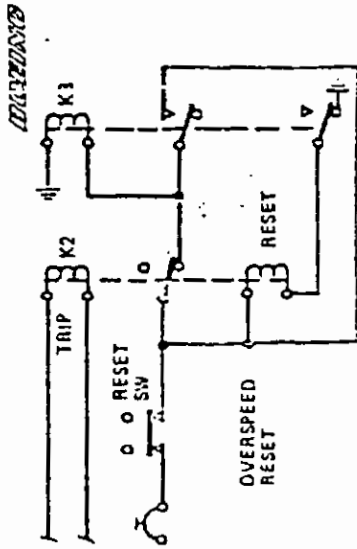


FIG. 2

K2-OVERSPEED SHUTDOWN RELAY  
K3-OVERSPEED ANTICYCLE RELAY

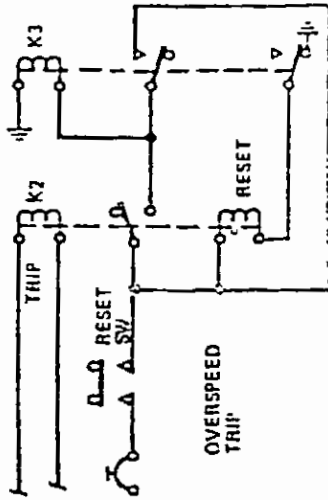


FIG. 1

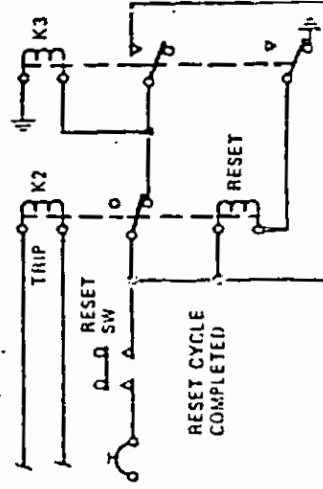


FIG. 4

OVERSPEED RESET SEQUENCE  
349-61-019 01

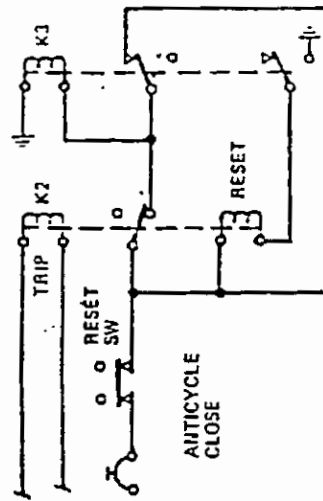


FIG. 3

## Διαδικασία αποκατάστασης (reset) υπερταχύτητας.

### Γενικά:

Όταν ο APU έχει κλεισθεί από το κύκλωμα υπερταχύτητας δεν μπορεί να επανεκκινήσει χωρίς να αποκατασταθεί το κύκλωμα υπερταχύτητας.

### Τμήματα:

Το σύστημα αποκατάστασης (reset) αποτελείται από τον ηλεκτρονόμο υπερταχύτητας K2 και τον ηλεκτρονόμο K3, οι οποίοι βρίσκονται στο εσωτερικό της μονάδας ελέγχου M280, και τον διακόπτη αποκατάστασης που βρίσκεται μπροστά από τη μονάδα ελέγχου.

### Λειτουργία:

Η διαδικασία αποκατάστασης χωρίζεται για ευκολία σε 4 βήματα:

1. Με τη παρουσία υπερταχύτητας ενεργοποιείται η επαφή trip του ηλεκτρονόμου K2 και μανδαλώνει. Ο APU κλείνει ενώ ο K2 εμποδίζει τον K1 να απενεργοποιηθεί εφόσον ο APU δεν μπορεί να επανεκκινήσει.
2. Πιέζοντας το διακόπτη αποκατάστασης (reset) ενεργοποιείται το πηνίο αποκατάστασης του ηλεκτρονόμου K2 μέσω επαφής ηρεμίας του K3.
3. Μόλις ενεργοποιηθεί ο ηλεκτρονόμος αποκατάστασης K2 ενεργοποιείται και ο K3 μέσω επαφής του K2. Με τον K3 ενεργοποιημένο διακόπτεται η γείωση στον K2 και ο K3 έχει μια δεύτερη πηγή ισχύος μέσω δικής του επαφής. Εάν ο διακόπτης αποκατάστασης διατηρηθεί κλειστός και ξανασυμβεί υπερταχύτητα ο K2 θα ενεργοποιηθεί αλλά αποκατάσταση δεν θα επέλθει διότι η ενεργοποίηση του K3 το αποτρέπει.
4. Αφήνοντας το διακόπτη αποκατάστασης ο K3 απενεργοποιείται και η γείωση είναι και πάλι διαθέσιμη στον ηλεκτρονόμο K2.



## Κύκλωμα διακοπής χαμηλής πίεσης λαδιού του APU

### Γενικά:

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του APU όταν η πίεση του λαδιού πέφτει κάτω από 45 psig ο APU αυτομάτως κλείνει και η λυχνία "Low Oil Pressure" φωτοβολεί.

### Τμήματα:

Τα στοιχεία που σχετίζονται με το κύκλωμα διακοπής του APU σε περίπτωση χαμηλής πίεσης λαδιού είναι:

1. Κύριος διακόπτης τριών θέσεων, λυχνία "Low Oil Pressure" και ηλεκτρονόμος A3K1 ευρισκόμενα στο πρόσθιο Panel P5.
2. Μονάδα ελέγχου του APU, M280, η οποία βρίσκεται στην E3-3 φωλέα του τομέα 41.
3. Διακόπτες χαμηλής πίεσης λαδιού LOP1 και LOP2 στο βοηθητικό τμήμα του APU.

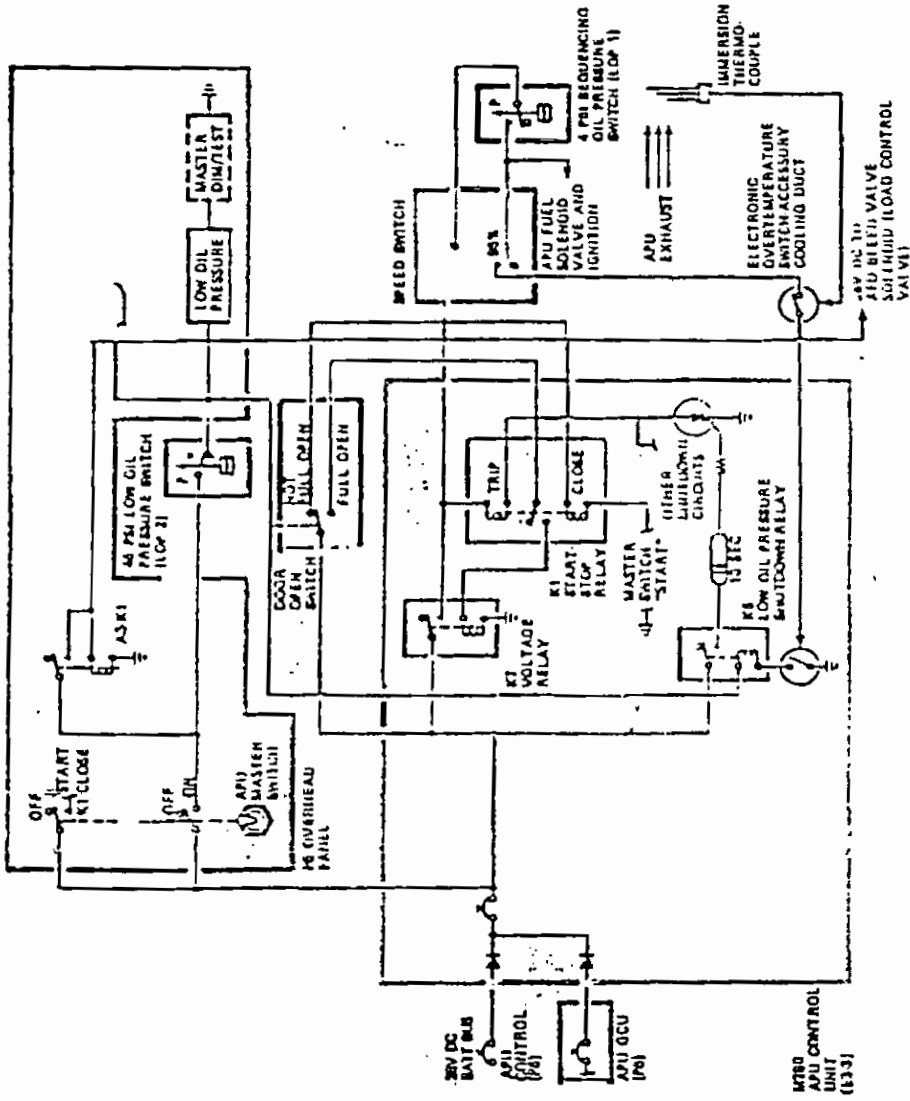
Η πηγή τροφοδοσίας είναι 28 V DC από τη μπαταρία διανομής στο σύστημα μετασχηματιστή-ανορθωτή στη μονάδα ελέγχου γεννήτριας του APU.

### Λειτουργία:

Τοποθετώντας το κύριο διακόπτη στη θέση "On" (μετά από στιγμιαία στάση στη θέση "Start") ισχύς μέσω του κλειστού διακόπτη χαμηλής πίεσης λαδιού N½.2 παρέχεται στη λυχνία "Low Oil Pressure" η οποία και φωτοβολεί. Η είσοδος της πύλης AND τώρα γίνεται 1 και η έξοδος της 0 με αποτέλεσμα να μην έχουμε καμία ένδειξη στο Master Caution System.

Καθώς το APU επιταχύνει η πίεση λαδιού αυξάνει στα 55 psig, περίπου στο 37% των στροφών. Ο διακόπτης LOP2 ανοίγει και η λυχνία "Low Oil Pressure" σβήνει. Στο 95% των στροφών ο ηλεκτρονόμος K5 σπλίζει, η είσοδος της πύλης AND είναι 1 και ο ηλεκτρονόμος A3K1 ενεργοποιείται. Εάν η πίεση του λαδιού πέσει στα 45 psig ο διακόπτης LOP2 κλείνει, η λυχνία "Low Oil Pressure" φωτοβολεί και η είσοδος 1 δίνεται στην AND πύλη και το Master Caution System λειτουργεί. Επίσης ο ηλεκτρονόμος K5 ενεργοποιείται και

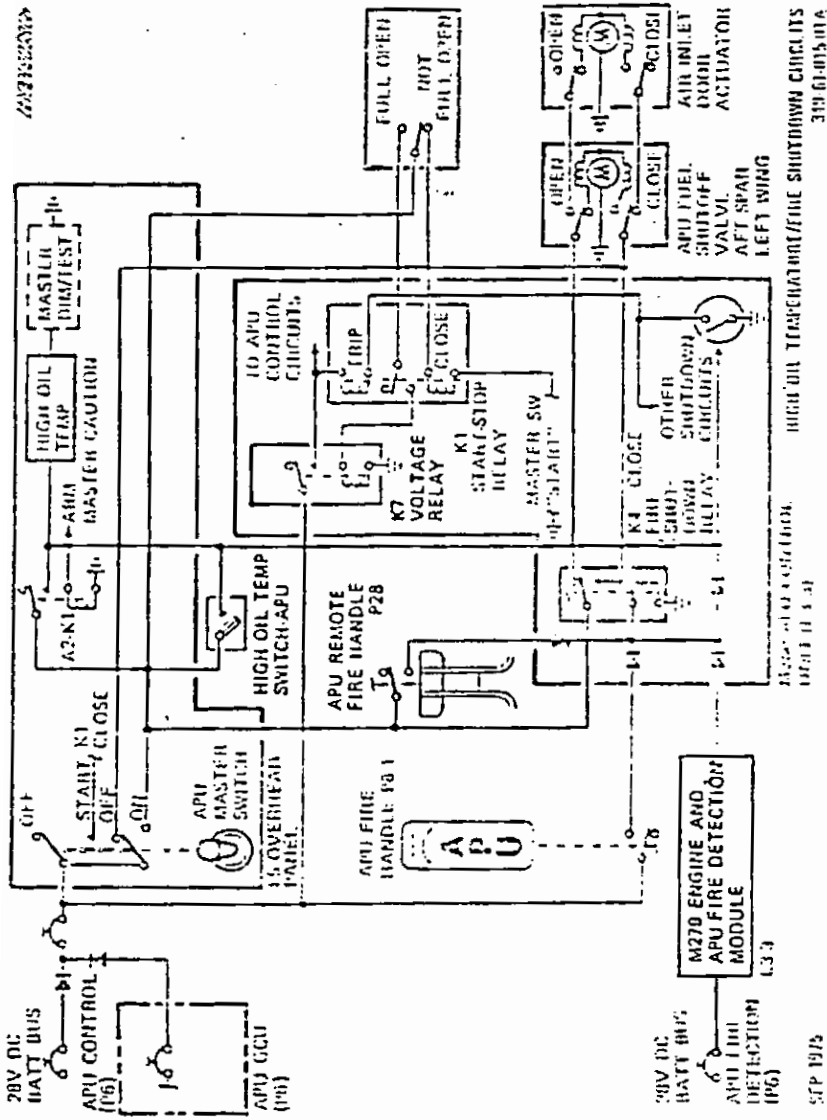
2222222222



APU LOW OIL PRESSURE SHUTDOWN CIRCUIT  
341 BE101013

LOP2 κλείνει, η λυχνία "Low Oil Pressure" φωτοβολεί και η είσοδος 1 δίνεται στην AND πύλη και το Master Caution System λειτουργεί. Επίσης ο ηλεκτρονόμος K5 ενεργοποιείται και ισχύς μέσω επαφής του K5 και ενός χρονοδιακόπτη 10 sec παλμοδοτεί το SCR, επιτρέποντας στην επαφή trip του ηλεκτρονόμου K1 να ενεργοποιηθεί. Ο ηλεκτρονόμος K7 απενεργοποιείται, η σωληνοειδής βαλβίδα καυσίμου κλείνει με αποτέλεσμα να κλείσει και το APU. Η λυχνία "Low Oil Pressure" αποκαθίσταται τοποθετώντας το κύριο διακόπτη στη θέση "Off".





## Υψηλή θερμοκρασία λαδιού/Κύκλωμα αποκοπής πυρκαγιάς

### Γενικά:

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του APU, όταν η θερμοκρασία λαδιού αυξηθεί στους 255°F (124°C), ο APU αυτομάτως κλείνει. Στην περίπτωση ανίχνευσης πυρκαγιάς ή ενεργοποίησης του χειροκίνητου συστήματος πυρκαγιάς ο APU και πάλι κλείνει αυτομάτως.

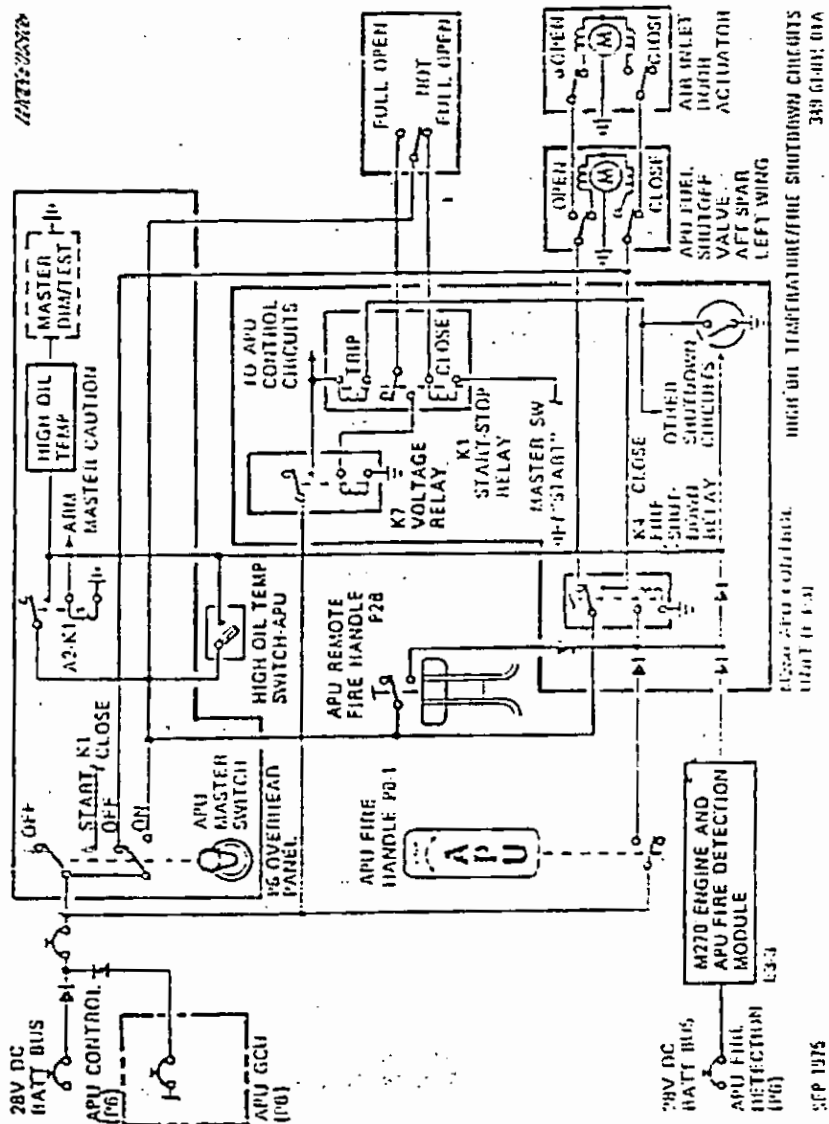
### Τμήματα:

1. Κύριος διακόπτης τριών θέσεων, λυχνία "High Oil Temperature" και ηλεκτρονόμος A2K1 στο εμπρόσθιο Panel P5.
2. Μονάδα ελέγχου του APU, M280, στην E3-3 φωλέα του τμήματος 41.
3. Διακόπτης υψηλής θερμοκρασίας λαδιού ευρισκόμενος στο βοηθητικό τμήμα του APU.
4. Χειρολαβές κινδύνου φωτιάς στο Panel P8 στην καμπίνα ελέγχου και στο Panel P28 στη δεξιά φωλέα του σκέλους προσγείωσης.
5. Βαλβίδα αποκοπής καυσίμου του APU, στην οπίσθια δοκό του αριστερού σκέλους προσγείωσης.
6. Ενεργοποιητής θύρας εισαγωγής αέρα τοποθετημένος στη δεξιά πλευρά του τμήματος 48.
7. Μονάδα ανίχνευσης πυρκαγιάς APU και μηχανών, M279, ευρισκόμενη στην E3-3 φωλέα του τμήματος 41.

Η πηγή τροφοδοσίας είναι 28 V DC από μπαταρία διανομής ή μετασχηματιστή-ανορθωτή στη μονάδα ελέγχου της γεννήτριας του APU.

### Λειτουργία:

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του APU, όταν η θερμοκρασία λαδιού φθάσει τους 255°F (124°C) ο διακόπτης υψηλής θερμοκρασίας λαδιού κλείνει. Ισχύς μέσω του διακόπτη ενεργοποιεί τον ηλεκτρονόμο A2K1, ανάβοντας τη λυχνία "High Oil Temperature" και πολώνει ένα τρανζίστορ μέσω του οποίου η επαφή trip του ηλεκτρονόμου K1 ενεργοποιείται. Ο ηλεκτρονόμος K7 απενεργοποιείται καθώς επίσης και η



σωληνοειδής βαλβίδα καυσίμου.Ο APU κλείνει.Καθώς η θερμοκρασία λαδιού μειώνεται ο διακόπτης υψηλής θερμοκρασίας λαδιού ανοίγει αλλά η λυχνία " High Oil Temperature " παραμένει αναμμένη μέσω επαφής του ηλεκτρονόμου A2K1.Η λυχνία αποκαθίσταται γυρίζοντας το κύριο διακόπτη στη θέση "Off".

Σε περίπτωση ανίχνευσης πυρκαγιάς ή ενεργοποίησης του χειροκίνητου συστήματος η επαφή trip του ηλεκτρονόμου K1 ενεργοποιείται ενώ ο K7 απενεργοποιείται. Η σωληνοειδής βαλβίδα καυσίμου απενεργοποιείται και ο APU κλείνει.Ο ηλεκτρονόμος K4 επίσης ενεργοποιείται επιτρέποντας στη βαλβίδα αποκοπής καυσίμου και στη θύρα να κλείσει.

## Βιβλιογραφία

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1. Maintenance Manual   | Boeing Aerospace |
| 2. Wiring Diagram   | Boeing Aerospace |
| 3. Illustrated Parts Catalog  | Boeing Aerospace |
| 4. Trawing Manual   | Olympic Airways  |
| 5. FIM. Fault Indication Manual   | Boeing Aerospace |
| 6. FRM. Fault Reporting Manual  | Boeing Aerospace |
| 7. Flight Manual  | Boeing Aerospace |
| 8. Πτηση και Διάστημα (Ειδικός Περιοδικός Τύπος)<br>Τεύχος 130 Δεκέμβριος 1995  |                  |
| 9. Πτηση και Διάστημα (Ειδικός Περιοδικός Τύπος)<br>Τεύχος 158 Ιούνιος 1998     |                  |
| 10. Πτηση και Διάστημα (Ειδικός Περιοδικός Τύπος)<br>Τεύχος 172 Οκτώβριος 1999  |                  |
| 11. Πτηση και Διάστημα (Ειδικός Περιοδικός Τύπος)<br>Τεύχος 175 Ιανουάριος 2000 |                  |
| 12. Πτηση και Διάστημα (Ειδικός Περιοδικός Τύπος)<br>Τεύχος 179 Μάιος 2000      |                  |
| 13. Πτηση και Διάστημα (Ειδικός Περιοδικός Τύπος)<br>Τεύχος 180 Ιούνιος 2000    |                  |
| 14. Cockpit (Ειδικός Περιοδικός Τύπος)<br>Τεύχος 4 Απρίλιος- Μάιος 98           |                  |
| 15. Cockpit (Ειδικός Περιοδικός Τύπος)<br>Τεύχος 8 Δεκέμβριος 98-Ιανουάριος 99  |                  |

