

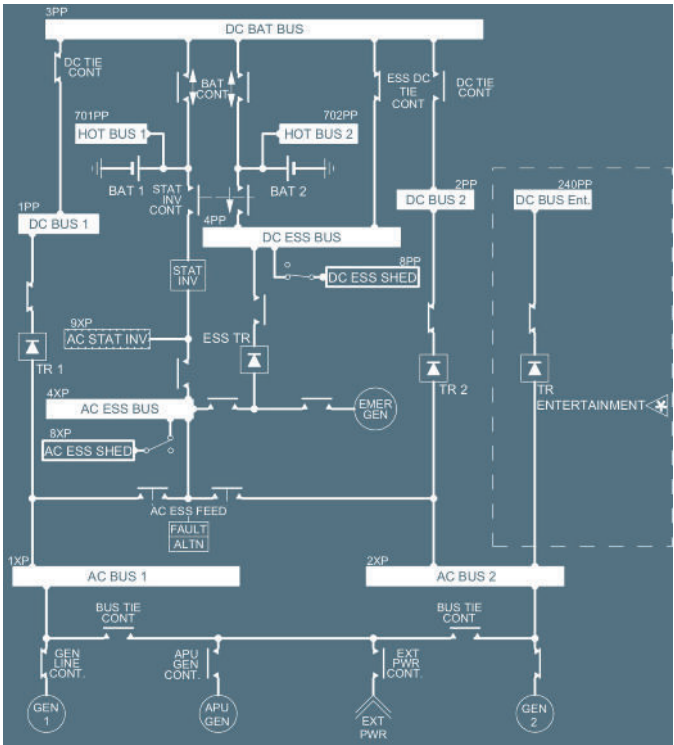
Addendum

➔ Wijziging pagina 6 (in Part 66 7.4):

Categorie		A1 level	B1 level	B2 level	deel	Hfst.
7.4	Potential safety hazards when working with electrical systems and protective equipment	3	3	3	1	1

➔ Aanvulling Deel 1 pagina 48 (onder paragraaf 1.5.1):

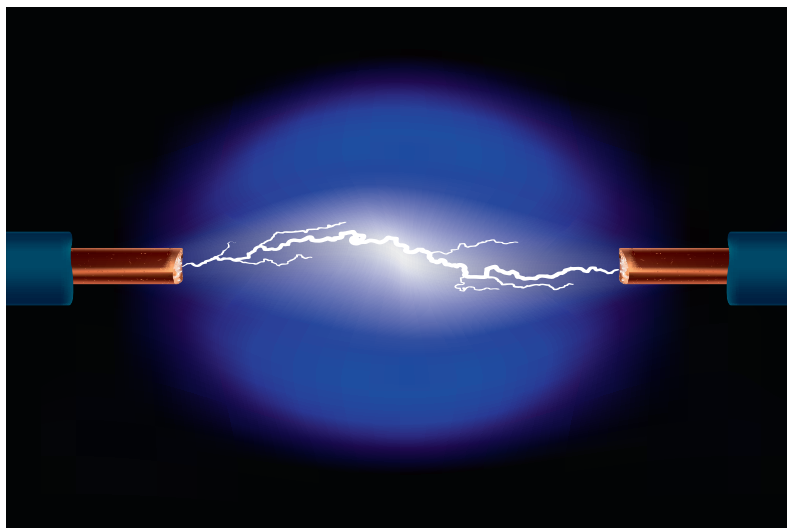
Werken aan de elektrische systemen van een vliegtuig moet dus zodanig worden uitgevoerd dat de rest risico's minimaal zijn, beter gezegd, er mag geen rest risico zijn. In figuur 1.20 zie je een schematisch voorbeeld van een elektrisch systeem. Verkeerde of zelfs gevaarlijke handelingen kunnen ernstige gevolgen hebben. Denk aan brandwonden, spierkrampen, blijvend (intern) letsel of erger. Het is daarom belangrijk dat je de (potentiële) gevaren van het werken aan de elektrische systemen goed kent, nog belangrijker is dat je weet hoe je jezelf kunt beschermen.



1.20 Schematisch voorbeeld elektrisch systeem

In vliegtuigen komen verschillende elektrische systemen voor. Sommige werken op lage spanning, zoals verlichting of signaaldraden. Andere werken op hogere spanning, zoals elektrische motoren, generatoren en omvormers. Elektronische onderdelen, bijvoorbeeld in de avionica, kunnen bovendien gevoelig zijn voor statische elektriciteit. Een kleine ontlading kan al leiden tot onherstelbare schade. Het is dus belangrijk om precies te weten waar je mee werkt, wat de (rest) risico's zijn en hoe je jezelf, je collega's en de systemen kan beschermen. Denk hierbij aan het volgen van de juiste procedures, juist gebruik van gereedschappen en de noodzakelijke beschermingsmiddelen en waarschuwingen toe te passen

Het is daarom van het grootste belang dat voor dat je begint te werken aan een systeem controleert of het spanningsloos is. Gebruik hiervoor de procedures die in de onderhoudsdocumentatie van het vliegtuig zijn opgenomen. Een ander groot gevaar is boogvorming. Dit kan gebeuren als de stroom in de vorm van een vonk overspringt van een geleider naar een geleidend (metalen) onderdeel. Zie figuur 1.21. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren bij een kortsluiting of als je met gereedschap een geleider aanraakt, denk hierbij bijvoorbeeld aan de plus- en minpolen van een batterij. Je kunt er ernstige brandwonden van oplopen, en het kan harde knallen en felle lichtflitsen veroorzaken. Dit soort situaties komen vooral voor bij systemen en/of geleiders waar (potentieel) veel stroom door heen loopt.



1.21. Boogvorming

Soms is er ook explosiegevaar, vooral in de buurt van accu's of brandstofsyste-
men. Bij het opladen van accu's kan waterstofgas vrijkomen. Als daar een vonk-
je bij komt, kan er een explosie ontstaan. In afgesloten ruimtes van het vliegtuig

kunnen brandbare dampen zich ophopen. Je moet daar altijd zorgen voor goede ventilatie. Denk hierbij aan werkzaamheden aan of in de brandstoftanks.

Een ander, minder zichtbaar risico is statische elektriciteit. Dit noemen we ook wel ESD (Electro Static Discharge). Dit is in het algemeen niet gevaarlijk voor de technicus, maar wel voor de systemen en/of componenten. Als jij bijvoorbeeld over een synthetisch tapijt in een vliegtuig loopt, bouw je statische elektriciteit op. Afhankelijk van de omstandigheden (o.a. luchtvochtigheid, kleding, schoenen) kan deze statische elektriciteit oplopen tot vele duizenden volt. (zie figuur 1.22)

Als je dan een gevoelig elektronisch onderdeel aanraakt, zoals een flight management computer of een display-unit, dan kan die lading overspringen en het onderdeel beschadigen. Je merkt dat meestal niet altijd direct, maar het systeem kan later in de vlucht wel fout gaan werken. Bij het werken aan deze onderdelen draag je altijd een ESD-polsband die is geaard, en werk je indien mogelijk op een speciale geleidende mat.

<u>Means of Generation</u>	<u>10-25% RH</u>	<u>65-90% RH</u>
Walking across carpet Walking across vinyl tile	35,000V	1,500V
	12,000V	250V
Worker at bench	6,000V	100V
Polybag picked up from the bench	20,000V	1,200V
Chair with urethane foam	18,000V	1,500V

1.22. Spanningshoogte statische elektriciteit

Om jezelf te beschermen tegen al deze gevaren, gebruik je de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) en volg je de voorgeschreven procedures. Bij het werken aan gevoelige elektronica draag je antistatische kleding en gebruik je ESD-veilige hulpmiddelen.

Daarnaast moet je weten hoe je het systeem veiligstelt. Dit doe je met de zogenaamde lock-out/tag-out-procedure. Je zorgt dan dat niemand het systeem weer onder spanning kan zetten terwijl jij eraan werkt. Je isoleert het systeem (schakelt het systeem uit) en plaatst een blokkade op de schakelaar of circuit breaker, daarnaast plaats je een waarschuwingslabel zodat het duidelijk is dat er onderhoud bezig is. Zie ook figuur 1.23.



1.23. Lock-out/Tag-out

Gebruik altijd het juiste gereedschap. Voor elektrisch werk gebruik je alleen geïsoleerd gereedschap dat veilig is tot 1000 volt. Meetapparatuur moet je altijd eerst controleren op correcte werking, beschadigingen en/of geldigheid van de kalibratie. Controleer ook voor en ná de meting of je multimeter en meetdraden niet beschadigd zijn.

Een recente ontwikkeling in de luchtvaart zijn de elektrisch aangedreven vliegtuigen.

De elektrische energie voor deze motoren wordt opgeslagen in en geleverd door lithium-ion (Li-ion) accu's. De locatie van deze accu's in het vliegtuig verschilt per vliegtuigtype en -model.

Om beschikbaarheid van elektrische energie te garanderen, worden accu's meestal gesplitst in twee of meer accupakketten.

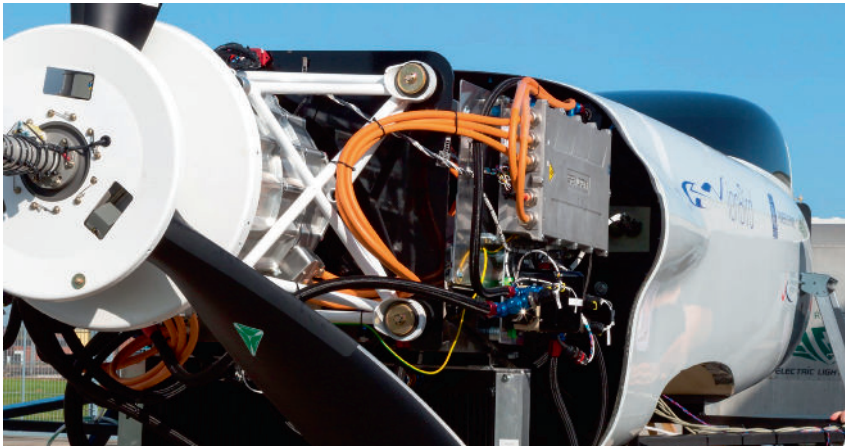
Mocht er een storing in een accu optreden, dan wordt deze accu automatisch losgekoppeld van het stroomnet. Volgens de certificeringseisen is één accu voldoende voor voortzetting van de vlucht, zij het met een verminderd bereik. De accu's worden aangestuurd en bewaakt door een computer.

Het elektrische systeem van een elektrisch aangedreven vliegtuig bestaat in de basis uit twee systemen;

1. Laagspanning systeem - Voor onder andere verlichting, instrumenten, communicatie en navigatie.
2. Hoogspanning system - Voor aandrijving van de elektrische motor(en)

Voor het werken aan elektrisch aangedreven vliegtuigen moet voldaan worden aan speciale veiligheidsaanwijzingen. Deze verschillen per vliegtuigtype. Onderstaand wordt een algemeen stappenplan beschreven om veilig aan elektrisch aangedreven vliegtuigen te werken.

De bedrading/kables van het hoogspanning systeem zijn te herkennen aan hun oranje kleur, zie onderstaand figuur 1.24

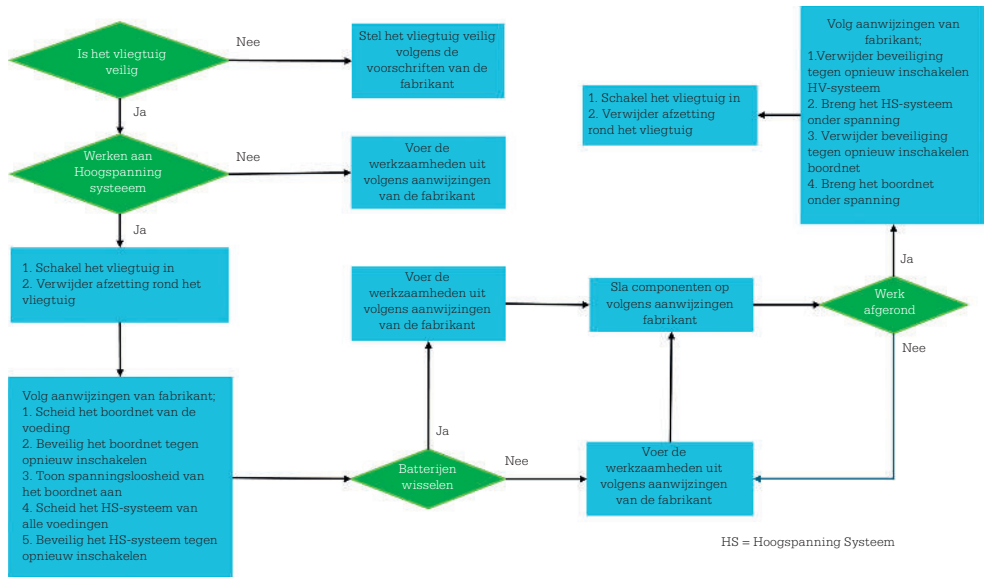


1.24

Volg voor het werken aan elektrisch aangedreven vliegtuigen altijd de aanwijzingen van de vliegtuigfabrikant.

Voor het werk aan elektrisch aangedreven vliegtuigen kan beginnen, dient er eerst een risicoanalyse te worden uitgevoerd. In deze analyse moet worden bepaald of het veilig is om aan het vliegtuig te werken.

Een belangrijk punt in deze analyse is het vaststellen of er aan het laagspanningssysteem of hoogspanningssysteem gewerkt wordt. Afhankelijk van deze vaststelling moet er een stappenplan worden gevolgd om het veilig werken zeker te stellen. Zie figuur 1.25 voor een stroomschema werken aan elektrisch aangedreven vliegtuigen.



1.25

Li-ion-accu's hebben een grote energiedichtheid (Dit is de hoeveelheid energie die is opgeslagen in een bepaalde hoeveelheid massa of volume van een stof of systeem. Een hoge energiedichtheid betekent dat een kleine massa of een klein volume veel energie bevat)

- Loodaccu – 50-100 Wh/kg
- Li-ion-accu – 260-270 Wh/kg

Li-ionbatterijen zijn gevoelig voor invloeden van:

- Lage temperatuur
- Oververhitting ($>60^{\circ}\text{C}$)
- Beschadigingen
- Kortsluiting
- Schokken
- Vocht

Het gevolg van bovenstaande invloeden kan resulteren in een instabiele accu; dit kan leiden tot een thermal runaway.

Bij Thermal Runaway verlaagt de interne weerstand van de accu, waardoor de elektrische stroom toeneemt. Hierdoor loopt de temperatuur op, waardoor de interne weerstand verder afneemt.

Het gevolg van Thermal Runaway kan zich op diverse manieren manifesteren;

- Rook (zeer giftig)
- Vuur (temperatuur tot 1600°C)
- Explosie

De gassen die vrijkomen bij een thermal runaway van een li-ionbatterij voeden een eventuele brand. Deze brand kan niet op conventionele wijze worden geblust.

Onderdompelen in een ruime hoeveelheid vloeistof (water) is de enige manier waarop een dergelijke brand onder controle kan worden gebracht. Het kan een aantal dagen duren alvorens zo'n brand is geblust. Laat het bestrijden van een dergelijke brand altijd over aan professionele brandbestrijders en denk altijd aan je eigen veiligheid.

Vanwege bovengenoemde gevaren dienen Li-ion-accu's opgeslagen te worden volgens strikte voorschriften in gecertificeerde kasten of ruimtes. Voor de opslag van grote hoeveelheden Li-ion-accu's (>10.000 kg) moet een speciale (omgevings) milieuvergunning worden aangevraagd.