

ELEKTRICITEIT VAN DE ZON

Deel 5: Het boordnet en het bedraden ervan

Henk Bos

Inleiding deel 5

* Dit verhaal is een ambachtelijke benadering over het aanleggen van een boordnet. Het behandelt de uitgangspunten en de beschikbare componenten voor het goed en veilig aansluiten van een boordnet. Het doel is een betrouwbaar -, overzichtelijk - en eenvoudig te repareren boordnet waarin storingen snel zijn te lokaliseren - door een goede documentatie - en definitief te verhelpen.

* Dit verhaal gaat over extra lage spanning afgekort tot ELV (Extra Low Voltage).

Maximale wisselspanning van 50 Volt VAC (Voltage Alternating Current).

Maximale gelijkspanning van 120 Volt VDC (Voltage Direct Current).

In onze scheepspraktijk komt dit neer op een 12 of 24 Volts gelijkspanning-boordnet.

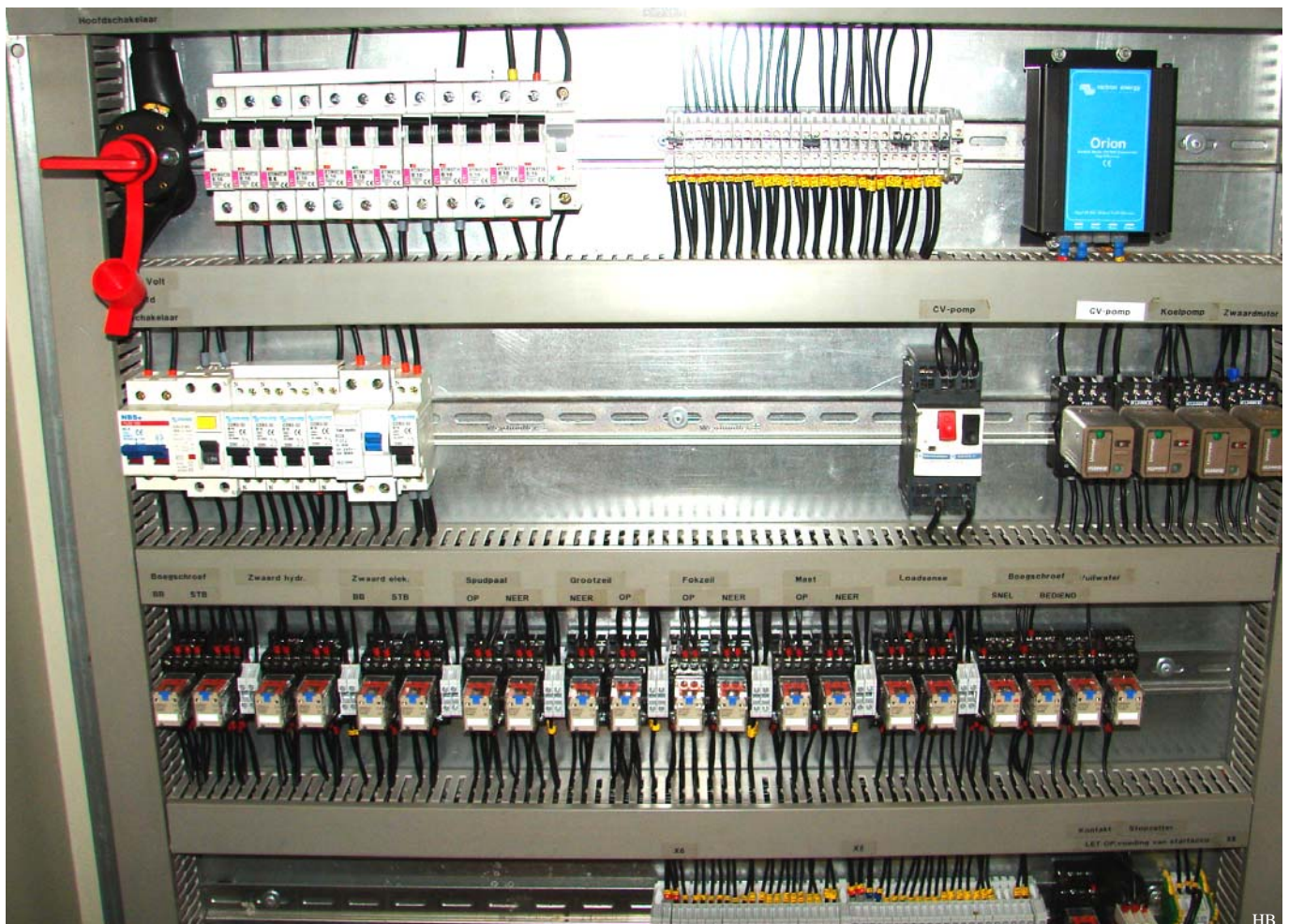
Uitgangspunten

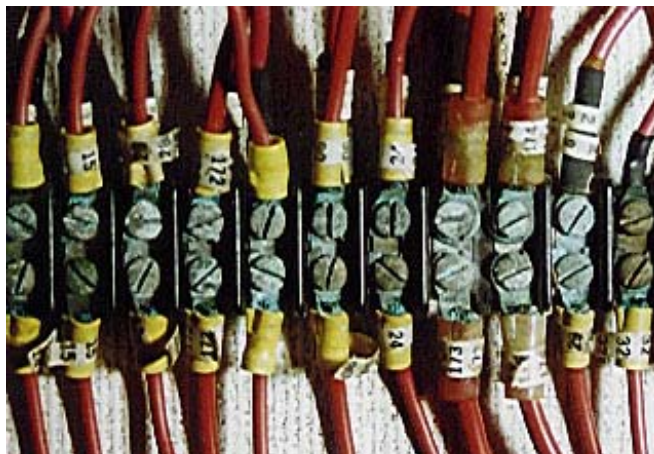
Over de kniptang hebben we het al in deel 4 gehad.

We gaan nu kijken naar wat er na de ontwerpfase moet gebeuren. Daarom gaan we eerst eens kijken naar de principes die we gaan gebruiken voor het aanleggen van een nieuwe (deel) bedrading. De nieuwe bedrading moet heel blijven en geen risico opleveren. Dit kunnen we doen door:

* bedrading te nemen met een goede temperatuurbestendige isolatie bij voorkeur 95° Celsius.

* De bedrading moet - uiteraard - zelfdovend zijn. Dit bijvoorkeur testen. Het is heel vervelend als de bedrading ergens op een moeilijke plaats brandt en niet uit te krijgen is. Het is meestal catastrofaal voor het schip.

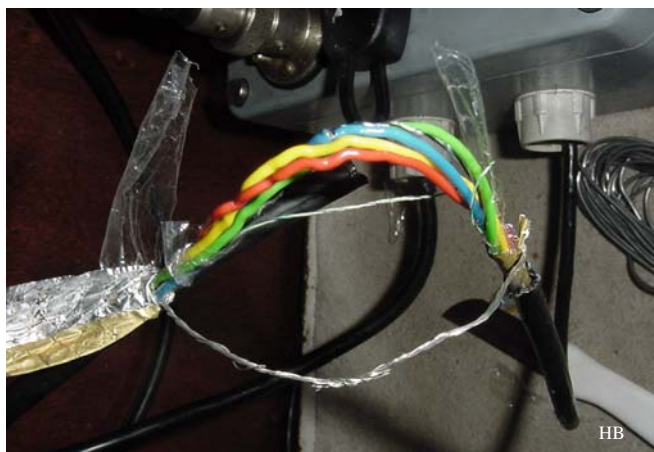




* Corrosie is een ander gevaar die op de loer ligt. Vertinde koperaders houden het langer uit dan blank koperdraad. Blank koperdraad oxideert zelfs binnen de isolatie!

Hoewel gerenommeerde bedrijven aangeven dat het niet nodig is om vertind materiaal te gebruiken vind ik dit korte termijn denken. De installatie moet minimaal 30 jaar goed blijven en het liefst langer. Er zijn prima verchroomde en zelfs vergulde componenten te vinden. Blanke contacten conserveren met bv. blanke tectyl.

* De bedrading moet mechanisch sterk zijn. Daarom voldoende dikte gebruiken, bij voorkeur niet dunner dan 1,5 mm². Het is bar vervelend als onderweg op zee een bedrading breekt door trillingen en op zee kan het behoorlijk te keer gaan. Als er iets kan bewegen dan beweegt het ook en als gevolg ervan breekt het. Koperdraad wordt namelijk harder tijdens het buigen.



Zelf heb ik nare herinnering aan het breken van een apehaar dunne bedrading van een stuurautomaat op zee en het vinden van de breuk en het repareren er van tijdens windkracht 7 bij Mölle in Zweden.

* Alleen soepele aders gebruiken. Door de vele dunne draadjes kunnen bewegingen gemakkelijker gevolgd worden. Alleen op grote schepen kunnen er massieve bedrading toegepast worden mits voldoende ondersteund en met korte vrij hangende delen. Ik heb zelf draadbreken moeten zoeken in kabelgoten, -rails en -gangen en ik kan u verzekeren dat het een moeilijk klusje is.

* Om bewegen van de bedrading - en dus breuk - te voorkomen hoort de bedrading vastgezet te worden zodat deze niet kan bewegen. Ook in kabelgoten en kokers. Slijtage en schavielen kan zo voorkomen worden.

* Knikken en korte bochten in de aders voorkomen zodat het koperdraad zo weinig mogelijk mechanisch belast wordt.

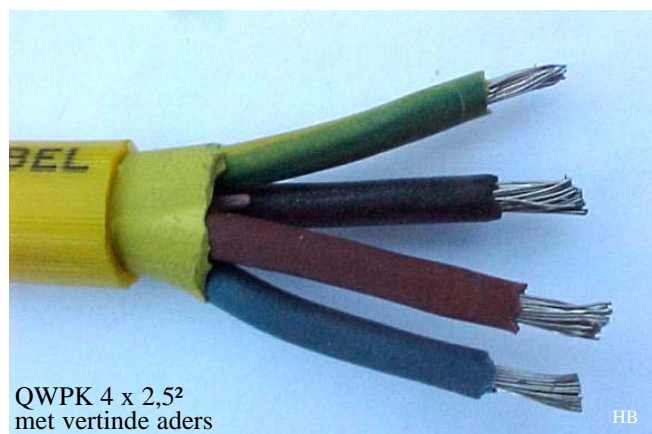
* Alle verbindingen worden zo veel mogelijk met 1 ader gelegd zodat er zo weinig mogelijk onderbrekingen zijn.

* De hele installatie zo inrichten dat geen vingercontact mogelijk is met de plus. Ook niet voor een kindervinger. Daarom alles afschermen in een aansluitdoos of rangeerkast of eventueel met bv. een lexaan plaat.

* In principe is alles aan boord gemerkt (van een duidelijk leesbaar opschrift voorzien) om vergissingen tijdens calamiteiten uit te sluiten.

Definities

Een ADER is een soepele uit meerdere draadjes bestaande geïsoleerde koperdraad.



Een KABEL bevat meerdere aders die nog een keer van een isolatie (mantel) is voorzien. Kabel met 2 aders wordt ook wel snoer genoemd. Zie ook het hoofdstuk bedrading. BEDRADING kan bestaan uit meerdere losse aders en/of kabels.

Bij 12 volt bedrading zijn min en nul, termen voor hetzelfde.

Evenzo zijn plus en positief dezelfde begrippen al kan de hoogte van de spanning variëren.



Een "BUS-BAR" is een geïsoleerd opgestelde metalenstrip met schroeven. Wordt gebruikt als aansluitpunt voor meerdere aders.

Zwerfstroom (uitleg)

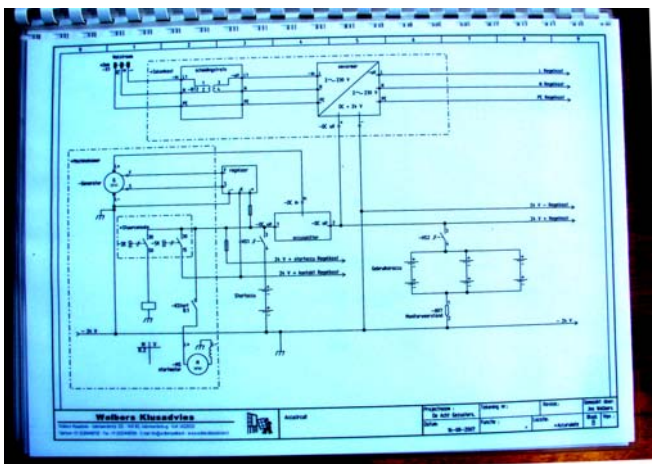
Zwerfstroom is elektrische stroom die loopt waar het niet hoort te lopen. Het loopt door de aardleiding, de potentiaal vereffeningsleiding, het water, de scheepshuid,



de huiddoorvoeringen, nat hout, vochtige oppervlakken, enz. Je kunt er schokken van krijgen en het kan corrosie veroorzaken. Zwerfstroom kan worden veroorzaakt door een stroombron zoals de accu, stroom vanaf de wal of een beschermde damwand of gasleiding. Erge corrosie wordt niet veroorzaakt door zwerfstroom die door het water loopt maar omdat het door de scheepshuid loopt. Omdat er sprake is van relatief hoge spanningen kan corrosie door zwerfstroom veel sneller optreden dan de corrosie die veroorzaakt wordt door het contact tussen verschillende metalen (galvanische corrosie).

Het woord elektrolyse wordt vaak foutief gebruikt om verschillende soorten corrosie aan te duiden. Elektrolyse is het gasen dat optreedt bij elektrolytische corrosie.

Documentatie



* Er is een gebruikers handleiding aanwezig. Een gebruikers handleiding is het boordboek met o.a alle gebruiksaanwijzingen, handleidingen en systeemtekeningen.

* Van de gehele elektrische installatie zijn tekeningen aanwezig in het boordboek.

Centrale aardpunt (van het schip)

Bij elektrische systemen is het afspraak dat de behuizing van elke gebruiker aan massa ligt.

Verder zijn we gewend dat de min pool van een accu met de massa verbonden is. Een massa vrij systeem is een utopie (onmogelijke werkelijkheid). Er wordt veel geld besteed aan isoleren van de motorcomponenten terwijl zowel het koelwater, de koelvloeistof als de koeler elektrisch geleidend blijven en daarmee het nut van isoleren te niet

doet. Het heeft meer nut om de financiën te besteden aan een goede elektrische installatie die aan onze uitgangspunten voldoet.

De negatieve polen van de accu's, de motor, het controlepaneel, het bedradingssysteem, generator, massa onder water, de veiligheidsmassa (PE = Protective Earth) van het 230 volt systeem van het schip, de Potentiaal Vereffenings Leiding (PVL) en de massa van het GPS signaal komen allemaal bij elkaar in 1 punt. Hiermee worden aardlussen voorkomen.

Dit punt kan een bout zijn of een met bouten bevestigde zware metalen (vertind koperen) staaf (aardrail). In dit verhaal noemen we dit "CEP" (Common Earth Point).

Een aardleiding behoort stroomloos te zijn en neemt (daardoor) het gelijke spannings-niveau aan als de omringende aarde (direkte omgeving). Dit geldt niet voor PVL, massa c.q. min- of nul-geleiders. De behuizing van alle apparaten (tenzij dubbel-geïsoleerd) behoort op de aarde te zijn aangesloten. Min, of nul geleiders KUNNEN ook op de behuizing zijn aangesloten, maar dat hoeft niet! En wat "massa" is weet je eigenlijk pas als je weet hoe het apparaat in elkaar zit! Alhoewel je er vanuit mag gaan dat een metalen behuizing van een apparaat ook tegelijk de "massa" heet: bijv. van een motorblok of een autoradio. En je mag ervan uitgaan dat die geaard zijn of dient te zijn.

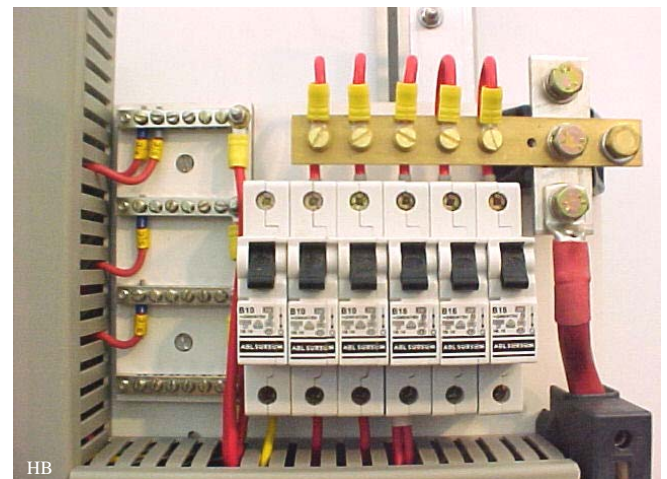
* Het Centrale Aard Punt (CEP) is als zodanig gemerkt.

Stroom door de scheepshuid

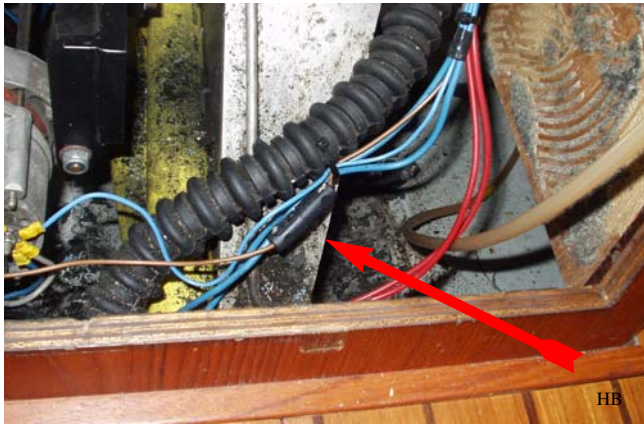
Uit de autotechniek zijn we gewend dat de retourstroom door het chassis loopt. Het voordeel is dat een nieuwe gebruiker met 1 ader aangesloten kan worden. Ondanks alle verhalen over de problemen met corrosie komt het op oudere schepen nog steeds voor. Als er door de stalen of ijzeren romp een stroom loopt gaan er ladingsdragers in oplossing. Dit houdt in dat langzaam maar zeker steeds meer delen van de romp gaan verdwijnen. Deze vorm van corrosie kan door een 2 aderige bekabeling zeer sterk verminderd zo niet totaal gestopt worden.

Zekeringen

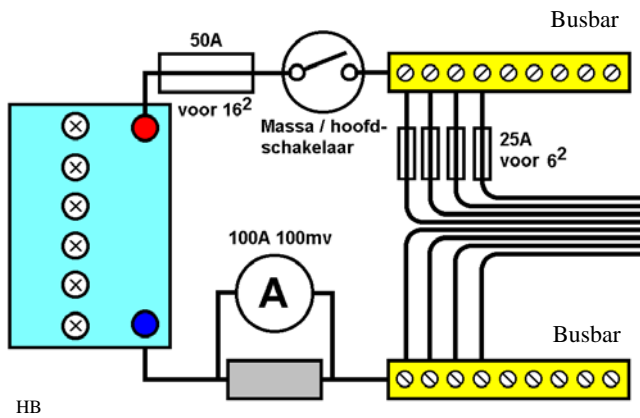
Alle elektrische circuits zijn met eenzekering of een installatieautomaat beveiligd. Een Installatieautomaat wordt ook welzekering-automaat of installatie-beveiligings-automaat genoemd.



* Elke voedende draad is voorzien van een zekering die minimaal de draad beveiligd. De enige uitzondering is het startcircuit.



* Zwevende zekeringen zijn een crime en vaak moeilijk te vinden; daarom: geen "zwevende" zekeringen in de bedrading opnemen, ook niet voor de radio of marifoon.



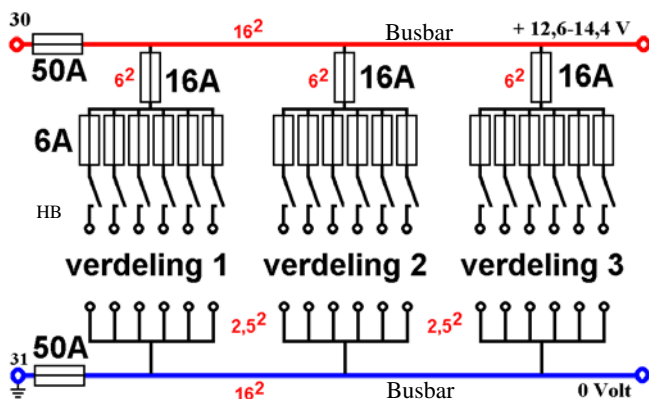
* Alle zekeringen, automaten en schakelaars zitten in een gelijkstroomcircuit aan de positieve zijde. Bij plaatsing in de negatieve kant bestaat de mogelijkheid van zwerfstroom met de bijbehorende corrosie.

* De installatie automaten zijn van het "trip free" type (kunnen niet omzeild worden) en moeten handmatig weer ingeschakeld worden.

* De beveiliging van een elektromotor is niet meer dan 125% van het maximum vermogen.

* Alle zekeringen en/of automaten zijn geplaatst in een bedieningspaneel, uitgezonderd de hoofdzekering die zo dicht mogelijk bij de licht-accu geplaatst is.

Opzet van het systeem



* De gebruikers zijn ingedeeld in groepen.

* Elke groep heeft een centrale zekering zo dicht mogelijk bij de accu als praktisch mogelijk is.

* Zekeringen zijn van het gesloten type met schone afgeschermd contacten.

* Schakelpanelen zijn gemakkelijk toegankelijk voor onderhoud.

* Schakelpanelen zijn geventileerd.

* Schakelpanelen en lasdozen zijn gemaakt van onbrandbaar en niet elektrisch geleidend materiaal.

* Alle schakelaars zijn gelabeld.

* Als er een benzinemotor is geïnstalleerd zijn alle schakelaars van het goedgekeurde en vonkvrije type.

* Schakelaars in een stuurstand, kuip, dek of andere vochtige omgeving hebben rubberen afdichtingen zodat de schakelaars waterdicht blijven.

Draaddiameter en spanningsval

Met een Voltmeter kunnen we de spanning meten die over de accu staat. Evenzo kunnen we de spanning meten die over een lampje staat. Het verschil in spanning tussen de accu en het lampje noemen we de spanningsval. Bij een dunne bedrading zal er veel spanning verloren gaan in de bedrading. De volgende waarden zijn aanvaardbaar:

- 2% Acculaders
- 4% Startmotoren
- 5% Navigatie verlichting
- 7% Andere gebruikers

Formules

Spanning = Stroomsterkte x Weerstand

Volt = Ampere x Ohm of $U = I \times R$

Vermogen = Spanning x Stroomsterkte

Watt = Volt x Ampère of $P = U \times I$

Draadopp in $mm^2 =$

$2 \times \text{Afstand} \times \text{Stroomsterkte} \times \text{koperfactor} (0.0175)$

maximaal spanningsverlies in Volt (2%=0,24 V)

Draadoppervlak en de bijbehorende zekering kunt u uitrekenen met mijn programma Ecalc. Het is zonder toestemming geplaatst op:

<http://home.kpn.nl/fredvdlm/watersport/draaddikte.htm>

Gaan we een solarsysteem van 85 Wp aansluiten met 7 meter tussen de panelen en de accu (via de regelaar) dan kunnen we de volgende waarde's in voeren:

Draadoppervlak in $mm^2 =$

$20 \times 7 \times 0.0175 / 0.24 = \text{circa } 10^2 \rightarrow \text{zekeren met } 10A$

Zekeringen

Afspraak: elke ader die van een stroombron naar een gebruiker gaat heeft een zekering die afgestemd is op de dikte van de te gebruiken ader.

Voorbeelden: direct na de lichtaccu bevindt zich standaard de hoofdzekering.

Is de afgaande leiding 70^2 dan hoort hier een zekering te zitten van 125 Ampère.

Is de afgaande leiding 25^2 dan dient er een zekering te zitten van 63 Ampère.

ELEKTRICITEIT VAN DE ZON

Deel 6: Het boordnet en de onderdelen ervan 1

Hoofdschakelaar en hoofdzekering

Henk Bos

Inleiding deel 6

Na het verschijnen van nummer 56 kreeg ik een mailtje met de opmerking dat de tekening op blz 26 niet overeenkomt met de voorschriften. De hoofdschakelaar was in de min leiding getekend.

Citaat uit de E-mail:

Dit is wettelijk gezien niet toegestaan, motivatie:

CvO beroepsvaart en CvO pleziervaart (2006/87/EG) verwijst artikel 9.01 lid 1 naar officiële Europese normen). Volgens mij bedoelen ze dan o.a. de ISO normen zoals de: ISO 10133 (DC), ISO 13297 (AC), ISO 8846 (Explosie), en de CE norm (94/25/EG) zoals geldt voor commerciële jachten tot 24 meter.

In ISO 10133 staat dat een hoofdschakelaar en zekeringen altijd in de plus opgenomen dienen te worden ISO10133:2000(E) artikel 6.1. Die ISO 10133 heb ik in 2007 van ASA Boot Electro gedownload:

<http://www.asabootelectro.nl/user/documenten/electro-info.pdf>

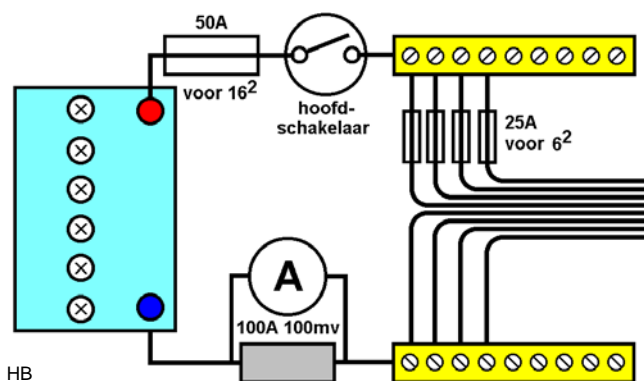
Op de website van A.M. Schoo (sleeptboot Dolphin) staan ze ook vermeld:

<http://www.xs4all.nl/~amschoo/walstroom.htm> en die verwijst naar:

<http://www.sychut.com/nav/el/ISO10133.pdf> <http://www.sychut.com/nav/el/ISO13297.pdf>

Deze mail is de aanleiding om hier iets dieper op in te gaan. De Nederlandse weergave cq interpretatie van de ISO teksten is van mijn hand daar ik niet de beschermde teksten kan vermelden. Kijk voor de juiste tekst dan ook in de originele ISO tekst. Zie ook:

http://www.zeilersforum.nl/index.php?option=com_kunena&Itemid=27&func=view&catid=73&id=126388



Het juiste principe schema

ISO 1033 hoofdstuk 6 accu hoofdschakelaar

1 De accu hoofdschakelaar moet geïnstalleerd zijn in de positieve leiding vanaf de accu of combinatie van accu's naar de te voeden installatiedeel. De hoofdschakelaar moet goed toegankelijk en zo dicht mogelijk bij de accu of combinatie ervan.

De volgende uitzonderingen zijn toegestaan:

a) Vaartuigen voorzien van een buitenboordmotor met circuits voor het starten van de motor en alleen een navigatieverlichting

b) elektronische apparaten met een geheugen (radio voorkeuringstellingen) en beveiligde apparaten zoals bilge-pompen en alarmsystemen, indien deze individueel beschermd zijn door een stroomonderbreker of zekering zo dichtbij als praktisch is bij de pool van de accu

c) De ventilator van de motor cq brandstof-tank compartiment indien deze afzonderlijk beschermd is door een zekering of stroomonderbreker zo dicht mogelijk als praktisch bij de pool van de accu

d) Laadsystemen die zijn bestemd zijn om te worden gebruikt wanneer het vaartuig onbeheerd is (bv. zonnepanelen, windenergie generatoren) als deze individueel beschermd zijn door een zekering of stroomonderbreker zo dichtbij als praktisch is bij de pool van de accu.

Doel van een hoofdschakelaar

Het doel van een hoofdschakelaar is het realiseren van een mogelijkheid om een elektrisch systeem op één plaats uit te kunnen schakelen. Denk maar eens aan brand of explosie gevaar.

Bij brand in een huis of een ander pand gaat de brandweer op zoek naar de meterkast om daar de netspanning uit te kunnen schakelen.

De hoofdschakelaar is niet bedoeld om ontladen van een accu te voorkomen door lekstromen. Deze dienen één voor één opgespoord en geëlimineerd te worden.

Waarom in de plus?

Eerlijk gezegd is me dat een raadsel. Velen nemen aan dat de stroom van plus naar min loopt (wordt bij ons loodgietersstroom genoemd) maar de elektronenstroom loopt van de min naar de plus. Dus de hoofdschakelaar in de plusleiding is discutabel.

In de min zal bij een CVO ook niet afgekeurd worden daar afkeuring volgt bij een klaarblijkelijk gevaar. De functie als zodanig moet natuurlijk wel gerealiseerd worden namelijk het spanningloos maken van een elektrisch systeem.

Accuschakelaar in de min is vaak niet verstandig ook al zijn veel voertuigen van een massaschakelaar voorzien. Bij open staan van de massaschakelaar en een draaiende motor heb je een probleem. Dat heet in vaktermen: Loss of Ground. Op het moment van het losraken van de min (wat je deed met draaiende motor) is de dynamo zijn referentiepunt kwijt. Op dat moment kunnen er spanningen van ver boven de 50V (ja je leest het goed, vijftig volt en meer) ontstaan. Dit totdat de spanningsregelaar ingrijpt. Maar dan kan het voor de elektronica te laat zijn.

De plaats van de hoofdschakelaar

Artikel 63 Wetgeving praktijkboek milieu wil dat een hoofdschakelaar eigenlijk aan de buitenzijde bedienbaar is. Dit is in strijd met het feit dat de hoofdschakelaar zo dicht mogelijk bij de accu hoort te zitten.

Er bestaan zowel elektrisch als pneumatisch bedienbare hoofdschakelaars. Een voorwaarde hierbij is dat de schakelaar ook handmatig bediend moet kunnen worden. Hierbij hoort dan (o.a. via de Arboret) dat er ook een mogelijkheid moet zijn om de schakelaar tegen ongewenste bediening te beveiligen, bij voorkeur met een persoonlijk hangslot die voorzien is van een inschrift wie de eigenaar van het slot is en het sleuteltje bezit.

Het is uiterst vervelend als de installatie op afstand wordt ingeschakeld als er werkzaamheden aan de installatie worden uitgevoerd en kan soms dodelijk zijn.

Persoonlijk vindt ik een plekje bij de machinekameringang een mooie plaats. Bij calamiteiten is de spanning snel en eenvoudig uit te schakelen. Hier hoort ook de staaldraad - die de brandstof hoofdafsluiter bedient - te zitten. Beiden voorzien van een opschrift met de functie.

De provincie Friesland is in hun voorschriften "Minimale eisen Elektrisch vaarsystemen" een stuk duidelijker.

Systemen en installatie dienen te voldoen aan de eisen volgend uit dit document en er dient een conformiteit verklaring aan de Richtlijn pleziervaartuig 94/25/EG te worden opgeleverd voor de installatie betrekking hebbend op het aandrijfsysteem ten behoeve van het elektrisch varen. Hierin staat voor de hoofdschakelaar:

In het voedingscircuit van de hoofdmotor dient tenminste één mechanisch te bedienen hoofdschakelaar te zijn aangebracht in de z.g. + leiding tussen batterij / accupakket en controller. Deze hoofdschakelaar dient goed en snel toegankelijk te zijn. Hoofdstroomschakelaars dienen te voldoen aan de specificatie dat de stroom die continu geleid kan worden groter of gelijk is dan de waarde van de grootste overstroombeveiliging.

Welke hoofdschakelaar

Er zijn een heleboel verschillende hoofdschakelaars op de markt zie o.a.:

<http://www.wijlhuizen.com/NL/documentatie/hb2/hoofdstroomschakelaars.pdf> zie ook:

http://www.autoelectricsupplies.co.uk/file_uploads/aes_catalogue_5.pdf



HB

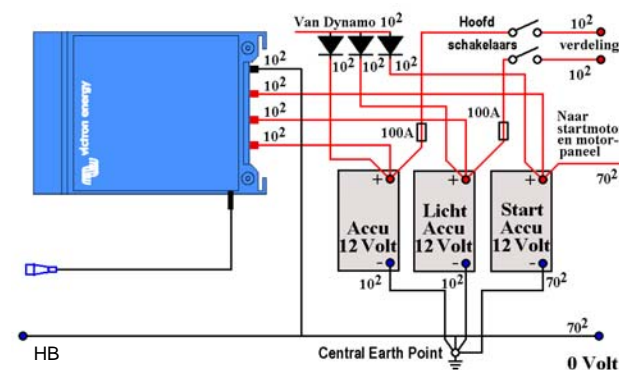
Max. belasting 40 Amp.

Een waarschuwing is hier wel op zijn plaats. Veel plastics zijn thermoplasten. Dit houdt in dat bij warm worden of onder druk plastic kan gaan vervormen. Zo heb ik eens bij een aankoopkeuring nogal gezocht waarom er geen spanning op het systeem stond. De accuspanning was goed en de zekering heel maar er stond geen spanning na de hoofdschakelaar. Bleek dat de stift van de sleutel te kort geworden was. Sinds die tijd heb ik hoofdschakelaars met een plastic sleutel in de ban gedaan en wil ik alleen een metalen exemplaar bij voorkeur van Hella, Bosch of Vetus.



Vetus hoofdschakelaar
450A 45000-5sec

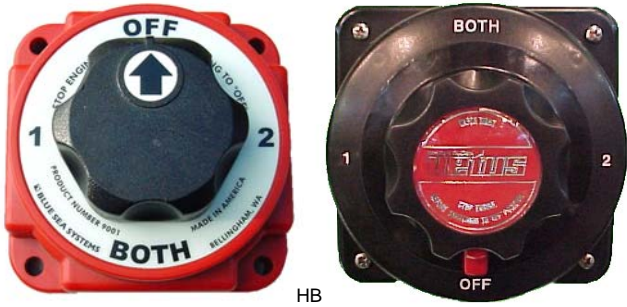
Let vooral op de toegestane continu stroomsterkte. Deze dient in overeenstemming te zijn of zwaarder zijn dan de hoofdzekering.



Hoofdschakelaars in de afgaande leiding

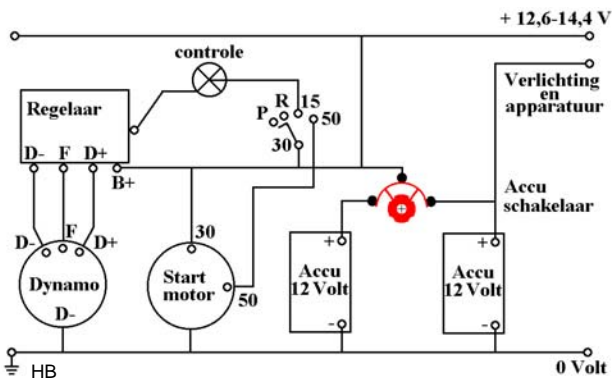
Accuschakelaars

Accuschakelaars zijn mijn inziens een relict uit de tijd dat er geen diodes bestonden, we nog werkten met een gelijkstroomdynamo met een cut-out relais en een spanningsregeling via een schuifweerstand. Voor het gelijkrichten van de dynamospanning hadden we een collector nodig met koolborstels.

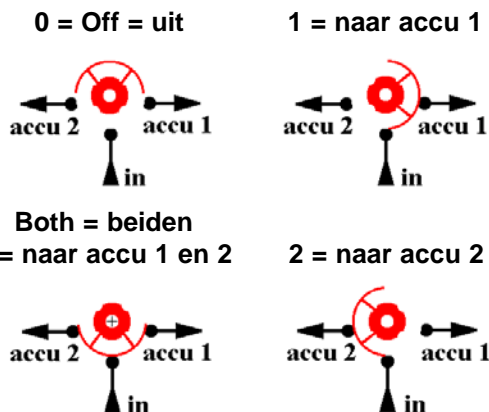


HB

Meerdere accu's laden kon alleen via een accuschakelaar. De 2 accu's of groepen kunnen via de schakelaar parallel geschakeld worden. Hier doet zich een probleem voor, want als twee accu's parallel geschakeld staan, gedragen ze zich als één accu. Als een van beide slechter begint te worden zal de goede (volste) accu lading afstaan aan de slechtere. Ook bij laden zal in deze situatie geen verandering komen. Een gedeeltelijk ontladen accu heeft een grotere weerstand dan een volle. De laadstroom heeft de onhebbelijke gewoonte de weg van de minste weerstand te kiezen en gaat dus naar de vollere accu. Resultaat: de leegste accu wordt niet of nauwelijks bijgeladen en de twee accu's samen leveren nooit het volle vermogen.

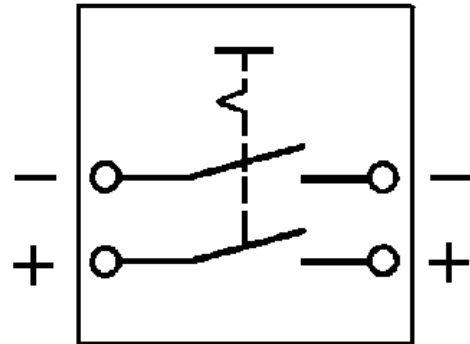


De eigenaars van deze installaties zeggen dan vrolijk: als de ene accu vol is schakel ik hem over naar de tweede. Dan gaat bij mij het nekhaar omhoog want dit gaat ten koste van de levensduur. Het is namelijk zo: als de accu de gasspanning bereikt, is de accu nog maar 80% geladen. Het duurt dan nog 4 uur (absorbtiefase) voor de accu 100% vol is. De 4 uur geldt voor natte accu's. Bij AGM en Gel accu's is de nalaadtijd korter nl 2 à 3 uur. Daarna kan er naar een lagere spanning (float) geschakeld worden. Voor natte, AGM en Gel accu's is dit 13,25 Volt.



HB

Tijdens de cursussen besluiten we meestal om deze schakelaars naar de Kliko te verwijzen. Er zijn tegenwoordig veel betere, veiliger en betrouwbaardere mogelijkheden. Indien gewenst besteden we hier nog eens aandacht aan. De schakelaars zijn niet bedoeld om als hoofdschakelaar te dienen. Vaak is de constructie ook nog inferieur. De ANWB heeft er in de waterkampioen al een keer aandacht aan besteed. Vetus kwam redelijk goed uit de test.



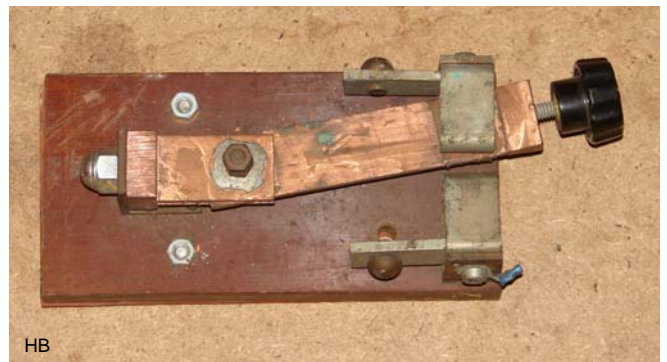
HB

Dubbele hoofdschakelaar van Bosch #0341003004
Intermittent rating 2500 Amps 5 seconds @ 24 Volt DC
Continuous rating 250 Amps



HB

Inwendige van een hoofdschakelaar (defect)



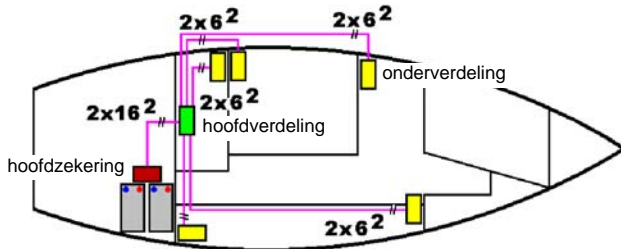
HB

Hoofdschakelaar gemaakt van een scheidingschakelaar.
Voor onze eerste kampeerauto in 1970

De hoofdzekering

Opmerking

De in deze serie getoonde tekeningen en voorbeelden stammen uit cursus materiaal wat gebruikt wordt voor de pleziervaart. Om de afmetingen binnen de perken te houden zijn waarde's gebruikt die in de meeste jachten voorkomen. Voor grote pleziervaartuigen dienen de waardes aangepast te worden (bij voorkeur met een deskundige).



HB

Een zekering in de bedrading van een schip is bedoeld om bij een te hoge stroom voor de geleider (draad of kabel) stuk te gaan of uit te schakelen.

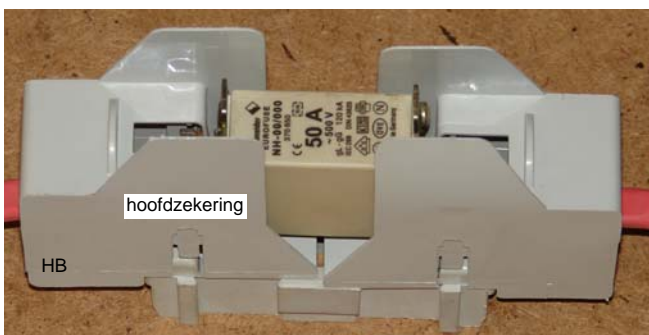
De waarde van de zekering wordt bepaald door de dikte van de draad en de maximale temperatuur die de isolatie mag hebben.



HB

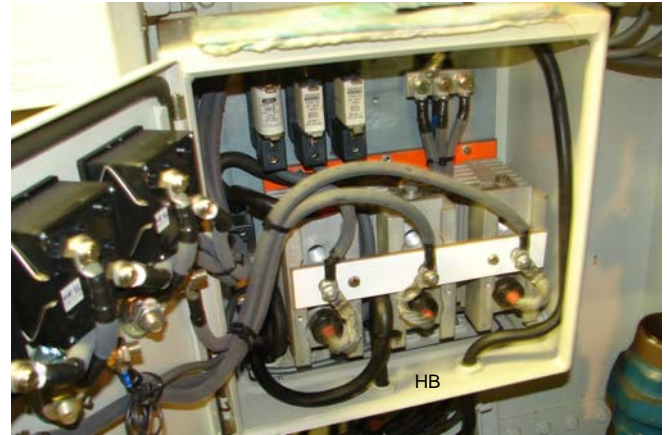
Een leuk programma om een en ander uit te rekenen is te vinden op <http://beta.circuitwizard.blueseas.com/>. Het programma geeft per in te vullen gegevens, informatie. Erg leerzaam. Een belangrijk gegeven is het bepalen van de maximale kortsluitstroom die mag lopen door de bedrading voordat er schade ontstaat aan de kabel of kabelboom (bundel van draden) en er zeker geen brand kan ontstaan.

Beveiligd de zekering meerdere stroomkringen dan is de dunste draad bepalend. Daarom wordt een bedradingsstelsel trapsgewijs opgebouwd en voedt de hoofdvoeding de verdeelvoedingen. Zie INFO-20M-56. De hoofdzekering is dan ook niet in staat om apparatuur te beveiligen. Dit hoort in de aansluitkast thuis. Voor de waarde van deze zekeringen is de informatie van de fabrikant bepalend.



HB

Van de hoofdzekering loopt een dikke ader meestal naar een hoofdverdeling.



Zekeringen in een beschermkast

NEN ISO 10133 zegt een en ander over de hoofdzekering (overstroombeveiliging).

Een handmatig bediende installatie automatisch (trip-free circuit-breaker), of een zekering, moet worden geïnstalleerd binnen 200 mm van de accu voor elk circuit of geleider van het systeem of, indien onpraktisch, de geleider wordt voorzien van een beschermend omhulsel, zoals een mantel, leiding of kabel goot, over de gehele lengte van de accu tot aan de vermogensschakelaar of zekering.

Noot:

Een "trip-free" stroomonderbreker is een stroomonderbreker die tript (open gaat of wel verbreekt), zelfs als het bedieningsmechanisme (ON-knop) wordt bediend. Een nontrip-vrij stroomonderbreker kan worden gereset en / of ingedrukt, zelfs indien een overbelasting of overmatige hitte aanwezig is. Met andere woorden, een nontrip-free stroomonderbreker kan worden omzeild door de ON knop te bedienen.

Trip-free automaten worden gebruikt in circuits die geen overbelasting kunnen toestaan. Voorbeelden hiervan zijn precisie of gevoelige circuits, niet spoedeisende verlichtingscircuits en niet-essentiële apparatuur. Nontrip-vrij stroomonderbrekers worden gebruikt voor circuits die perse nodig zijn. Een voorbeeld is onder andere noodverlichting.



Extra bescherming richting hoofdzekering/-schakelaar

De volgende uitzonderingen zijn toegestaan

A. Het voedings circuit van de accu naar een startmotor, indien ommanteld of ondersteund om tegen slijtage en contact te beschermen met geleidende oppervlakken

B. De hoofdvoeding van de accu naar het schakel of bedieningspaneel, distributie paneel of zekeringenblok, indien ommanteld of ondersteund om de geleider te beschermen tegen slijtage en contact met de geleidende oppervlakken.

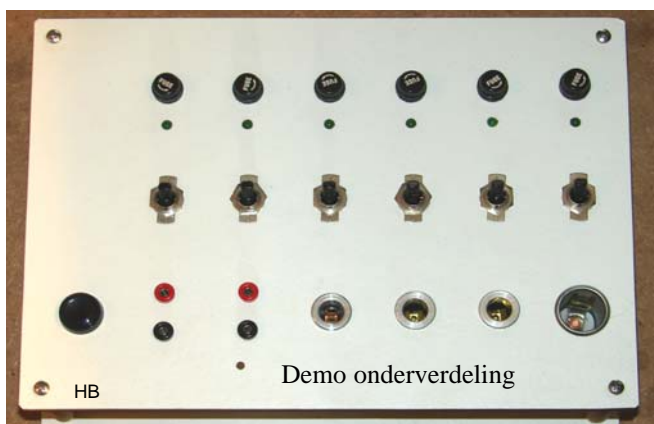
Als de zekering of stroomonderbreker geplaatst is aan het begin van de geleider en in staat is om de dunste geleider in het circuit te beschermen, wordt alleen de zekering of stroomonderbreker bij de bron vereist.



Verdeling naar meerdere onderverdelingen.

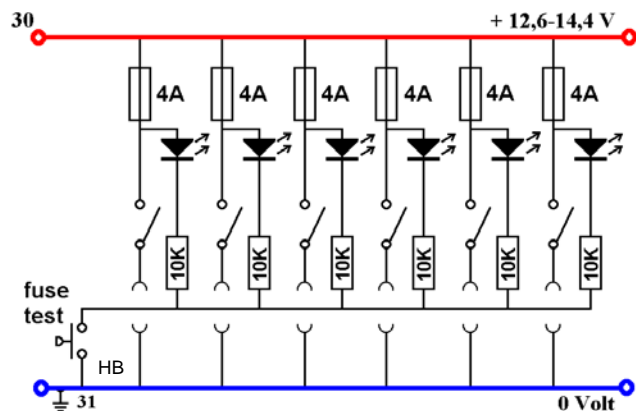
De hoofd-verdeling bij voorkeur in een kast monteren.

Altijd geheel gesloten of zandgevulde zekering toepassen ivm explosie gevaar!



Onderverdelingen bij voorkeur in een kast monteren.

Linksonder zit een drukknop waarmee de zekeringen getest kunnen worden.



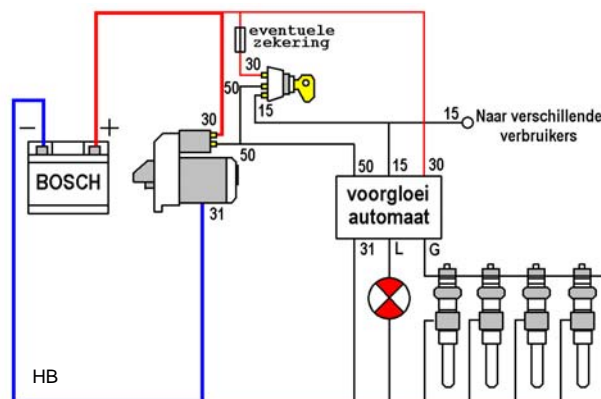
De nominale spanning van elke zekering of stroomonderbreker mag niet minder zijn dan de nominale klemspanning; de huidige waarde is niet hoger dan de waarde voor de geleider van de kleinste diameter in het circuit.

Uitgangscircuits van zelfbegrenzende generatoren en acculaders vereisen geen zekeringen of stroomonderbrekers.



Gecombineerde hoofdzekering en hoofdschakelaar.

Geen hoofdzekering in het startcircuit



Geen zekering in het startcircuit in dit schema van Bosch

Voor het starten van een dieselmotor is een koppel nodig aan de krukas bij 100 omw/min uitgedrukt in kgfm van 6 maal de slagvolume in liters.

Voorbeeld startstroom berekening

Het vermogen van de startmotor is dan $M \times N / 716,2$

Voor de 2,4 liter diesel in onze camper is dat

$$6 \times 2,4 \times 100 / 716,2 = 2 \text{ pk}$$

De startmotor is uitgevoerd als serie motor wat bij lage toerentallen een hoog koppel oplevert. Het rendement is ongeveer 50%. De opgenomen stroom wordt dan

$$2 \text{ pk} \times 736 \text{ Watt} = 1472 \text{ Watt dit 2 keer} = 2940 \text{ Watt}$$

$$\text{Bij 12 Volt is dit } 2940 / 12 = 245 \text{ Ampère.}$$

Deze stroom is verder nog afhankelijk van temperatuur, accukwaliteit, viscositeit van de gebruikte olie en de slijtage van de motor. De bijbehorende accu is 80 Ah. De maximum accu stroom kan 5 à 8 x de Ah = 400 à 640 Ampère zijn. Daarom is dit niet goed van een zekering te voorzien.

De cijfers dienen om een indruk te krijgen.

We gaan verder in nummer 59

**Tabel met de relatie draaddoorsnede en de nominale stroomsterkte.
De veiligheid (glaszekering of automaat) heeft altijd een lagere waarde dan de maximaal toegestane stroomsterkte.**

kabel diam	een aderig		twee aderig		drie en vier aderig	
	max stroom	max zekering	max stroom	max zekering	max stroom	max zekering
1.5	12	10	10	10	8	6
2.5	17	16	15	16	12	10
4	23	20	20	20	16	16
6	30	25	25	25	21	20
10	41	36	35	36	28	25
16	54	50	45	36	38	36
25	71	63	59	50	50	50
35	86	80	71	63	61	63
50	106	100	88	80	74	63
70	132	125	110	100	92	80

HB

Er zijn voor zekeringen twee standaarden: IEC wordt in Europa gebruikt en UL (Under Writers Ltd), wat in de VS gebruikt wordt.

De IEC norm kan direct 1 op 1 gebruikt worden, dat wil zeggen de stroom van de zekering is gelijk aan de nominale stroom. Dan blijft de zekering theoretisch voor een lange tijd heel.

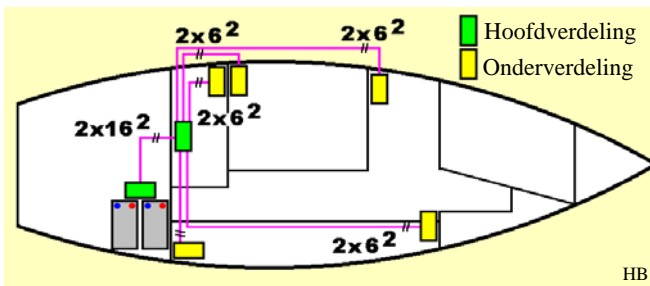
De UL norm moet met 1.4 vermenigvuldigd worden om gelijk te zijn aan de IEC norm, anders houdt hij het maar 4 uur uit. Dat wil zeggen de opgegeven waarde van de stroom moet met 1.4 vermenigvuldigd worden dan de nominale stroom die gezekeerd moet worden.

Bij inductieve belastingen (spoelen, motoren en dergelijke) moet de waarde wel eens groter gekozen worden daar de inschakelpeik veel hoger is dan bij een ohmse belasting.

Soorten zekeringen

Bij het kiezen van de zekering moet er opgelet worden of de zekering bij aanspreken een open vlam geeft. Aan boord vinden we een open vlam niet zo geweldig. Berucht is de autozekering met een uitwendige smeltdraad.

Veel beter zijn de glaszekeringen en dan bij voorkeur met een zandvulling. Zekeringen met een open vlam monteren in een waterdichte (gasdichte) kast of doos (Plexodoos). De voorkeur gaat uit naar automatische zekeringen die Installatie Automaten worden genoemd. Er zijn zeer veel fabrikaten. De automaten hebben ook een thermische beveiliging die meestal aanspreekt tussen 1,13 à 1,45 maal de nominale stroom.



HB

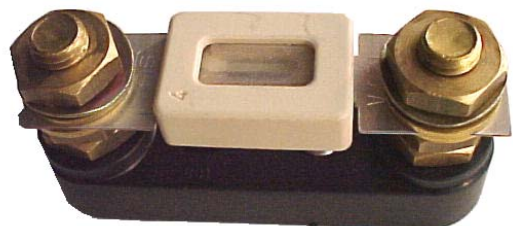
De 1e hoofdverdeling bevat de hoofdzekering (50A), meetshunt en de hoofdschakelaar.
De 2e hoofdverdeling bevat de zekeringen van 25 A naar de onderverdeeldkasten.

Bij meer aders in een omhulling wordt niet meer de gehele omtrek gekoeld door de omgevingslucht. Daarom wordt de toegelaten stroomsterkte lager gekozen.

Verkrijgbaar in een 1 en meerpolige uitvoering.

De waarde van de zekering moet afgelezen worden in een tabel en hangt af van de soort belasting, de vorm, de afmeting en van het type.

* Gebruikelijk is dat startmotoren niet gezekeerd worden.



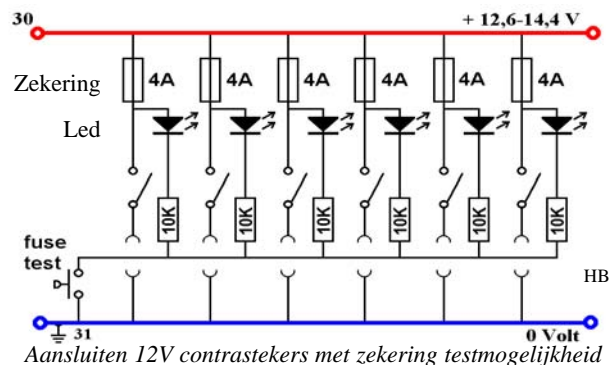
HB



HB

* Bij voorkeur gesloten zekeringen gebruiken in verband met brandgevaar.

* De veiligheid (glaszekering of automaat) heeft altijd een lagere waarde dan de maximaal toegestane stroomsterkte. In de tekeningen is ook voor lagere waarden gekozen. Opmerking: De waarden dalen trapsgewijs (50A, 16A, 6A of 4A) vanaf de voeding (accu)!



HB

De volgende keer gaan we de componenten bespreken.