

# Postupci i metode provjere ispravnosti rada DC mreže na malim zrakoplovima

---

**Buturić, Jakov**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:415472>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-05**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Jakov Buturić**

**POSTUPCI I METODE PROVJERE ISPRAVNOSTI RADA DC MREŽE  
NA MALIM ZRAKOPLOVIMA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2018.**

Zagreb, 24. travnja 2017.

Zavod: **Zavod za aeronautiku**  
Predmet: **Zrakoplovni elektrosustavi**

## ZAVRŠNI ZADATAK BR. 4323

Pristupnik: **Jakov Buturić (0132535248)**  
Studij: **Aeronautika**  
Smjer: **Pilot**  
Usmjerenje: **Vojni pilot**

Zadatak: **Postupci i metode provjere ispravnosti rada DC mreže na malim zrakoplovima**

Opis zadatka:

Navesti i opisati operativne značajke predmetnog zrakoplova. Raščlaniti sastavnice zrakoplovne DC mreže. Naglasiti najčešće kvarove koji se pojavljuju u eksploataciji. Opisati postupke i metode provjere ispravnosti rada sastavnica DC mreže. Opisati i primijeniti postupke umjeravanja i popravaka sastavnica DC mreže.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

prof. dr. sc. Tino Bucak

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet Prometnih Znanosti

## **ZAVRŠNI RAD**

**POSTUPCI I METODE PROVJERE ISPRAVNOSTI RADA DC MREŽE  
NA MALIM ZRAKOPLOVIMA**

**TESTING METHODS AND PROCEDURES FOR DC POWER  
DISTRIBUTION SYSTEM ON SMALL AIRCRAFT**

Mentor: prof. dr. sc. Tino Bucak  
Student: Jakov Buturić, 0135235248

Zagreb, ožujak 2018.

## Sažetak

U završnom radu, koristeći se podacima helikoptera Bell 206B-III JetRanger, opisani su električni uređaji na zrakoplovu i najčešći kvarovi na DC mreži. Također opisan je postupak i metoda provjere ispravnosti DC mreže, a kao primjer bit će korišten isječak iz upute za održavanje navedenog helikoptera, gdje je opisan i način na koji se obavlja popravak sastavnica DC mreže. Obradom radnih teza prikazan je postupak i procedura kojom se pronalaze kvarovi te njihovo uklanjanje.

KLJUČNE RIJEČI: DC mreža; akumulator; generator; električni uređaj, održavanje

## Summary

In this paper work, electrical devices and most common failures of DC power contribution system are described by using Bell 206B-III JetRanger helicopter data. Furthermore, testing methods and procedures for DC power distribution system are evaluated as well, and as an example, the part from the helicopter maintenance manual will be used to explain the way on which components repair are made. By evaluating working thesis, testing methods and procedures which contribute in finding and repairing faults are shown.

KEYWORDS: DC power distribution system; battery; generator; electric device, maintenance

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Općenito o zrakoplovu .....	2
2.1. Sustav napajanja zrakoplova .....	2
3. Električni uređaji na zrakoplovu .....	3
3.1. Električni uređaji za pokretanje motora i napajanje električne mreže istosmjerne struje .....	3
3.2. Električna oprema za napajanje električne mreže izmjenične struje.....	4
3.3. Električna oprema unutarnjeg osvjetljenja .....	5
3.4. Električna oprema vanjskog osvjetljenja .....	6
3.5. Električna oprema za signalizaciju otkaza i izvanrednih režima.....	6
3.6. Električna oprema ostalih sustava zrakoplova .....	7
4. Najčešći kvarovi sastavnica DC mreže.....	10
4.1. Strujni osigurači .....	10
4.2. Kvar u električnom strujnom krugu .....	11
4.3. Akumulatori .....	13
4.4. Generator .....	13
5. Postupci i metode provjere ispravnosti rada DC mreže.....	14

5.1. Provjera konzole .....	14
5.2. Provjera akumulatora .....	16
5.3. Provjera generatora.....	16
6. Umjeravanja i popravci sastavnica DC mreže .....	18
7. Zaključak .....	20
Literatura .....	21
Popis slika .....	22

# 1. Uvod

Usprkos „All AC“ razvojnom konceptu, na malim zrakoplovima se i dalje zadržala istosmjerna struja zbog svoje jednostavne mreže. Koristi se za napajanje svih električnih uređaja te omogućuje zajednički rad generatora i akumulatora, čime se povećava sigurnost rada sustava napajanja. Električni sustavi počinju zamjenjivati hidrauličke i pneumatičke sustave kako bi se smanjila masa zrakoplova. Zbog sve većeg korištenja električnog sustava, isti mora biti jednostavan za rukovanje i održavanje. U završnom radu biti će opisani neki od električnih uređaja i opreme na zrakoplovu, kao i najčešći kvarovi sastavnica DC mreže. Cilj rada je prikazati postupak i metodu pomoću koje se dolazi do otkrivanja kvara na električnoj mreži te provjerava njezine ispravnosti kao i njezin popravak. Kao primjer koristiti će se podaci i upute za održavanje zrakoplova Bell 206B-III JetRanger.



## 2. Općenito o zrakoplovu

Helikopter Bell 206B-III JetRanger je jednomotorni, višenamjenski, laki helikopter primarno konstruiran za provođenje kopnenih operacija s bilo kojeg razmjerno ravnog terena. Opremljen je s pet sjedala, a minimalnu posadu čini jedan pilot koji upravlja helikopterom s desnog sjedala kabine za posadu. Pogonsku skupinu čine turbovratilni motor Rolls-Royce model 250-C20J, dvokraki polukruti glavni rotor i dvokraki polukruti repni rotor. Zmaj helikoptera čine trup polumonokoknog tipa s oplatom od aluminijske legure i stakloplastike, repni konus monokoknog tipa od aluminijske legure te aerodinamički oblikovani kapotaži koji štiti sklopove ugrađene izvan trupa i repnog konusa. U trupu su smješteni kabina za posadu, kabina za putnike/teret, prtljažnik, spremnik goriva, komande leta, instrumenti, avionika i najveći dio električne opreme. S gornje strane trupa smješteni su glavni rotor, elementi transmisije glavnog rotora, motor, komande leta i hidrosustav komandi leta. S donje strane trupa ugrađeni su stalni organi tipa „skije“ i uređaji za nošenje podvjesnog tereta. Na repnom konusu smješteni su vertikalni stabilizator, horizontalni stabilizator, repni rotor i elementi transmisije repnog rotora. Komanda repnog rotora prolazi kroz repni konus [1].

### 2.1. Sustav napajanja zrakoplova

Helikopter je opremljen istosmjernom električnom mrežom napona 28V. Električna energija se dobiva iz nikal-kadmij akumulatora napona 24V i kombiniranog starter-generatora 30V, 150A. Komponente DC mreže uključuju akumulator, starter-generator, regulator napona, releje i osigurače. Električna mreža je jednovodna DC mreža sa zajedničkim negativnim polom. Negativni pol starter-generatora i akumulatora je spojen na oplatu helikoptera. Za ispravan rad ovakve mreže potrebno je da svi pojedinačni metalni dijelovi budu dobro električni povezani. Prednost jednovodne DC mreže je znatna ušteda u ukupnoj težini, dok je osnovni nedostatak povećana mogućnost kratkih spojeva, zbog toga što spoj bilo kojeg dijela mreže s metalnom oplatom predstavlja kratki spoj.

## 3. Električni uređaji na zrakoplovu

Električni uređaji na zrakoplovu su podijeljeni u šest skupina: električni uređaji za pokretanje motora i napajanje električne mreže istosmjerne struje, električni uređaji za napajanje električne mreže izmjeničnom strujom, električni uređaji unutarnjeg osvjetljenja, električni uređaji vanjskog osvjetljenja, električni uređaji za signalizaciju otkaza i izvanrednih režima, te električna oprema sustava zrakoplova.

### 3.1. Električni uređaji za pokretanje motora i napajanje električne mreže istosmjerne struje

Helikopter ima jednu sabirnicu istosmjerne struje čiji su dijelovi raspoređeni na četiri lokacije (nosni odjeljak, odjeljak za smještaj električne opreme/avionike iznad prtljažnika, gornja i donja konzola). Glavni izvor istosmjerne struje je starter-generator (30V, 150A) čije je maksimalno trajno opterećenje, zbog neučinkovitog hlađenja, ograničeno na 105A.

Starter-generator je električni istosmjerni uređaj koji radi kao istosmjerni elektromotor sa serijskom pobudom (prilikom pokretanja motora) i tada se koristi termin starter, ili kao generator istosmjerne struje s paralelnom pobudom (nakon pokretanja motora) i tada se koristi termin generator. Pomoćni izvor električne energije je prozračivani Ni-Cd zrakoplovni akumulator 24V, 17Ah. Za pokretanje motora, kao i za napajanje električne mreže helikoptera na zemlji, predviđena je utičnica vanjskog izvora.

Sustav je projektiran tako da osigurava stabilan istosmjerni napon na sabirnici u svim uvjetima rada motora i opterećenja generatora, paralelan rad generatora i akumulatora sve dok je napon generatora veći od napona akumulatora, automatsku opskrbu trošila električno energijom iz akumulatora u slučaju otkaza generatora i pokretanje motora uporabom vanjskog izvora ili akumulatora. Sustav ne osigurava zaštitu od paralelnog rada vanjskog izvora i akumulatora te paralelnog rada vanjskog izvora i generatora, zbog toga nije dozvoljeno uključivanje akumulatora, kao ni pobuđivanje (uključivanje) generatora sve dok je na električnu mrežu helikoptera priključen vanjski izvor.

Akumulator se uključuje prekidačem koji je smješten na prednjem dijelu gornje konzole. Prebacivanjem prekidača u položaj "BATT" aktivira se relej akumulatora. Zatvaranjem kontakata, relej priključuje akumulator na sabirnicu. Akumulator, relej akumulatora i relej

vanjskog izvora smješteni su u nosnom odjeljku, a utičnica vanjskog izvora s prednje strane odjeljka. Akumulator je opremljen sustavom za signalizaciju previsoke temperature kućišta akumulatora. Davač temperature sadrži dva termoprekidača, a ugrađen je ispod akumulatora. Kada temperatura kućišta akumulatora dostigne vrijednost  $54,4 \pm 1,6$  °C, na signalnom panelu pali se signalni segment „BATTERY TEMP“. U tom slučaju akumulator treba isključiti sa sabirnice kako bi se ohladio do normalne radne temperature. Eventualno daljnje povećanje temperature, unatoč poduzetim mjerama, rezultira paljenjem „BATTERY HOT“ i siguran je znak opasnih elektrokemijskih procesa unutar akumulatora koji zahtijevaju prisilno slijetanje.

Motor se pokreće pritiskom na dugme-prekidač „STARTER“. Prekidačem se aktivira relej startera i relej pobude/paljenja. Relej pobude/paljenja ima dva para kontakata. Jednim parom dovodi se napajanje na električni uređaj za paljenje, a drugim preko regulatora napona na paralelni pobudni namotaj starter-generatora. Napajanje paralelnog pobudnog namotaja provodi se u svrhu preventivnog obnavljanja remanentnog magnetizma, s obzirom na to da u generatorskom režimu starter-generator radi kao generator sa samopobudom. Preventivno obnavljanje remanentnog magnetizma osigurava uspješno pobuđivanje generatora.

Generator se pobuđuje (uključuje) prekidačem „MAIN GEN“, čime se izlazni napon generatora dovodi preko regulatora napona na paralelni pobudni namotaj. Kada izlazni napon generatora dostigne vrijednost 24V, regulator napona aktivira relej generatora. Zatvaranjem glavnih kontakata, relej priključuje generator na sabirnicu. Istodobno pomoćni kontakti releja isključuju „GEN FAIL“ segment signalnog panela. Promjenom pobudne struje paralelnog pobudnog namotaja, regulator napona održava izlazni napon generatora stabilnim bez obzira na promjenu broja okretaja i opterećenja. Osim toga, regulator napona upravlja isključenjem generatora sa sabirnice u slučaju pojave povratne struje vrijednosti 16-25A, u slučaju pojave preniskog napona vrijednosti  $18V \pm 10\%$  i u slučaju pojave previsokog napona vrijednosti 30-32V.

### 3.2. Električna oprema za napajanje električne mreže izmjenične struje

Sustav osigurava monofazni AC napon 26V/400Hz za potrebe HSI-a, RMI-a i pokazivača pokretne mape, na nekim zrakoplovima, te za potrebe VOR/ILS i ADF prijarnika.

Glavnu komponentu sustava čini statički inverter 50 VA, 115/26 VAC, 400Hz koji izravno napaja navigacijski razvodnik.

Inverter se napaja s automatskog osigurača „AVNCS INV“. Budući da je osigurač priključen na sabirnicu za napajanje avionike i stalno uključen, inverter proradi čim se sabirnica za napajanje avionike dovede pod napon.

### 3.3. Električna oprema unutarnjeg osvjetljenja

Električna oprema unutarnjeg osvjetljenja se sastoji od triju podsustava: električnog sustava za regulaciju jačine osvjetljenja signalnog panela, električnog sustava za osvjetljenje instrumenata i upravljačkih panela te električnog sustava prijenosne svjetiljke.

Električni sustav za regulaciju jačine osvjetljenja signalnog panela se sastoji od zamračivača, releja i prekidača za zamračenje signalnog panela „CAUTION LIGHTS BRT-DIM“. Zamračivač je zapravo izvor napajanja (jednokanalni konverter) s dva različita izlazna napona konstantne vrijednosti. Napaja se, kao i sve ostale komponente električnog sustava za signalizaciju otkaza i izvanrednih režima, s automatskog osigurača „CAUTION LTS“. Upravljanje radom električnog sustava za zamračenje signalnog panela omogućava trenutačni osigurač „CAUTION LIGHTS BRT-DIM“ i relej. Namotaj releja napaja se iz električnog sustava za osvjetljenje instrumenata i upravljačkih panela, u koji je integriran i prekidač. Upravo zbog toga nije moguće zamračiti signalni panel sve dok nije uključeno osvjetljenje instrumenata i upravljačkih panela. U strujni krug za zamračenje signalnog panela uključeni su HSI i RMI selektori, „MGS-WPT“ signalizatori GPS sustava i „DH“ signalizator radarskog visinomjera. Tako se njihovo zamračenje provodi istodobno sa zamračenjem signalnog panela.

Električni sustav za osvjetljenje instrumenata i upravljačkih panela čine dva zamračivača, tri predtopničke jedinice i potenciometar za regulaciju intenziteta osvjetljenja. Zamračivač je zapravo izvor napajanja (dvokanalni konverter) s dva neovisna izlazna napona promjenjive vrijednosti, pri čemu je raspon promjene tih dvaju izlaznih napona različit. Zamračivač br. 1 odgovoran je za osvjetljenje kopilotske strane instrumentalne ploče. Napaja se s automatskog osigurača „CPLT INST LT“. Zamračivač br. 2 odgovoran je za osvjetljenje pilotske strane instrumentalne ploče. Napaja se s automatskog osigurača „PLT INST LT“. Taj osigurač ima vitalni značaj s obzirom na to da osigurava napajanje upravljačkog sklopa obaju zamračivača, kao i namotaja releja za zamračenje signalnog panela. Predtopničke jedinice su sklopovi koji sadrže otpornike za individualnu prilagodbu napona svakom pojedinom trošilu (rasvjetnom tijelu pojedinog instrumenta ili upravljačkog panela). Promjenom vrijednosti napona na upravljačkom sklopu obaju zamračivača, potenciometar upravlja veličinom izlaznih napona zamračivača, a time i intenzitetom osvjetljenja instrumenata i upravljačkih panela.

Električna svjetiljka se nalazi iza pilota, a napaja se s automatskog osigurača „PILOT MAP LT“. Na nekim zrakoplovima ugrađene su tri prijenosne svjetiljke, po jedna iza pilota i kopilota, a jedna u kabini putnika. Napaja se automatskim osigurača „PILOT MAP LT“, „COPILOT MAP LT“ i „AFT MAP LT“.

### 3.4. Električna oprema vanjskog osvjetljenja

Sustav vanjskog osvjetljenja obuhvaća reflektore za slijetanje/polijetanje, pozicijska svjetla i svjetla protiv sudara.

Električni sustav reflektora za slijetanje/polijetanje se sastoji od dvaju reflektora smještenih u donjem dijelu nosnog odjeljka, dvaju releja smještenih u prostoru donje konzole te prekidača „LDG LTS“. Reflektori su ugrađeni tako da je jedan snop svjetlosti usmjeren prema naprijed, a drugi, ako je ugrađen, prema dolje. Prekidačem je moguće uključiti oba reflektora ili samo onaj čiji je snop usmjeren naprijed. Reflektori i namotaji releja napajaju se s automatskog osigurača „LDG LT“.

Sustav pozicijskih svjetla se sastoji od tri svjetla različitih boja. Na lijevoj strani se nalazi crveno svjetlo, na desnoj strani zeleno, a na stražnjem dijelu bijelo svjetlo. Pozicijska svjetla uključuju se polužnim automatskim osiguračem „POS LT“.

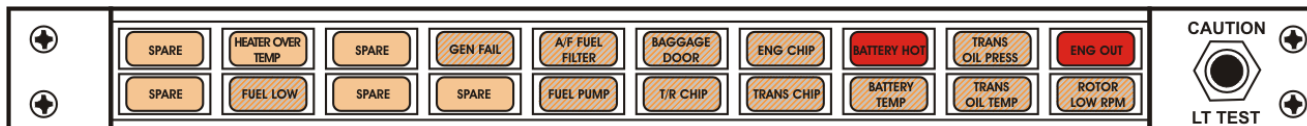
Električni sustav svjetla protiv sudara se sastoji od posebnog rasvjetnog tijela - bljeskalice. Sustav napajanja bljeskalice je smješten u odjeljku za smještaj električne opreme/avionike iznad prtljažnika. Napaja se s polužnog automatskog osigurača „ANTI-COLL“.

### 3.5. Električna oprema za signalizaciju otkaza i izvanrednih režima

Električna oprema za signalizaciju otkaza i izvanrednih režima detektiranjem otkaza ili nepravilnog rada nekog od nadziranih sustava reagira paljenjem odgovarajućeg signalnog segmenta na signalnom panelu. Time osigurava posadi vizualnu signalizaciju raznih otkaza i izvanrednih režima kao što su otkaz motora, mali broj okretaja glavnog rotora, niski tlak ulja u sustavu za podmazivanje, previsoka temperatura ulja u sustavu podmazivanja, pregrijanost akumulatora, prisutnost metalnih opiljaka u sustavu za podmazivanje itd.

Signalni panel se nalazi na gornjem središnjem dijelu instrumentalne ploče, a sastoji se od 20 signalnih segmenata raspoređenih u dva reda, prikazano na slici 1. Ovisno o važnosti

upozorenja signalni segmenti su narančaste (CAUTION) ili crvene (WARNING) boje. Ispravnost žarulja signalnog panela provjerava se pritiskom na dugme-prekidač „CAUTION LT TEST“, nakon čega svi signalni segmenti trebaju zasvijetliti. Prekidač je smješten na desnoj strani signalnog panela.



Slika 1. Signalni panel helikoptera, [2]

Na nekim zrakoplovima veći dio segmenta signalnog panela moguće je, zbog potreba noćnog letenja, zamračiti pomoću trenutnog prekidača „CAUTION LIGHTS BRT\_DIM“. Signalni panel moguće je zamračiti samo ako potenciometar za regulaciju intenziteta osvjjetljenja instrumenata i upravljačkih panela „INST LIGHTS DIM-BRT“ nije u isključenom položaju „DIM“.

Signalni segmenti na signalnom panelu se pomoću mikroprekidača aktiviraju električnim detektorima metalnih opiljaka, termoprekidačima, tlačnim prekidačima, padom broja okretaja itd.

### 3.6. Električna oprema ostalih sustava zrakoplova

U ovom potpoglavlju su nabrojani i opisani neki od električne opreme sustava helikoptera kao što su gorivni sustav, sustav za grijanje kabinskog prostora, sustav za provjetravanje kabinskog prostora, ventilator za hlađenje avionike, pomoćne utičnice 28V istosmjernje struje i grijač Pitotove cijevi.

Električna oprema gorivnog sustava zrakoplova (niskotlačni gorivni sustav) osigurava siguran smještaj pogonskog goriva i njegovu distribuciju prema motoru. Na dnu spremnika smještene su dvije električne pumpe koje kroz zajednički vod potiskuju gorivo prema ventilu za prekidanje protoka. Prednja pumpa napaja se s automatskog osigurača „FWD FUEL BOOST“, a stražnja s osigurača „FUEL AFT BOOST“. Budući da su oba osigurača stalno uključena, pumpe prorade čim se električna mreža zrakoplova dovede pod napon. Obje pumpe opremljene su nepovratnim i termičkim rasteretnim ventilom te tlačnim prekidačem za signalizaciju otkaza. Kada izlazni tlak bilo koje pumpe padne ispod minimalne vrijednosti, na signalnom panelu pali se signalni segment „FUEL PUMP“. Elektromotornim ventilom za prekidanje protoka goriva upravlja se prekidačem „FUEL VALVE“. Kako u letu ne bi došlo do nehotičnog prebacivanja prekidača iz položaja „ON“ (uključeno) u položaj „OFF“ (isključeno) i zaustavljanja motora,

prekidač je u uključenom položaju osiguran posebnim poklopcem. U slučaju gubitka električnog napajanja ventil ostaje u zatečenom položaju. Na gorivni vod između pumpi i ventila priključen je davač tlaka goriva. Ventil propušta gorivo u sklop filtera koji je smješten na prednjem protupožarnom zidu u motornom prostoru. Na gornjoj strani kućišta filtera ugrađen je diferencijalni sklop za signalizaciju začepljenosti filtera i obilazni ventil. Kada diferencijalni sklop registrira diferencijalni tlak koji ukazuje na skoro začepljeni filter, na signalnom panelu pali se signalni segment „A/F FUEL FILTER“. Nakon začepljenja filtera gorivo preko obilaznog ventila nepročišćeno odlazi u sklop visokotlačne gorivne pumpe. Na dnu spremnika između pumpi smješten je solenoidni ventil za dreniranje goriva, koji se aktivira prekidačem. Na gornjoj strani solenoidnog ventila smješten je davač niske razine goriva. Kada razina padne ispod određene granice, na signalnom panelu se pali signalni segment „FUEL LOW“. Dva davača količine goriva osiguravaju stalan uvid u raspoloživu količinu goriva.

Za grijanje kabinskog prostora koristi se vrući zrak doveden s izmjenjivača topline (klipni motori) ili s prstenastog kompresora motora (mlazni motori). Vrući zrak vodi se cjevovodom, preko elektromagnetskog ventila, do ventila „CABIN HEATER“ i izmjenjivača topline u kojima se miješa s kabinskim zrakom i potom upuhuje u kabinski prostor. Elektromagnetski ventil za prekidanje protoka zraka smješten je na prednjem dijelu protupožarnog zida motornog prostora. Uključuje se prekidačem „HEATER“. U slučaju gubitka električnog napajanja ventil se automatski zatvara i prekida protok zraka prema kabinskom prostoru. Kao dio sustava za grijanje kabinskog prostora, u donjoj konzoli su razmješteni termoprekidači (broj ovisi o veličini i tipu zrakoplova). Termoprekidači, zajedno s relejom koji je ugrađen u odjeljku za smještaj električne opreme/avionike, osiguravaju zaštitu sustava od pregrijavanja. Kada neki od termoprekidača registrira temperaturu zraka veću od neke granične temperature, na signalnom panelu pali se signalni segment „HEATER OVERTEMP“, a elektromagnetski ventil za prekidanje protoka zraka automatski se zatvara. Vraćanje kontakta releja u početni položaj, ujedno i gašenje signalnog segmenta „HEATER OVERTEMP“, postiže se prebacivanjem prekidača „HEATER“ iz položaja „ON“ (uključeno) u položaj „OFF“ (isključeno). Električni uređaj sustava za grijanje kabinskog prostora napaja se preko automatskog osigurača „HEATER CONT“.

Za vrijeme progresivnog leta, zrak pod tlakom ulazi kroz rešetke u uvodnik, a ventil za reguliranje protoka zraka propušta ga u kabinski prostor. Ventilom za reguliranje protoka zraka upravlja se ručicom „VENT“. S unutarnje strane vjetrobranskog stakla ugrađene su mlaznice oblikovane tako da prate konturu stakla. U svakoj mlaznici ugrađen je po jedan ventilator čija je primarna zadaća razmagljivanje vjetrobranskih stakla, a sekundarna provjetranje kabinskog prostora dok zrakoplov nije u progresivnom letu. Ventilatori osiguravaju veliki protok zraka kroz

mlaznice, a time i vrlo učinkovito razmagljivanje vjetrobranskih stakala. Polužnim automatskim osiguračem „DEFOG BLOWER“ istodobno se uključuju svi ventilatori.

Navigacijsko-komunikacijski (navcom) uređaji disipiraju u radu znatnu količinu topline i stoga zahtijevaju hlađenje. Tu funkciju obavlja ventilator koji je smješten na bočnoj strani konzole na kojoj se nalaze navcom uređaji ili je izravno ugrađen na njihovo postolje. Ventilator se napaja s automatskog osigurača „AVNCS FAN“. Budući da je osigurač priključen na sabirnicu za napajanje avionike i stalno uključen, ventilator proradi čim se sabirnica dovede pod napon.

Pomoćna utičnica 28V istosmjerne struje, namijenjena za priključenje ispitne opreme, ugrađena je uglavnom na bočnoj strani donje konzole, kao i utičnica za ažuriranje baze podataka GPS prijarnika. Pomoćna utičnica 28V napaja se s automatskog osigurača „AUX RECP“.

Pitot cijev je opremljena električnim grijačem. Grijač se uključuje polužnim automatskim osiguračem „PITOT HEAT“. Ako su ugrađene dvije Pitot cijevi, grijači se uključuju polužnim automatskim osiguračem „PILOT PITOT HEAT“ i „COPILOT PITOT HEAT“.



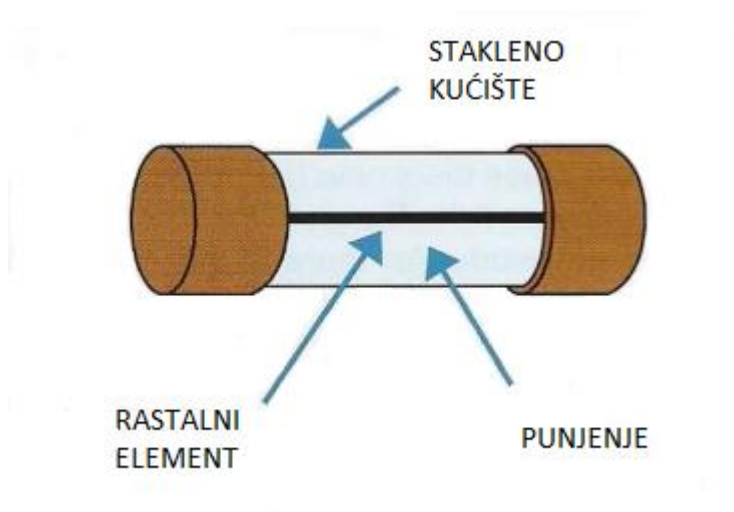
## 4. Najčešći kvarovi sastavnica DC mreže

Kvar DC električnog sustava i nije tako čest, ali se ponekad ipak dogodi. U električnom strujnom krugu abnormalna stanja mogu nastati iz više raznih razloga, a mogu uzrokovati prekoračenje strujnih parametara (jačina struje i/ili napon). Ako se dopusti da se to stanje zadrži, ta abnormalna stanja ili greške mogu dovesti do štete ili uništenja opreme te u ekstremnim slučajevima i do gubitka života. Kako bi se to spriječilo, ugrađuju se sustavi nadstrujne zaštite.

Sustavi nadstrujne zaštite zaduženi su za zaštitu strujnih krugova, izvora i potrošača od strujnih preopterećenja. Tipični uzroci strujnih preopterećenja su kratki spojevi pri kojima dolazi do pregrijavanja dijelova strujnog kruga, topljenja izolacije, iskrenja i u konačnici možebitnog požara [3].

### 4.1. Strujni osigurači

Najjednostavnija vrsta osigurača je rastalni (topivi) osigurač. Predviđeni su za jednokratnu uporabu, a izvode se u obliku tanke metalne niti u staklenoj cjevčici, prikazano na slici 2.



Slika 2. Primjer izvedbe rastalnog osigurača, [4]

Ako struja preraste dopuštenu vrijednost, metalna nit se rastali i pregori, a samim time prekida strujni krug i sprječava oštećenja trošila, izvora struje ili vodova električne instalacije.

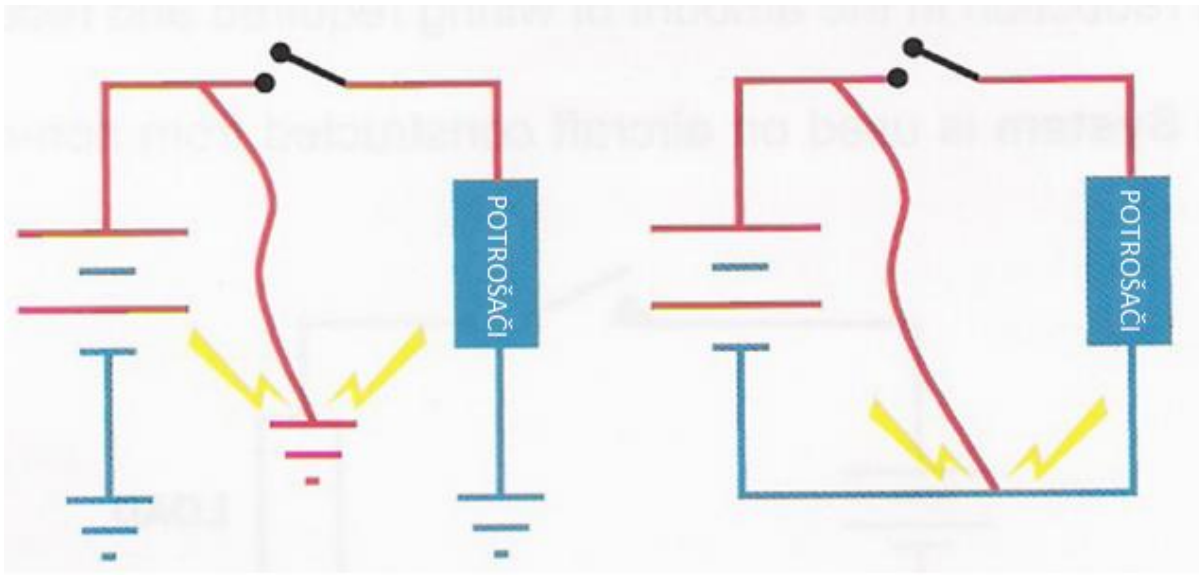
S obzirom na vrijeme reakcije, postoje brzi i tromi (spori) osigurači. Brzi osigurači pregore čim struja preraste nazivnu vrijednost osigurača, što bi ponekad moglo onemogućiti normalno korištenje nekih trošila kao što su elektromotori i grijači. Tromi osigurači dopuštaju kratkotrajna preopterećenja, a pregorjeti će samo ako struja iznad dopuštene, potraje više od sekundu, dvije. Kod rastalnih osigurača to se postiže punjenjem kvarcnog (kremenog) pijeska u kućište. Okolni pijesak, dok je hladan, hladi metalnu nit osigurača i sprječava njezino trenutno taljenje, međutim ako suviše jaka struja potraje, osigurač će ipak pregorjeti kad se zagrije i okolni pijesak. Pored toga, pijesak sprječava prskanje rastalnog elementa pri taljenju i time možebitno formiranje strujnih mostova na unutarnjoj stjenci kućišta osigurača. Kad osigurač pregori mora se zamijeniti novim; strogo je zabranjeno „krpanje“ osigurača, tj. ulaganje žice u pregorjeli umetak, jer takav „popravak“ osigurača može izazvati požar zbog pregaranja električnih vodova instalacije, i to na sasvim drugom mjestu, udaljenom od panela s osiguračima.

Danas se često koriste elektromagnetski (automatski) osigurači koji su daleko praktičniji od rastalnih. U njima elektromagnet isključuje ugrađenu sklopku kada struja preraste nazivnu vrijednost osigurača. Nakon „ispadanja“ takvog osigurača, nakon otklanjanja uzroka preopterećenja, dovoljno je polugicu sklopke osigurača opet uključiti.

## 4.2. Kvar u električnom strujnom krugu

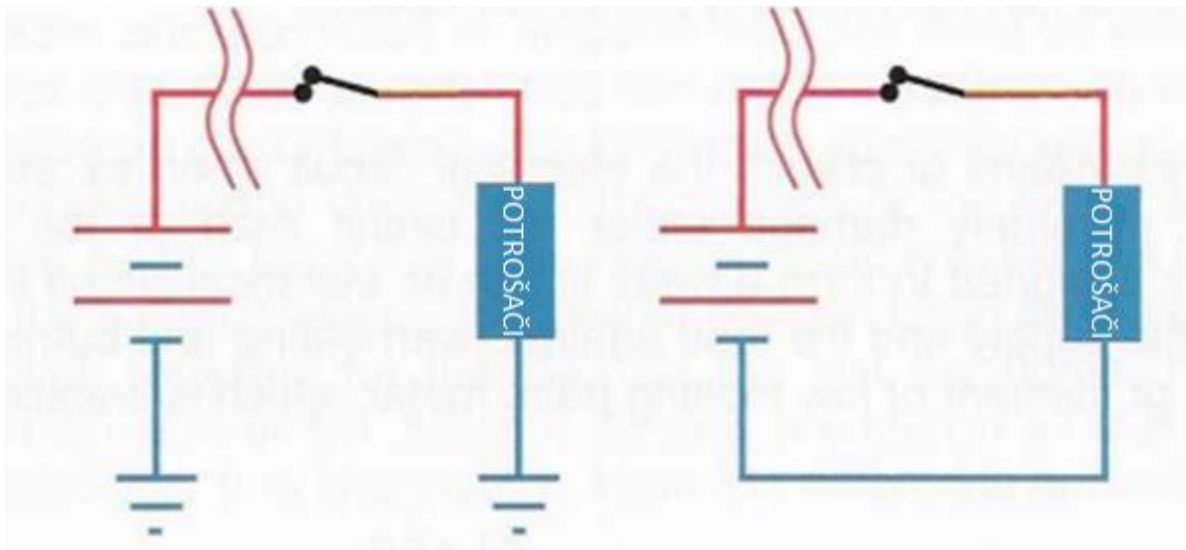
Ako izolacija oko žice pukne ili je oštećena, izlaže područje ogoljenih vodiča. Ako je žica pod većim naponom od uzemljenja i oštećeni dio dodirne oplatu u jednovodnoj DC mreži ili povratni vod u dvovodnoj DC mreži, prikazano na slici 3., postojat će put jako malog otpora. U takvim okolnostima, jako visoka struja teče od izvora kroz kratki spoj zaobilazeći potrošač i vraća se u izvor.

Nije uvijek garantirano da će strujni osigurač reagirati tj. aktivirati se odmah. Može se dogoditi da će kratki spoj inicijalno imati otpor koji uzrokuje protjecanje struje veće od uobičajene, ali unutar ograničenja zaštitnog uređaja. To može dovesti do pregorijevanja vodiča i mogućeg požara.



Slika 3. Jednovodna i dvovodna DC mreža (kratki spoj), [4]

U bilo kojem slučaju gdje se žica odspoji ili pukne, postoji kvar otvorenog strujnog kruga, prikazan na slici 4. Efekt je isti kao onaj kod isključivanja prekidača: struja nema zatvoreni krug kroz koji može proteći pa sustav ne može proraditi. Kako nema protoka struje zaštitni uređaji ne rade. Kad se pozitivna (+) žica odspoji, strujni krug postaje otvoren, ali ako žica zatim dodirne oplatu, dolazi do kratkog spoja od inicijalnog otvorenog strujnog kruga [4].



Slika 4. Jednovodna i dvovodna DC mreža (kvar otvorenog strujnog kruga), [4]

### 4.3. Akumulatori

S dobrim servisom, redovitim čišćenjem spojeva, dopunjavanjem elektrolita (kod nekih akumulatora), te održavanjem u napunjenom stanju akumulatori će imati razmjerno dugi vijek trajanja. Kvar na akumulatoru u pravilu nastupa kad su najpotrebniji, za vrijeme zime. U niskim okolnim temperaturama, ispod praga zaleđivanja, akumulatori su skloni gubitku snage i to čak do 50% njihovog nazivnog kapaciteta, zbog čega je pokretanje motora zimi pomoću akumulatora otežano. Vrlo ih je lako isprazniti do granice nakon koje nema mogućnosti ponovnog punjenja. Također, ako se dulje pune većom strujom od propisane, može doći do preopterećenja i posljedičnog uništenja.

### 4.4. Generator

Pravilan rad generatora je nužan za nesmetani let. Kako bi se izbjegao gubitak električne energije u zrakoplovu, kvar generatora na vrijeme treba ustanoviti. U slučaju neispravnog rada generatora na signalnom panelu će se pojaviti signalni segment „GEN FAIL“. Moguće je da se pojavio bezazleni kvar, koji je uzrokovan lošim kontaktom, a moguć je i prekid rada generatora. Kad se dogodi prekid rada generatora, akumulator preuzima ulogu primarnog izvora, ali samo određeno vrijeme, što ovisi o njegovom kapacitetu i zahtjevima autonomije. Nakon tog vremena (otprilike 30 minuta), dolazi do gubitka električne energije i otkaza komunikacije.

Na generatoru najčešće strada klinasti remen koji ga pokreće, a s kojim je povezan s motorom. Kad remen pukne, generator izgubi okretni moment i nije više u mogućnosti proizvoditi električnu energiju. Drugi mogući uzrok paljenja signalnog segmenta „GEN FAIL“ na signalnom panelu može biti neispravan regulator napona, zatim istrošenost njegovih četkica ili kvar elektronskog dijela regulatora napona. U nekim slučajevima četkice se mogu zamijeniti i smanjiti trošak popravka, ali najčešće se mora zamijeniti cijeli regulator napona.

## 5. Postupci i metode provjere ispravnosti rada DC mreže

Kad se izvodi provjera ispravnosti, vanjski izvor bi se trebao koristiti kad god je moguće. Provjera ispravnosti se izvodi kako bi se utvrdilo jesu li električni strujni krugovi bez smetnji i/ili kvarova nakon ugradnje ili zamjene opreme, te popravka ili zamjene vodiča. Također, provjera se izvodi i u svrhu otkrivanja kvarova. Provjera se obavlja prateći upute za održavanje, a svaki zrakoplov ima svoje upute. Naravno da postoje neki kvarovi koji nisu opisani i obrađeni u uputama i prepoznavanje istih stječe se iskustvom. Zbog toga je bitna komunikacija i prijenos informacija između tehničara.

### 5.1. Provjera konzole

Provjera konzole obavlja se pomoću upute za održavanje, pri čemu se obvezatno prati opisani postupak. Na slici 5. vidljiv je postupak provjere po sljedećim stavkama:

1. Pregledati da su promjenjivi otpornici pravilno montirani, bez korozije, zagorjelih elemenata, oštećeni, napuknuti i pravilnog otpora.
2. Pregledati da su prekidači učvršćeni, pravilno postavljeni, bez korozije i konstantno u ON ili OFF poziciji.
3. Pregledati da su osigurači pravilno montirani, bez korozije, konstantno u ON ili OFF poziciji i da „reset“ nema zadržavanja
4. Pregledati da su utikači, priključci i prijamnici pravilno montirani, kontakti bez korozije, oštećenih spojeva, napuknutih žica, pukotina u utorima i neispravne izolacije
5. Pregledati vodove i ožičenja da nisu olabavljeni spojevi, bez međusobnog trljanja, korozije, pogoršanja ili oštećene izolacije, prekomjernog stresa, potrganih niti, oštećenih zaštita, provjeriti usmjerenje te stanje montaže vodova i ožičenja.
6. Pregledati *shunt* za koroziju, pravilnu montažu, fizičko oštećenje te promjenu boje (ukazuje na preopterećenje)
7. Pregledati releje i solenoide na olabavljene kontakte, oštećene ili slomljene kontaktne pinova i terminale, oštećenja na kućištu ili izolaciji između pinova i dokaza o koroziji, udubljenja ili promjene boje (ukazuje na iskrenje zbog gubitka kontakta, unutarnji kratki spoj ili preopterećenje).
8. Vizualno provjeriti diode i tranzistore za oslabljene kontakte i tragove napuknuća. Provjeri sumnjivu diodu pomoću standardnog ommetra na provodljivost naprijed-

nazad. Provjeriti otpor tranzistora između odašiljača i baze, baze i kolektora po specifikacijama proizvođača.

9. Vizualno provjeriti svjetla panela na koroziju i zagorjele elemente.

Pored propisanih provjera tehničari po stečenom iskustvu rade po potrebi dodatne preglede i provjere.

#### BHT-206A/B-SERIES-MM-10

##### 96-7. INSPECTION.

1. Inspect variable resistors for proper mounting, corrosion, burned element, damaged wiper, cracks, and correct resistance.
2. Inspect switches for weak detents, proper mounting, corrosion, and continuity in on and off positions.
3. Inspect circuit breakers for proper mounting, corrosion, continuity in circuit power on and power off conditions, and reset retentions.
4. Inspect plugs, connectors and receptacles for proper mounting, contact corrosion, damaged contacts, broken wires, insert cracks, and faulty insulation.
5. Inspect leads and wiring for loose terminal connections, chafing, corrosion, deterioration, or damaged insulation, excessive stress, broken strands, damaged shielding, routing, and mounting conditions.
6. Inspect shunts for corrosion, proper mounting, physical damage, and discoloration (indicating excessive overloading).
7. Inspect relays and solenoids for loose connections, damaged or broken contact pins or terminals, damage to case or insulation between contact pins, and evidence of corrosion, pits or discoloration (indicating arcing due to loose connections, internal shorting or excessive overload).
8. Visually check diode and transistors for loose connection and broken leads. Check suspected faulty diode front-to-back conductivity ratio with standard ohmmeter. Check resistance of transistor between emitter and base, and base and collector per manufacturer specifications.
9. Visually check panel lights for corrosion and burned elements.

##### 96-8. REPAIR.

1. Clean and tighten loose terminal connections, mounting, and attachments of electrical components.
2. Replace miscellaneous electrical components which fail to meet inspection requirements.

96-00-00  
Page 18

##### 96-9. INSTALLATION.

1. Install component with attaching hardware or clamps.
2. Attach identified terminals and/or connectors.

##### 96-10. CONTROL PANELS — ELECTRICAL

Controls are mounted in the overhead console instrument panel and instrument panel pedestal. See figure 96-2 for console/panel illustration and Chapter 95 for instrument panel.

##### 96-11. REMOVAL.

###### NOTE

Removal procedure for all panels is similar. A single removal procedure is shown:

1. Ensure electrical power is set to OFF.
2. Disconnect battery.
3. Disengage fasteners. Lift panel from mount and disconnect electrical connector(s).

##### 96-12. INSPECTION.

Visually inspect for scratched, chipped, or broken edge or integrally lit panels, loose connections, defective switches, damaged connectors, and broken or missing mounting fasteners.

##### 96-13. REPAIR.

Replace items which fail to meet inspection requirements.

##### 96-14. INSTALLATION.

Connect electrical connector(s). Position panel in mount. Engage fasteners.

##### 96-15. CIRCUIT BREAKERS.

Circuit breakers are mounted in overhead console. Circuits can be opened and closed with these push-pull circuit breakers (figure 96-2).

Slika 5. Isječak iz upute za održavanje, provjera konzole, [5]

## 5.2. Provjera akumulatora

Kapacitet akumulatora se izražava u amper-satima (Ah), što predstavlja tzv. nazivni kapacitet akumulatora. Ako primjerice akumulator ima kapacitet 20 Ah, to znači da teorijski može davati struju od 20 ampera kroz razdoblje 1 sata. Alternativno, akumulator teorijski može davati struju od 2 Ah kroz period od 10 sati. Stvarni kapacitet u praksi je redovito niži od nazivnog (deklariranog), a određuje se po pogoršanju akumulatora za vrijeme korištenja. Ako se 60 Ah akumulator pri brzini pražnjenja od 1 sata isprazni za 0.7 sati, ili 42 minute, onda je stvarni kapacitet akumulatora 70% nazivnog kapaciteta. Drugim riječima, akumulator je samo 70% učinkovit. Na akumulatorima se obavlja tzv. test kapaciteta, kojim se određuje stvarni kapacitet zrakoplovnog akumulatora. Test se provodi svaka tri mjeseca, a efikasnost akumulatora mora biti 80% ili više da bi se akumulator zadržao u uporabi. Taj kapacitet će osigurati da se osnovni potrošači mogu napajati u trajanju od minimalno 30 minuta u slučaju da generator otkáže. Test akumulatora pod opterećenjem se obavlja tako da se akumulator optereti na, u pravilu, kraće vrijeme, pri čemu napon akumulatora očitani voltmetrom mora ostati konstantan odnosno ne smije pasti ispod propisane vrijednosti [6].

## 5.3. Provjera generatora

Provjera generatora se obavlja mjerenjem strujnih parametara opskrbe pomoću voltmetra i ampermetra. Ampermetar pokazuje jačinu struje u električnom strujnom krugu, a voltmetar pokazuje napon. Voltmetar je uobičajeno postavljen tako da mjeri napon sabirnice. Normalan rad je kad generator dostatno opskrbljuje potrošače i ujedno puni akumulator. To se najlakše provjerava pomoću integrirajućeg mjerača kapaciteta.

Integrirajući mjerač kapaciteta je dijagnostički neophodan za kontinuirano praćenje stanja napunjenosti alkalijских akumulatora. Sastoji se od istosmjernog motora koji ovisno o pražnjenju ili punjenju akumulatora preko reduktora pokreće kazaljku instrumenta. Napajanje motora dovodi se sa stezaljki radnog otpornika (*shunta*) koji ima malu vrijednost otpora. Prolaskom struje kroz *shunt* ovisno o smjeru procesa punjenja ili pražnjenja akumulatora, motor se vrti u jednu ili drugu stranu, sukladno okrećući kazaljku instrumenta baždarenog u amper-satima [3].

Pojavom kvara na generatoru trebala bi se pojaviti svjetlosna signalizacija „GEN FAIL“ na signalnom panelu. To je znak da je generator prestao opskrbljivati sustav te da je akumulator preuzeo njegovu ulogu. Ako generator daje manji napon, akumulator će jednim dijelom pomoći

opskrbljivati sabirnicu, tj. potrošače. Ako nakon toga otkáže generator akumulator će već biti djelomično ispražnjen i neće trajati onoliko koliko se od njega očekuje (minimalno 30 minuta) [7].



## 6. Umjeravanja i popravci sastavnica DC mreže

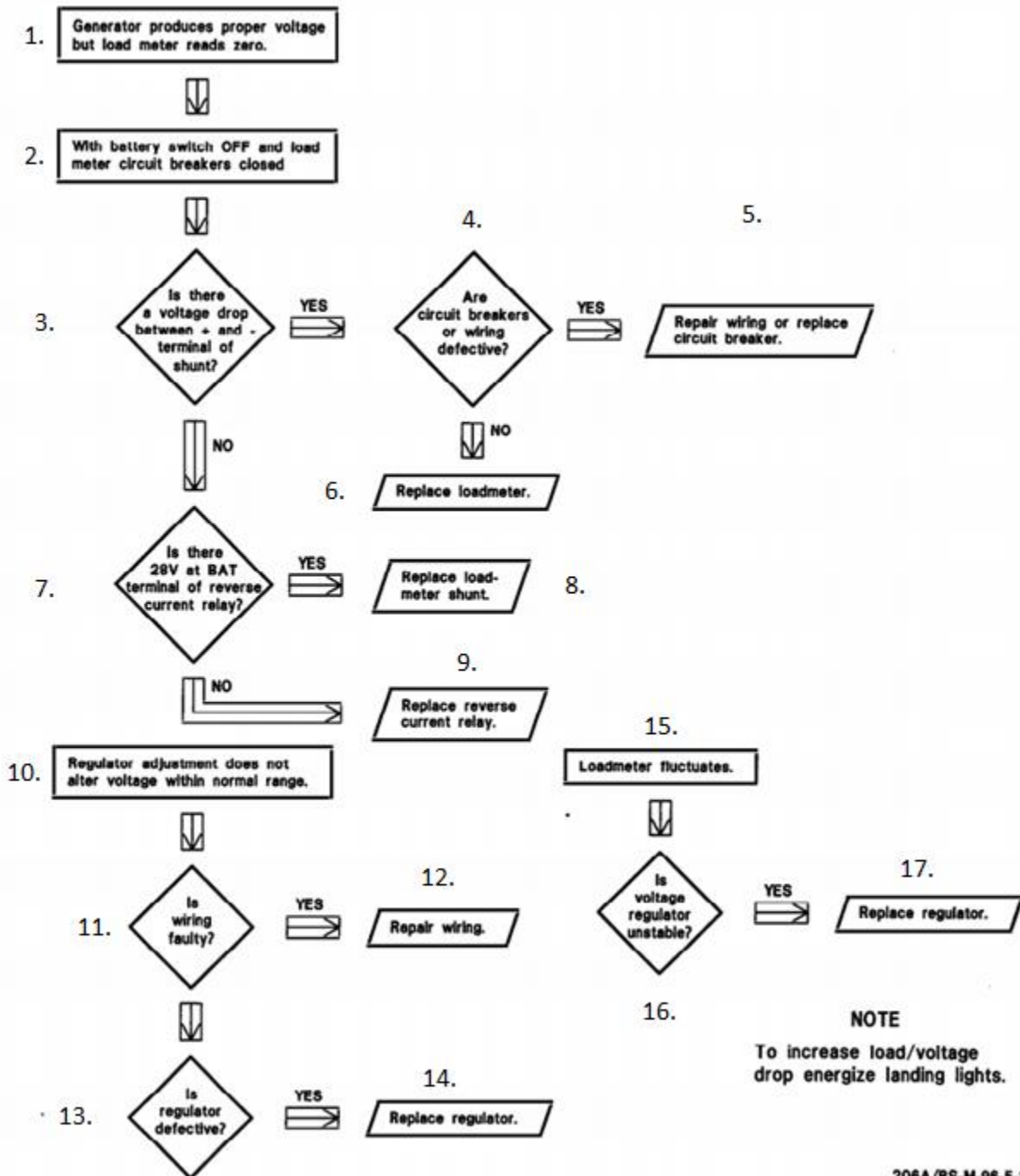
Popravci sastavnica DC mreže obavljaju se pomoću uputa za održavanje. Nakon provjere zrakoplova, ako su se pronašli nedostaci ili kvarovi, pokreće se postupak popravka. Prateći upute za održavanje dolazi se do načina na koji će se izvršiti popravak. Neki kvarovi se mogu popraviti odmah i bez ugradnje novih elemenata, dok neki zahtijevaju ugradnju potpuno novih komponenata, ovisno o obujmu kvara. Na primjer, osigurač koji je pregorio samo se zamjeni novim iste nazivne vrijednosti. Ako pregori žarulja također se zamjenjuje novom, kao i neki uređaji, primjerice, neispravna gorivna pumpa. Oštećena žica se možda može sanirati, dok je u nekim slučajevima potrebno promijeniti čitavi vodič.

Kao primjer, opisan je jedan segment iz upute za održavanje prikazan na slici 6. s brojčanim oznakama za lakše praćenje.

Prateći dijagram toka od vrha provjerava se i uspoređuje situacija na zrakoplovu. Generator proizvodi ispravan napon ali ampermetar opterećenja (*loadmeter*) pokazuje nulu (1.), a prekidač akumulatora je na OFF i osigurač ampermetra je zatvoren (2.). Nakon što je to ustanovljeno i provjereno, nastavlja se dalje provjerom postoji li pad napona između + i – stezaljki radnog otpornika (3.). Ako postoji, provjerava se jesu li možda osigurači ili vodiči neispravni (4.). Ako jesu, popravljaju se vodiči ili zamjenjuju osigurači (5.). Ako nisu, zamjenjuje se ampermetar (6.). Ako ne postoji pad napona između + i – stezaljki radnog otpornika (3.), provjerava se postoji li 28V na stezaljkama releja povratne struje (7.). Ako postoji, zamjenjuje se radni otpornik ampermetra (8.), a u slučaju da ne postoji, zamjenjuje se relej povratne struje (9.). Ukoliko se ustanovi da regulator ne održava napon unutar nominalnih granica (10.), provjerava se jesu li vodiči neispravni (11.). Ako jesu, popravljaju se (12.), a u slučaju da nisu, provjerava se ispravnost regulatora (13.). Ako je regulator neispravan, zamjenjuje se novim (14.). Ukoliko kazaljka ampermetra titra (15.), provjerava se je li regulator napona nestabilan (16) i u slučaju da je, zamjenjuje se novim (17.).

Kad bi se obrađivao svaki dio posebno, bilo bi potrebno prepisati cijelu uputu za održavanje. Svaki zrakoplov ima od strane proizvođača opisan postupak i način na koji se obavljaju popravci, kao i propisani dijelovi koji se koriste. Svaki segment u zrakoplovu ima svoj serijski broj i podatak koliko dugo može biti u upotrebi. Većina komponenti na zrakoplovu je učinjena tako da se u slučaju kvara vadi segment u kvaru i ugrađuje novi. Time se olakšava i ubrzava popravak kako bi zrakoplov što brže mogao vratiti u funkciju.

BHT-206A/B-SERIES-MM-10



206A/BS-M-96-5-1

Slika 6. Isječak iz upute za održavanje, dijagram toka rješavanja problema, [5]

## 7. Zaključak

Zbog sve većeg korištenja električne energije u zrakoplovstvu teži se pronalasku najbržeg i najjednostavnijeg načina pronalaska oštećenja, kvarova i nedostataka u električnoj mreži. Što se zrakoplov dulje nalazi u eksploataciji, način na koji se pristupa provjeri ispravnosti rada DC mreže u pravilu je sve jednostavniji. Nakon određenog vremenskog perioda i stečenog iskustva moguće je na osnovu indikacija preduhitriti kvar ili oštećenje u razvoju tj. nastanku. Kako bi upute za održavanje zrakoplova bile što opširnije i preciznije, tehničari šalju tvrtki zrakoplova svoje primjedbe i sugestije na postupke i metode provjere električne mreže. Tvrtka zrakoplova nakon uvedenih promjena u uputama za održavanje iste šalje svim korisnicima zrakoplova. U zrakoplovstvu je naročito bitna razmjena informacija između tvrtke i svih korisnika zrakoplova, prvobitno zbog sigurnosti, a zatim zbog lakšeg popravka i bržeg vraćanja zrakoplova u plovidbeno stanje.

U zrakoplovstvu je sigurnost ključan čimbenik. U pravilu svaka nova koncepcija ili malo veća promjena postojećeg sustava podvrgnuta je dugotrajnim testiranjima kako bi se uvjerali u pouzdanost rada sustava prije nego se implementira u sustav zrakoplova. Proći će još dugo vremena dok se koncepcija postojeće električne mreže promijeni, a to znači da se postupci i metode provjere električne mreže zrakoplova mogu u međuvremenu još više pojednostaviti i olakšati njihova primjena.

## Literatura

- [1] Bell Helicopter Textron, Bell Model 206 series JetRanger, Bell Helicopter Textron Inc., Texas 1998
- [2] Eskadrila helikoptera 93. ZB, Tehnički opis helikoptera Bell 206B-III JetRanger
- [3] Bucak, T.: Zrakoplovni elektrosustavi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [4] Atlantic F. T., Jeppesen G., JAA ATPL Training, Jeppesen, 2004.
- [5] Bell Helicopter Textron, Bell Model 206 series JetRanger, Bell Helicopter Textron Inc., Texas 1998.
- [6] Jeppesen G., JAA ATPL Theoretical Knowledge Manual, Oxford, England, 2002.
- [7] Nordan, Electrics, Nordan AS, Norway 2006.

## Popis slika

Slika 1. Signalni panel helikoptera, [2] .....	7
Slika 2. Primjer izvedbe rastalnog osigurača, [4].....	10
Slika 3. Jednovodna i dvovodna DC mreža (kratki spoj), [4] .....	12
Slika 4. Jednovodna i dvovodna DC mreža (kvar otvorenog strujnog kruga), [4] .....	12
Slika 5. Isječak iz upute za održavanje, provjera konzole, [5] .....	15
Slika 6. Isječak iz upute za održavanje, dijagram toka rješavanja problema, [5] .....	19

## METAPODACI

Naslov rada: Postupci i metode provjere ispravnosti rada DC mreže na malim zrakoplovima

Student: Jakov Buturić

Mentor: prof. dr. sc. Tino Bucak

Naslov na drugom jeziku (engleski): Testing Methods And Procedures for DC Power

Distribution System on Small Aircraft

Povjerenstvo za obranu:

- Doc. dr. sc. Anita Domitrović predsjednik
- Prof. dr. sc. Tino Bucak mentor
- Dr. sc. Jurica Ivošević član
- Izv. prof. dr. sc. Doris Novak zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: za aeronautiku

Vrsta studija: Preddiplomski

Studij: Aeronautika (npr. Promet, ITS i logistika, Aeronautika)

Datum obrane završnog rada: 08.05.2018.

**Napomena:** pod datum obrane završnog rada navodi se prvi definirani datum roka obrane.



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ završnog rada

pod naslovom **Postupci i metode provjere ispravnosti rada DC mreže na malim zrakoplovima**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 29/03/2018

\_\_\_\_\_  
(potpis)