

Elektra in Oldtimers

“Hoe deed men dat vroeger?”

Ardy Notenboom

Ophemert, 10 maart 2019

Ardy.Notenboom@gmail.com

Tel.: 06 – 1139 8009



Voorkennis

Deelnemers:

- Zonder voorkennis
- Met voorkennis
- Experts

Niveau deze presentatie:

- “Zonder voorkennis”
- Herhaling van basiskennis natuurkunde?
- Onderbreek vooral bij dringende vragen of opmerkingen
- Stel “moeilijke vragen” achteraf of per e-mail, i.v.t. de tijd



Agenda

- Elektrische componenten oldtimer (bromfiets, motorfiets, auto)
 - Accu (niet altijd aanwezig)
 - Dynamo (soms een lichtspoel)
 - Startmotor (niet altijd aanwezig)
 - Verbruikers
 - Kabelboom
 - Schema
- Theorie
 - Spanning, Stroom, Vermogen, Weerstand, Energie
- Meetinstrumenten / Storing zoeken
 - Losse universeel meter
 - Vast ingebouwde volt en/of ampèremeter
 - Testlampje

Niet specifiek gericht op zeer oude en bijzondere voertuigen!



Accu (1)

- Opbouw
 - Cellen van 2 volt
 - Platen
 - Elektrolyt (vloeibaar, gel, pasta)
 - Polen
- Type Accu
 - Traditionele Lood Accu 6V / 12V (6 -> 12: 1955 – 1965)
 - Calcium Accu 12V
 - AGM, Absorbed Glass Mat (vliesaccu) 12V
Start/Stop en Huishoud Accu Camper €
 - Gel Accu: Huishoud Accu Camper 12V € €
- Capaciteit +/- 30 à 60 Ah (auto)
+/- 4 à 20 Ah (brom- motorfiets)
- Moderne accu in “oud jasje”
nieuw te koop of zelf te maken.....



Accu (2)

- Acculader / gevaar van overladen
- Klemmen / kabels
- Hoe test je een accu?
- Onderhoud / levensduur
- Zuurweger / bijvullen
- Bij werkzaamheden: Eerst massaklem los!
- Hulp Startkabels
 - Rood op “donor”, dan op “patiënt”
 - Zwart op “donor”, dan op “patiënt”
 - Los in omgekeerde volgorde
 - Laat donor even doorladen, voor elke startpoging
 - Stukje gaan rijden om op te laden



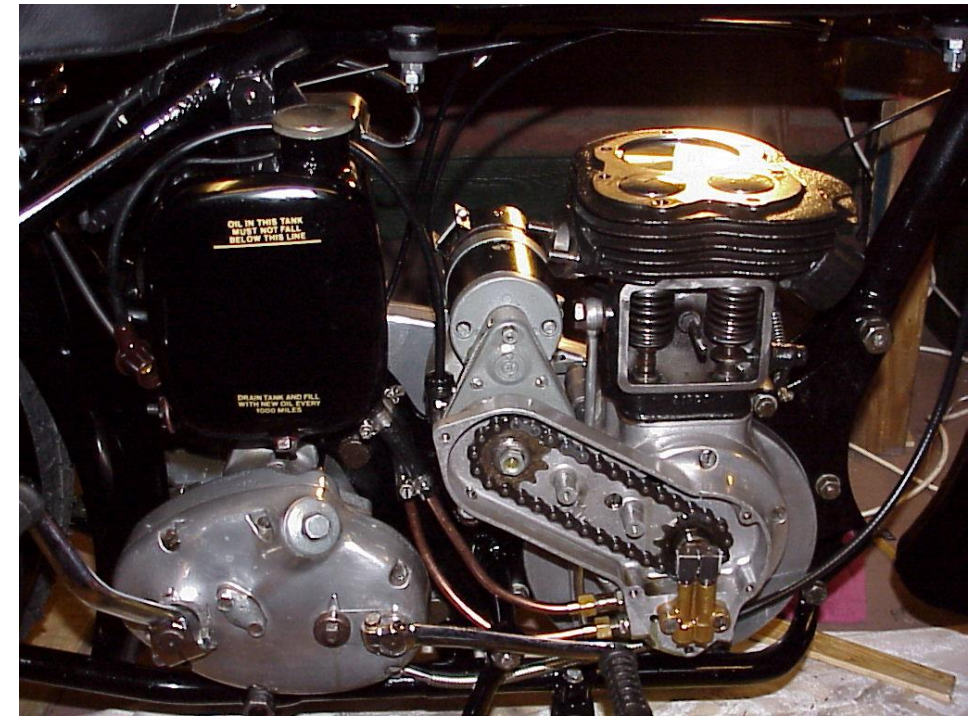
Dynamo (1)

6 volt / 12 volt gelijkstroom dynamo

- Toerentalbereik is beperkt vanwege de rotor
- Energie wordt opgewekt in de rotor (anker)
- Collector / koolborstels
- Beperkt vermogen, beperkte diameter



Ariel VB600 met Lucas E3 MagDynamo 6 volt / 45 watt



Dynamo (2)

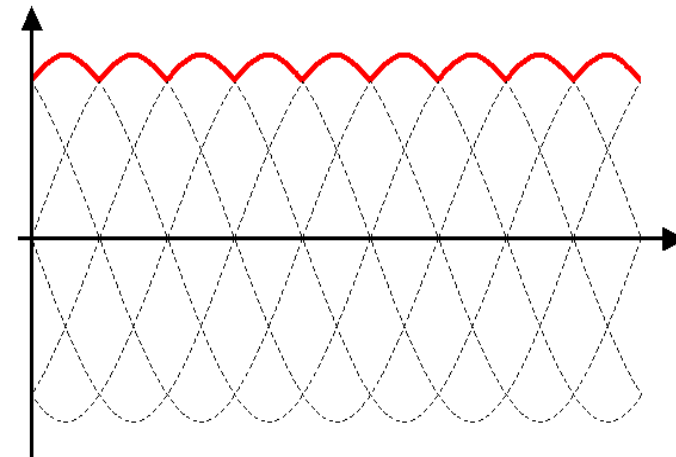
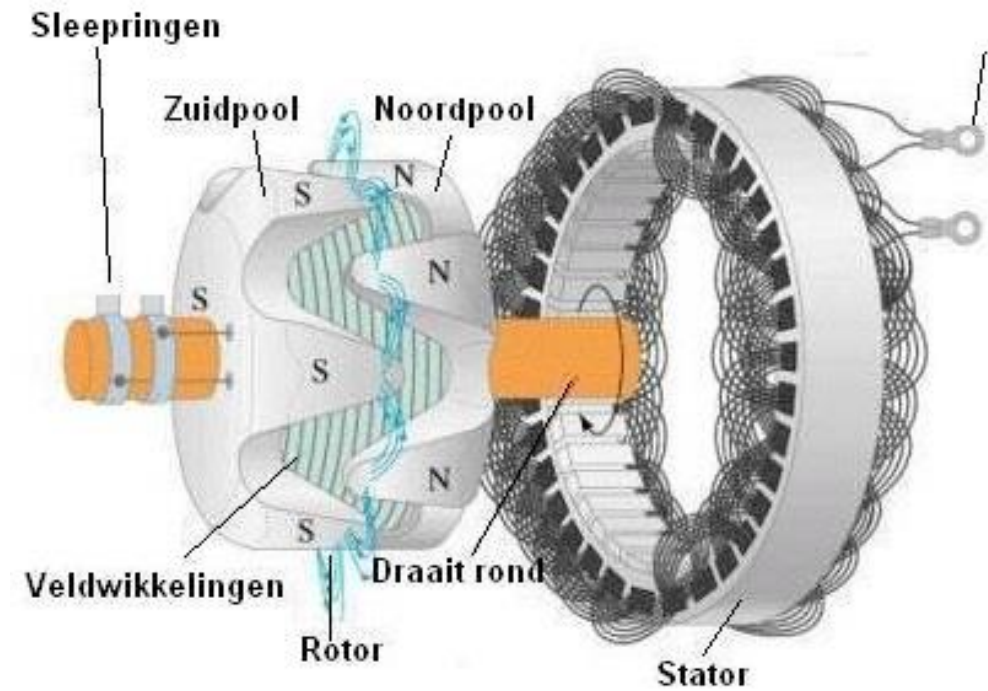
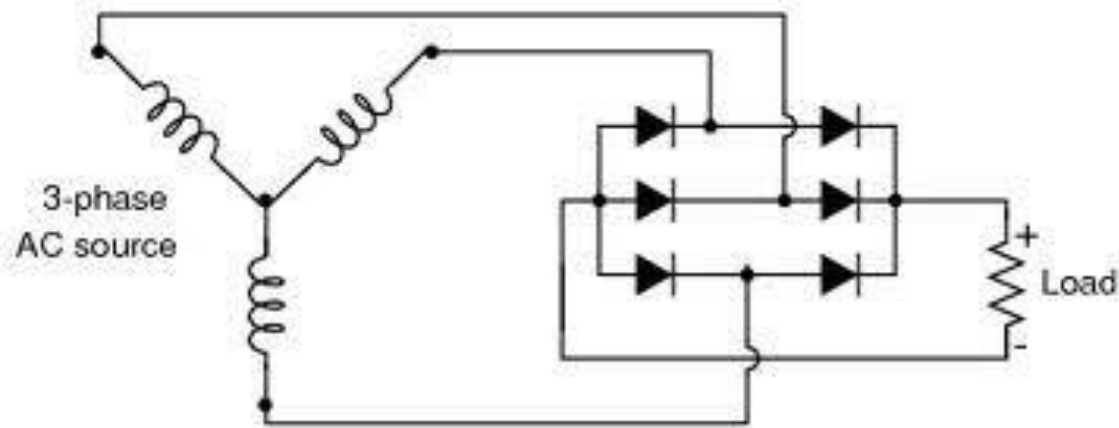
12 volt wisselstroomdynamo (alternator)

- In 1960 door Chrysler voor het eerst toegepast
- Kan hogere toerentallen draaien
- Energie wordt opgewekt in stator (zoals in fietsdynamo)
- Sleepringen / koolborstels
- Vermogens van soms meer dan 600 watt ($> 40 \text{ A}$)
De V-snaar moet dan 1 pk over kunnen brengen!
- Bestaat zelfs in 6 volt uitvoering
- Kijk uit bij (elektrische) laswerkzaamheden



Dynamo (3)

- 3 fase gelijkrichting m.b.v. ingebouwde diodes



Dynamo (4)

- Voor diverse Engelse auto's is een (12 V) wisselstroomdynamo beschikbaar in de behuizing van een Lucas C40, C42, C45, gelijkstroom dynamo
- Zie <https://www.limora.com>



Spanningsregelaar (1)

Mechanische “spannings”regelaar:

- Afstellen door veerspanning en verbuigen
- Veel varianten toegepast
- Contacten vaak ingebrand en versleten
- Weerstand als “vonkenblussers”
- Reparatie is moeilijk of onmogelijk
- Afbreken contacten en veertjes door metaalmoeheid (brandgevaar)
- Moderne elektronische regelaars zijn (aanzienlijk) beter, en passen vaak in de originele oldtimer behuizing. **Aanrader?**



Spanningsregelaar (2)

Regelaar voor **gelijkstroom**dynamo:

1. Spanningsregelaar (voorkomt overladen)
2. Stroomregelaar (beschermt anker van dynamo)
3. Terugstroomautomaat

Soms twee of drie functies op één spoel gecombineerd

Regelaar voor **wisselstroom**dynamo:

1. Alleen de spanning dient te worden geregeld
 - Hoog toerental -> hoge frequentie -> hoge impedantie (weerstand voor wisselstroom)
 - Diodes in dynamo voorkomen “terugstroom”

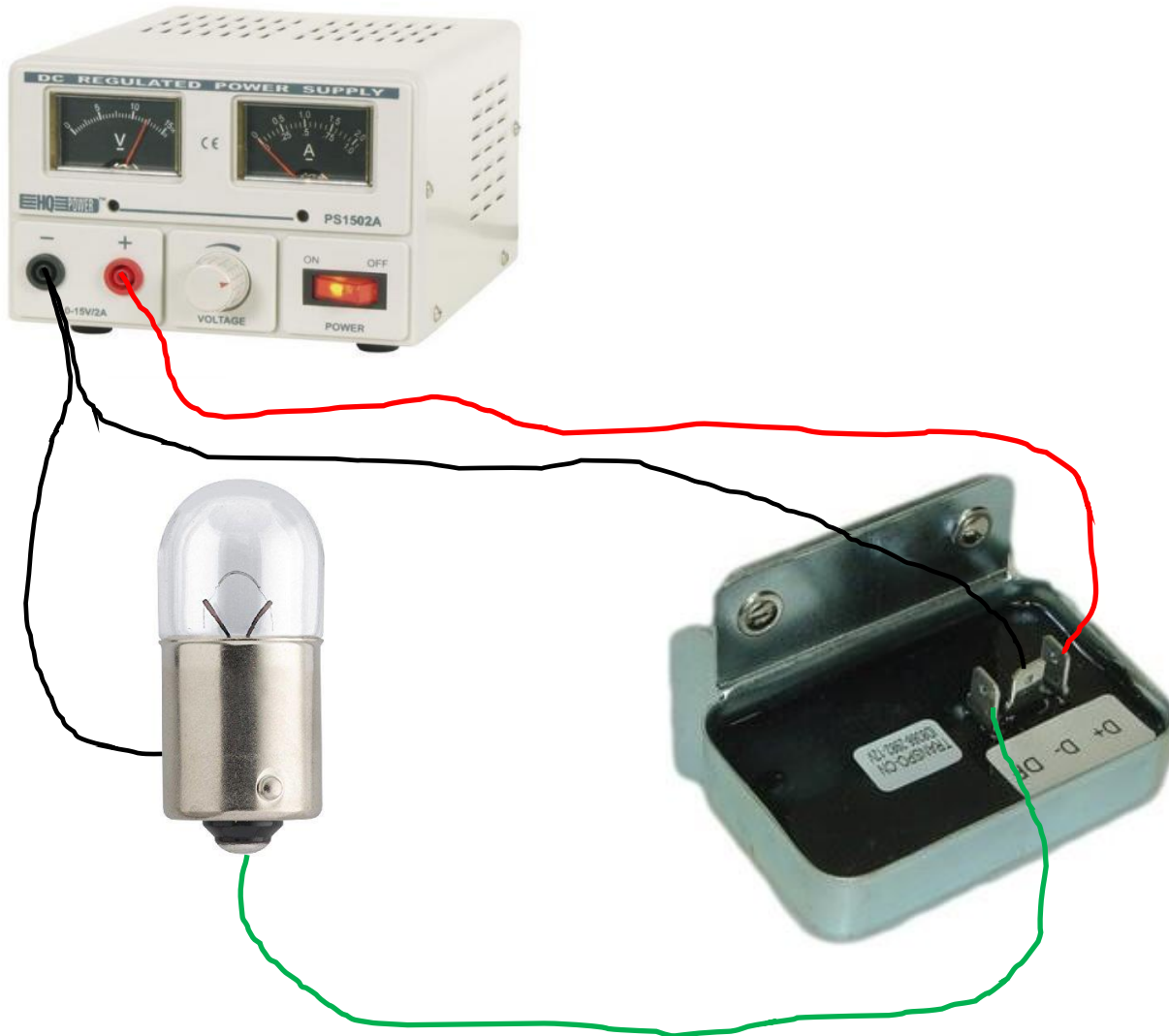


Spanningsregelaar (3)

- Aansluiting + via contactslot
- Aansluiting – aan massa
(Bij Engelse auto's/motoren soms + aan massa)
- Aansluiting F (Field) / DF (Dynamo Field) veldwikkelingen
- Zodra +/- 14,4 V bereikt is, gaat de bekrachtiging van de dynamo “uit”



Spanningsregelaar (4)



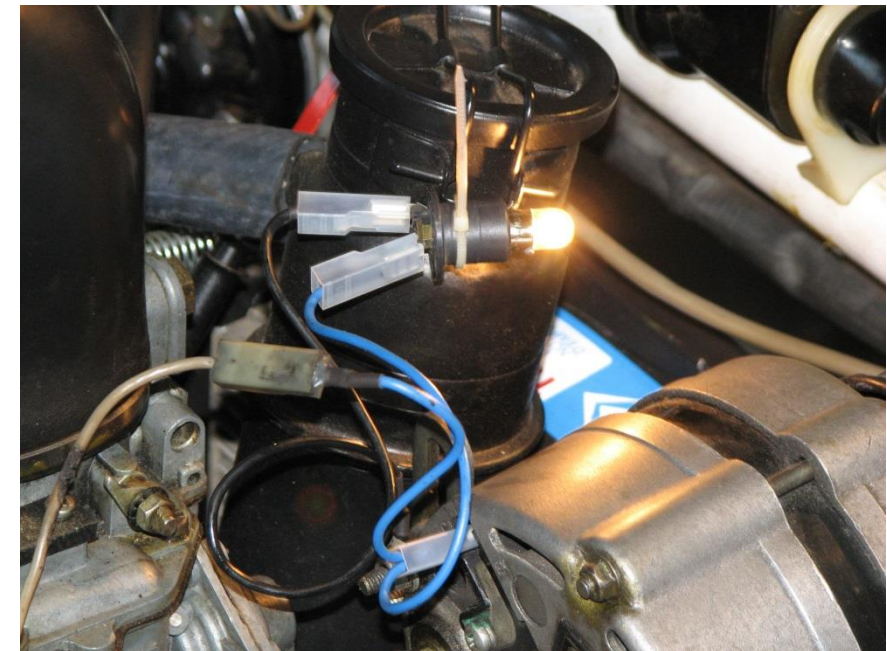
Testen buiten de auto:

- Sluit de regelaar aan op een regelbare spanningsbron
- Laat de spanning toenemen van 12 V naar 15 V
- Het lampje gaat eerst feller branden, en gaat uit bij 13,8 à 14,4 V

Testen Regelaar / Dynamo

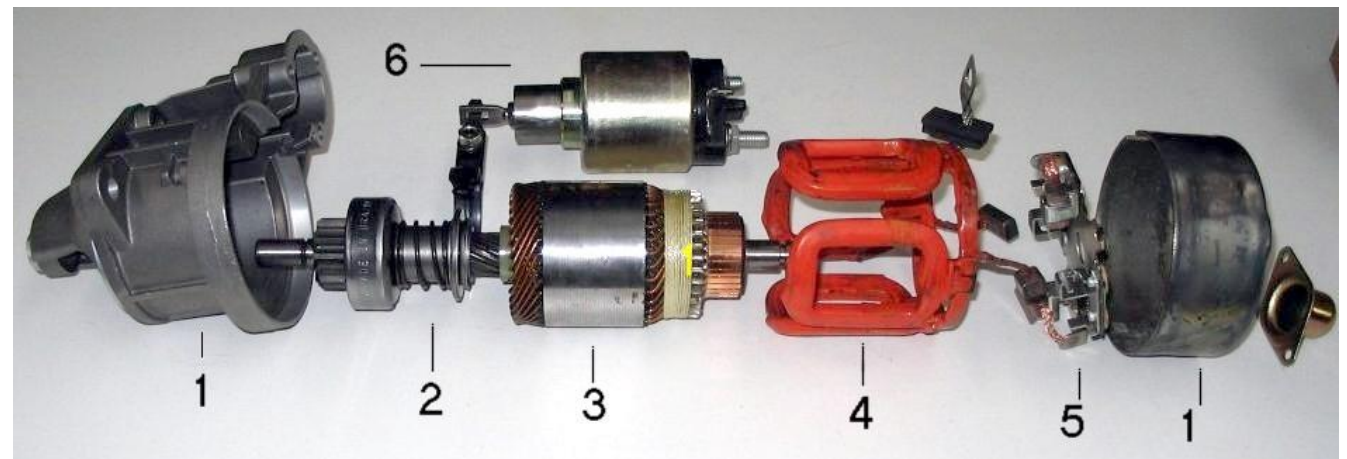
Testen in de auto, met draaiende motor, en een goede accu:

- Maak een testkabeltje met testlampje parallel aan F dynamo en massa
- Blijft het lampje uit? Dan is er geen bekrachtiging vanuit F regelaar (massacontact, bedrading of regelaar defect)
- Wanneer de accu verder geladen is, en het toerental toeneemt, gaat het lampje knipperen (de ontsteking neemt stroom af) of lijkt het minder fel te branden
- Blijft het lampje permanent aan, bij opgeladen accu (> 14,4 volt)? Kijk uit voor “overladen”, met defecte accu als gevolg. Test de regelaar opnieuw met een nauwkeurige voltmeter (en een goede accu)
- Sluit anders een (geschikte) volt- en ampèremeter aan om verder te testen



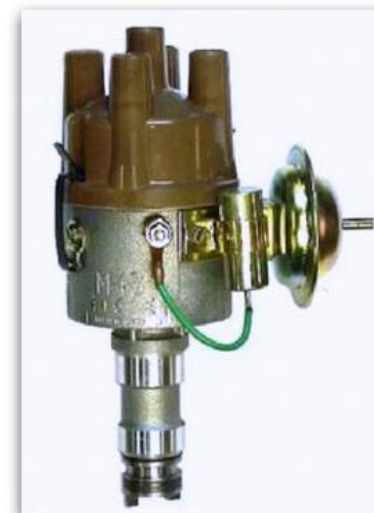
Startmotor

- Aansluiting voor accukabel
- Aansluiting voor startrelais (naar startslot)
- > 1 kW (dus soms > 100 à 200 A)
- Seriemotor
 - Hoog aanloopkoppel
- Let op slijtage koolborstels
- Houd klemmen, collector, veertjes en de Bendix schoon



Ontsteking (1)

- Accu-ontsteking (auto / motorfiets)
- Vliegwiellontsteking (bromfiets / motorfiets)
- Magneto-ontsteking (auto / motorfiets)
- Veel (gevoelige) componenten:
 - Condensator (Elco) (veroudering)
 - Contactpuntjes (slijtage, afstelling)
 - Centrifugaalvervroeging (speling)
 - Vacuümvervroeging (speling, membraam verouderd)
 - Bobine (kan intern “verbranden” of doorslaan)
 - Verdeler (scheurtjes in bakelieten kap)
 - Bougies (breuk porcelein)
 - Bougiekabels (veroudering van isolatie / suppressor)
- Zet bij stilstand contact af om schade aan de bobine te voorkomen!



Ontsteking (2)

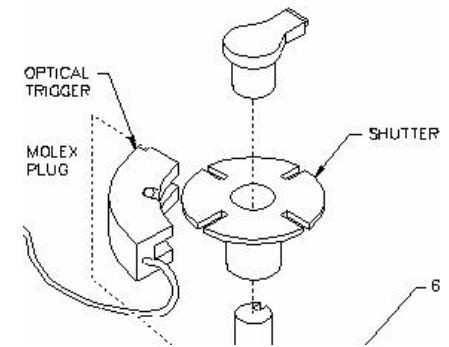
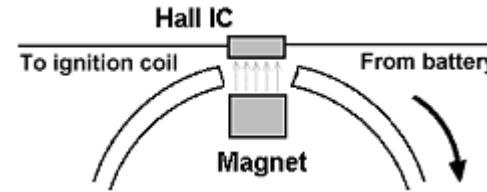
Elektronische ontsteking

- Met contactpuntjes en thyristor
- Contactloos (Hall / Optical)
- CDI (sinds 1970 / motorfiets)

Eventuele opties:

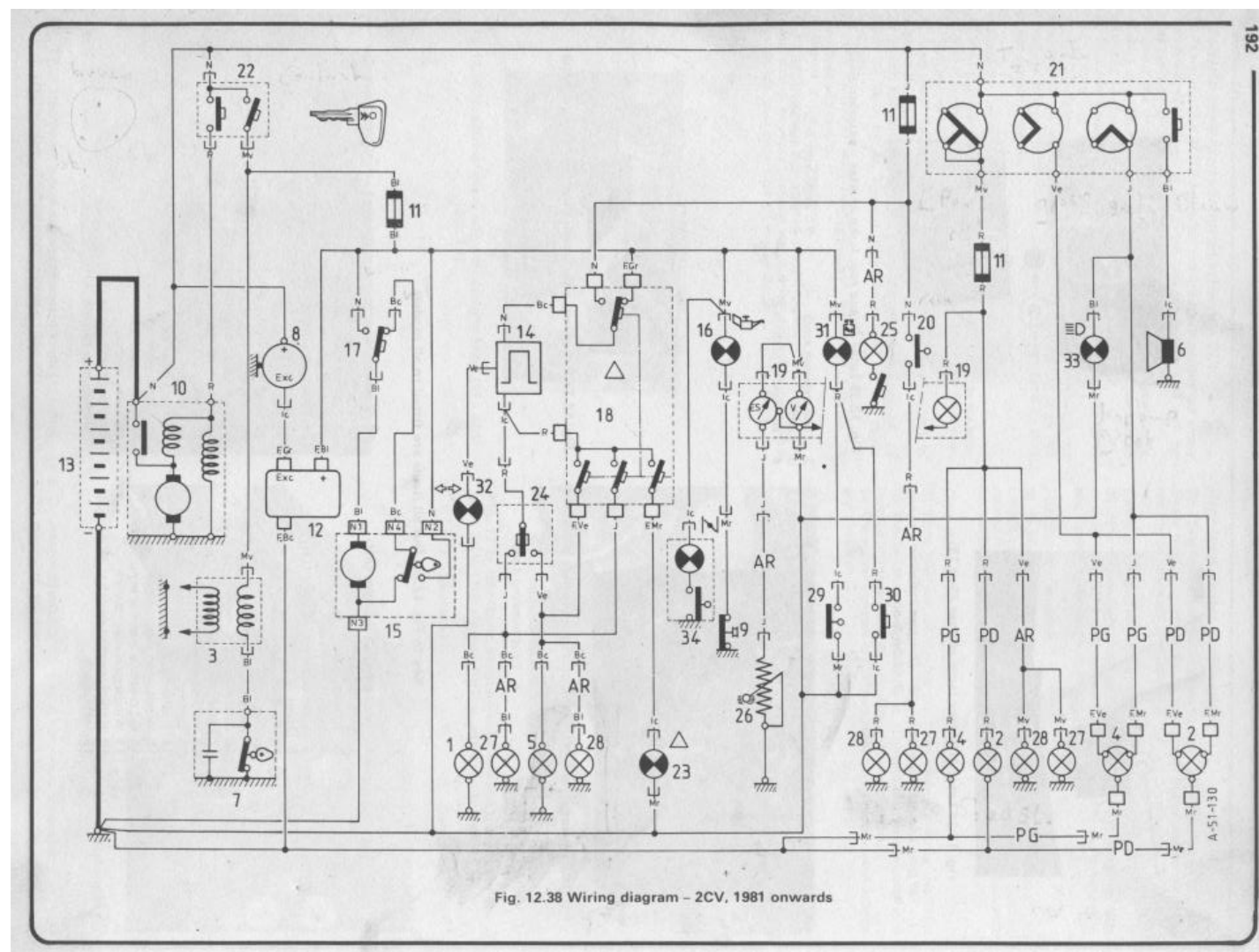
- Elektronische “centrifugaal” vervroeging
- Vacuüm sensor
- Dashboard App (BlueTooth)
- Bobine beveiliging
- Diefstalbeveiliging met PIN code
- Toerental begrenzing
- Tuning

De standaard ontsteking is vaak heel goed!
Maar is een elektronische ontsteking toch beter?
Soms “onzichtbare installatie” op oldtimer



Elektrisch Schema

- Welk schema voor uw type?
- Wat is er ongezekerd?
- Codering (legenda):
 - Kleurcode Conectors
 - Draadkleur
 - Symbolen
 - Lamp
 - Schakelaar
 - Zekering
 - Sensor
 - Meter
 - etc.



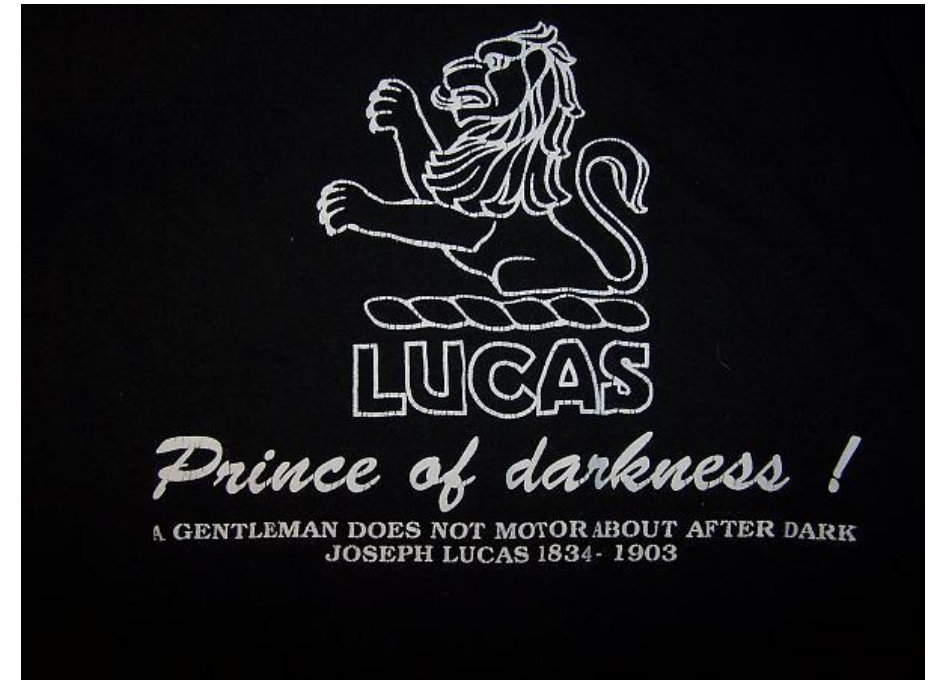
Verbruikers

- Verlichting
 - Stadslicht (elk 5 watt)
 - Koplampen (elk 40 watt / 45 watt)
 - Achterlichten (5 watt)
 - Remlichten / Knipperlichten (21 watt)
 - Mist achterlicht (21 watt)
- Kachel / Radiator Ventilator (> 50 watt)
- Ruitenwisser (30 watt)
- Achterruit- en stoelverwarming (100 watt)?
- Ontsteking (20 watt)?
- Binnen- en Dashboard verlichting
- Aanhanger / Caravan (met koelkast 100 à 200 watt?)
- Let op massaverbindingen!



Verbruik opgeteld

- Aanname auto in donker:
 - Ontsteking = 20 W
 - 2 X 40 W (koplampen) = 80 W
 - 4 X 5 W (stadslicht) = 20 W
 - Ruitenwisser = 30 W
 - Achterruit- / Stoelverwarming = 100 W
 - Radio = 10 W (Buizenradio 50 W)
 - Kachelventilator = 30 W
 - **Totaal 350 watt**
- Conclusie: De dynamo dient dan ook 350 W vermogen te leveren (30 ampère bij een 12 V installatie)



Koplampen (1)

Standaard traditionele oldtimer koplamp

- Sinds 1954 de “asy” Bilux/Duplo lampen R2
- Goedkeuringsteken “Reglement 37” dus toegelaten in de EU
- APK eis: Het lichtbeeld moet goed zijn
- P4⁵t fitting
- 45 / 40 watt
- 6 V en 12 V
- Kijk uit met “gele lamp”
- E-goedkeuringsmerk op reflector
- Zorg voor helder glas en goede reflector!

Reglement nr. 112 van de Economische Commissie voor Europa

In deze uniforme bepalingen voor de goedkeuring van voor motorvoertuigen bestemde koplampen die asymmetrisch dimlicht en/of grootlicht uitstralen en voorzien zijn van gloeilampen en/of ledmodules, wordt verwezen naar Reglement nr. 37 m.b.t. goedgekeurde gloeilampen.

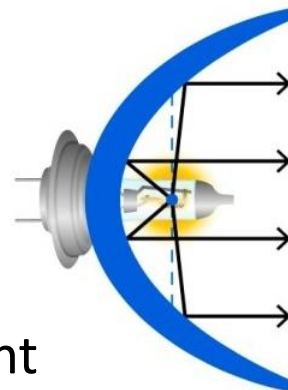
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content>



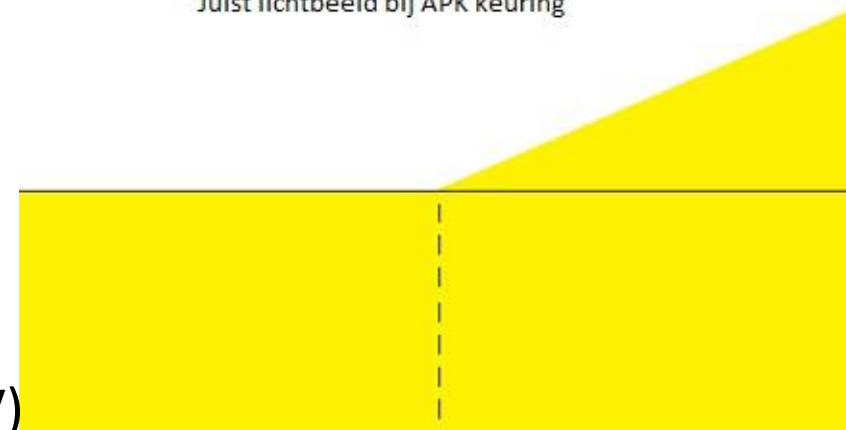
Koplampen (2)

Halogeen of H4 in oldtimer?

- Halogeen lampjes blijven helder en constant
- “Narva 48121 Halogeen” 12 volt, 45 / 40 W met P45t met E-keur **Aanrader?**
- Halogeen 60 / 55 W, met P45t fitting is niet toegelaten
Bestaat ook niet met een E-keur
- H4 60 / 55 W, P43t met E-keur, met H4 reflector + glas, met E-keur, is toegelaten. Grote kwaliteitsverschillen!
Zie <https://www.autobild.de/artikel/h4-lampen-test-14146557.html>
- P43t adapter ringen niet gebruiken!
- Standaard H4 aansluiting is zelfde als van R2 duplolaamp
- Rally uitvoeringen tot 160 / 90 W (zonder E-keur)
Niet toegelaten op openbare weg. $2 \times 160 \text{ W} = 27 \text{ A (12V)}$
Schakelaars worden soms al heet bij 10 A



Juist lichtbeeld bij APK keuring



Koplampen (3)

- Xenon
 - Automatische hoogteverstelling vereist
 - Voorschakelapparaat voor hoge startspanning van > 20 kV
 - Grootlicht seinfunctie ontbreekt
 - Alleen complete units mogen worden ingebouwd
 - Kleurtemperatuur 4.000 tot 12.000 K
 - Niet geschikt (te maken) voor oldtimers



Koplampen (4)

- Led H4
 - H4 reflector en P43t voet noodzakelijk
 - Diverse kleurtemperaturen (3.000 K komt overeen met gloeilampen)
 - Prijzen vanaf 100 Euro per lamp
 - Koeling nodig?
 - Oldtimer heeft geen Canbus!
 - Gaat u naar Duitsland? Let op TUV keur!
 - (Nog) niet geschikt voor oldtimers
 - Esthetische aspecten?



Austausch-Scheinwerfer: Test — 19.10.2018
Viel Bling-Bling, wenig Licht
Austausch-Scheinwerfer aus dem Zubehör sind gefragt wie nie, vor allem die mit schrillum LED-Tagfahrlicht. AUTO BILD hat zusammen mit Philips getestet, was sie können.

	Efficiency	Lichtstroom
Halogeen	20 lm/W	1200 lm
Xenon	100 lm/W	3000 lm
LED	200 lm/W	6000 lm

Koplampen (5)

LED Lucas P36D (BPF) “British Pre Focus”

- Engelse Motorfietsen (1930 – 1960) (soms ook op auto's)
- + aan massa / - aan massa
- Nu ook als LED: 6 V, 12 V en 24 V
- Duplo LED: Groot / Dimlicht
- Elektrisch 8 W / “Lichtopbrengst 20 W”
- Kleurtemperatuur 6000 K
- Details: <https://www.harrieabc.nl>
- Noodzaak voor veiligheid?



Achter- Rem- en knipperlichten

- Poets verweerde (aluminium) reflectors!
(niet die van de koplamp)
- Maak de “lampekapjes” schoon!
(in de vaatwasser?)
- Wellicht zijn gloeilampen toch een betere oplossing dan “LED lampen”?
- Tegenwoordig vallen oldtimers minder op
Moderne auto's voeren felle verlichting
Wat is ons “oldtimer alternatief”?
Wanneer wordt “Altijd licht aan” verplicht?



LED (complexe materie)

Achterlicht / Remlicht / Knipperlicht

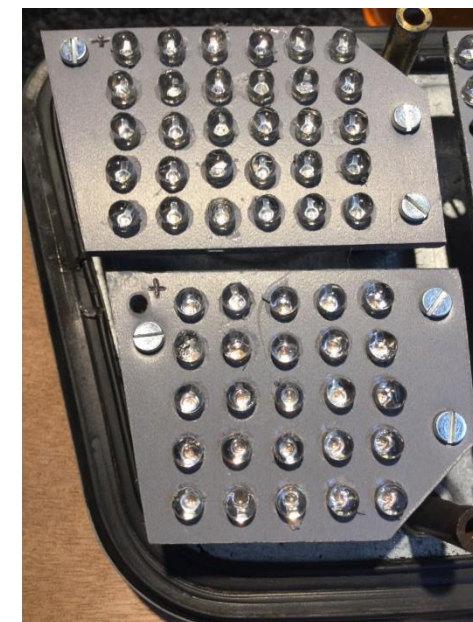
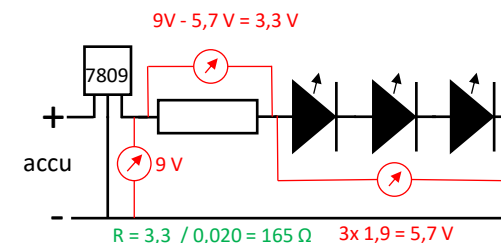
- LED 5 W (wit) (BA15S) Kenteken- en achterlichten
- LED 21 W (oranje en rood) (BA15S) Knipper- en remlichten
- Dashboard (BA9S)
- Clignoteur:
 - Let op P aansluiting / in serie geschakeld controlelampje
 - Auto's van na 2012: knipperlicht controle(lampje) verplicht!
- De verlichting van het voertuig dient te voldoen aan de z.g. "Permanente Eisen":
<https://handboek.rdw.nl/personenautos/lichten-lichtsignalen-en-retroreflecterende-voorzieningen>
- Resultaten vallen vaak tegen i.v.m. brandpunt reflector
- > 6000 K LED's in "vale" kapjes: Rood wordt paars, oranje wordt geel? Kies dan voor oranje en rode/oranje LEDs
- Tegenwoordig de wens om "altijd" verlichting te voeren....
- LED's kunnen gevoelig zijn voor "spikes" in voedingsspanning
Gebruik altijd een accu!



LED (simpel zelfbouw project)

- Matrix van 5 mm LED's (30°, 10000 mcd, 20 mA)
- Bij 20 mA, staat er een spanning van 1,9 volt over één LED. Kies optimale serie- parallel schakeling
- Spanningsstabilisator of LED driver nodig i.v.m. 12 V à 15 V accuspanning. Bijv. een 7803 of 7809
- Prototype op PVC plaatje
- Bij voldoende oplage: Printplaat (PCB) laten vervaardigen (eventueel met SMD LED's)
- Fresnel lens in bestaande kap is optimaal voor gloeilamp

Conclusie: òf heel goed doen, òf niet doen



3de remlicht?

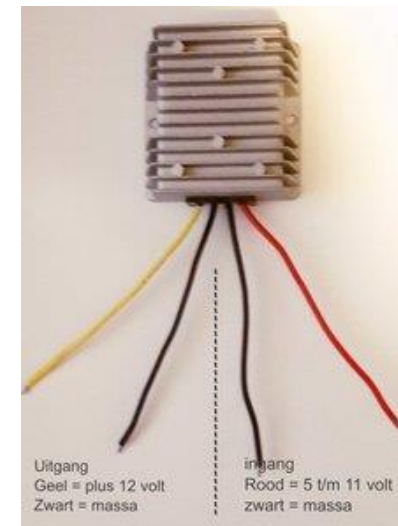
- Streven naar meer veiligheid
- Moderne auto's worden steeds "zichtbaarder" door betere verlichting
Oldtimers worden daardoor relatief minder zichtbaar
- Rijden met altijd "licht aan"?
- Dagrijverlichting op een oldtimer?
- Hoe ver wil je gaan zonder de oldtimer-look geweld aan te doen?
- **Aanrader?**
- Zie de HELLA Online Training



Moderne USB apparatuur?

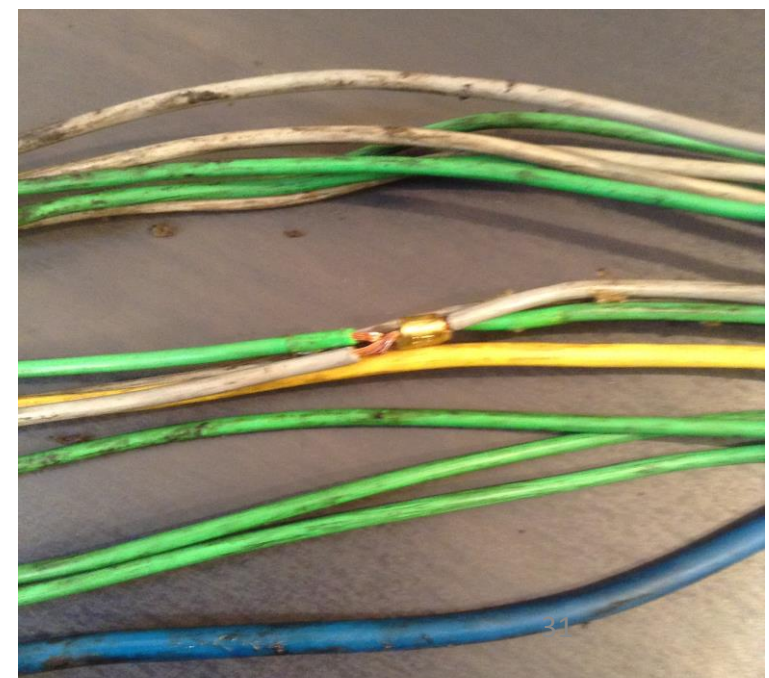
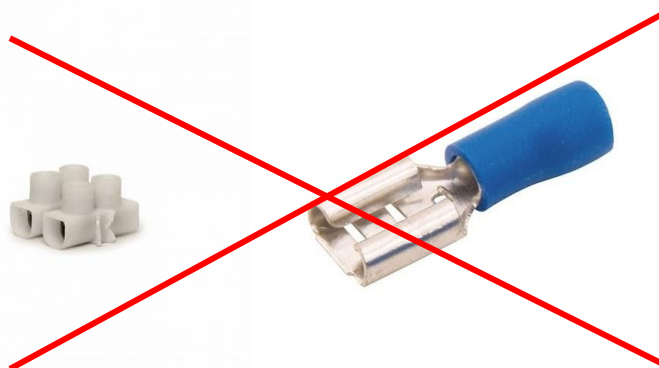
Tom Tom / Smart Phone op USB

- USB laders voor 12 volt volop verkrijgbaar
- USB in 6 V auto / op 6 V motorfiets:
Gebruik een 6-to-12 V converter
 - USB maakt gebruik van 5 volt
Sluit USB apparatuur niet direct op de 6 V accu aan!
De dynamo laadt met 7,3 V en “spikes” kunnen de gevoelige apparatuur beschadigen
 - <https://www.beckelektronika.nl/> en <https://www.harrieabc.nl> leveren een convertor
 - Bij twijfel over vermogen: Meet eerst de stroom uit de USB oplader. iPad (mini) laadstroom al > 1 A



Kabelboom

- Connectors
- Kabelboom “fouten”
- Welke tape te gebruiken?
- Solderen?
- Kousmateriaal / Doorvoer tules
- Zekeringen
- Wat is wel/niet gezekeerd?
- Brandgevaar
- Extra's, b.v. koelbox, radio, USB
- “Geknoei” meteen herkenbaar!
- Zet een losse koplamp als “verklikker” in serie tussen -pool bij storingzoeken



Theorie (1)

Wet van Ohm

$$U = I \times R$$

U = Spanning in volt

I = Stroomsterkte in ampère

R = Weerstand in Ω (ohm)

Voorbeeld:

Koplamp eigenschap:

12 volt / 48 watt, dus 4 ampère
(uitleg op volgende pagina)

$$U = I \times R, \text{ dus } R = U / I$$

- Weerstand is $12 / 4 = 3 \Omega$



Theorie (2)

Vermogen

$$P = I \times U$$

P = Vermogen in watt

U = Spanning in volt

I = Stroomsterkte in ampère

Voorbeeld:

Koplamp eigenschap:

48 watt bij 12 volt

$P = U \times I$, dus $I = P / U$

Stroomsterkte is $48 \text{ W} / 12 \text{ V} = 4 \text{ A}$



Theorie (3)

Vermogen

$$P = I \times U$$

P = Vermogen in watt

U = Spanning in volt

I = Stroom in ampère

Oude eenheid 1 pk $\approx$ 750 watt

Dus 25 kW $\approx$ 33 pk

Voorbeeld:

Motor van 25 kW
bij 80 volt

$$I = P / U$$

Stroomsterkte: $I = 25000 / 80 = 312 \text{ A}$
(te verdelen over de 3 fases)

Welke accu spanning wordt in een Tesla model 3 toegepast?



Theorie (4)

Vermogen

$$P = I \times U$$

P = Vermogen in watt

U = Spanning in volt

I = Stroom in ampère

Voorbeeld:

Led TL van 14,5 W

Spanning van 230 volt

$$I = P / U$$

Stroomsterkte: $I = 14,5 / 230 = 0,063 \text{ A}$

Dus 63 mA

De traditionele TL zou een vermogen van 36 W “verbruiken”, dus 156 mA



Theorie (5)

Energie (op school)

$$E = P \times t$$

E = Energie in **joule** (= **Ws**)

P = Vermogen in watt

t = Tijd in seconde

(1 uur = 3600 s)

Voorbeeld: **Natuurkunde**

Eén koplamp van 48 W “brandt”
gedurende 6 uur

Verbruikte energie is:

$$48 \text{ watt} \times 6 \times 3600 = 1.036.800 \text{ J} = \\ = 1.036.800 \text{ Ws}$$



Theorie (6)

Energie (thuis)

$$E = P \times t$$

E = Energie in **kWh**
eigenlijk kilowatt X uur

P = Vermogen in watt

t = Tijd in uur

Voorbeeld: **Thuis**

Een lamp van 48 W “brandt”
gedurende 6 uur

Verbruikte energie is:
 $0,048 \text{ kW} \times 6 = 0,288 \text{ kWh}$

Omrekenen:

$1 \text{ joule} = 1 \text{ Ws}$, dus $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$



Theorie (7)

“Energie” (in 12 V auto)

$$E = I \times t$$

E = Energie in ampère uur (Ah)
eigenlijk ampère X uur

I = Stroom in ampère bij 12 V

t = Tijd in uur

Voorbeeld: 12 V accu

Een koplamp van 48 W “brandt” gedurende 6 uur.

De stroom door de lamp is 4 A bij 12 V.

Verbruikte energie is:

$$4 \text{ A} \times 6 \text{ uur} = 24 \text{ Ah}$$

Op een 12 V accu van 36 Ah zou één koplamp theoretisch dus 9 uur kunnen branden...

Vraag: Hoe lang brandt een lamp van 48 W op een 6V accu van 36 Ah?



Theorie (8)

Weerstand van koperdraad

$$R = l \times \rho / A$$

R = Weerstand in ohm

l = Lengte in meter

ρ (rho) = Soortelijke weerstand
(eigenschap van het metaal)

A = Oppervlakte in m² (of mm²)

Voorbeeld:

Draad naar achterlicht :

Lengte = 5 meter

$\rho_{\text{koper}} = 0,0175 \Omega \times \text{mm}^2 / \text{m}$

“dikte” = 0,75 mm² (= 0,75 qmm)

De weerstand van deze draad is:

$$5 \times 0,0175 / 0,75 = 0,12 \Omega$$



Theorie (9)

Spannings- en energieverlies koperdraad

$$U = I * R \quad \text{dus} \quad I = U / R \quad \text{en} \quad R = U / I$$

$$P = I * U \quad \text{dus} \quad I = P / U \quad \text{en} \quad U = I * P$$

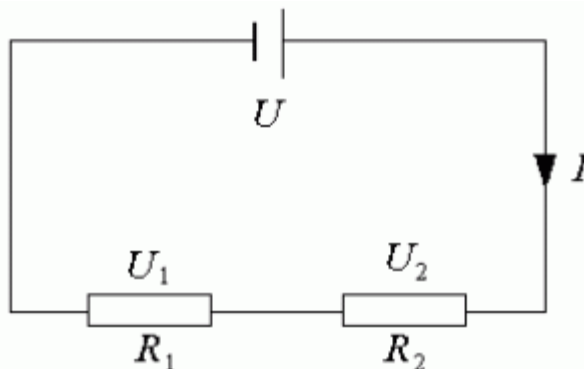
R = Weerstand in Ω

U = Spanning in volt

I = Stroom in ampère

R = Weerstand in Ohm

P = Vermogen in watt



U = 12 V (accu)
U1 = 11 V (ruit)
R1 = 1,33 Ω (ruit)
U2 = 1 V (draad)
R2 = 0,12 Ω (draad)
I = 8,25 A

Voorbeeld: Op de achterraut verwarming staat:
“108 W / 12 V” (dus 9 ampère en 1,33 Ω)

De draad naar de achterraut :

Lengte = 5 meter, “dikte” = 0,75 mm² = 0,12 Ω
(vorige pagina)

De serieschakeling is nu 1,33 Ω + 0,12 Ω = 1,45 Ω .

De stroom is nog maar 12 V / 1,45 Ω = 8,25 A

De ruit werkt op 8,25 A * 1,33 Ω = 11 V

Het totaal vermogen 8,25 A * 12 V = 99 W

De ruit dissipeert 8,25 A * 11 V = 90,75 W

De draad “kost” 8,25 A * 1 V = 8,25 W (verlies)



Vuistregels draaddikte

0.5 - 0.65 mm ²	Dunne draden voor controlelampjes, instrumentenverlichting etc.
0,75 - 1,0 mm ²	Bij een 12V installatie is dit bij oudere auto's een veel voorkomende dikte voor achterlichten, knipperlichten, remlicht en heel veel meer.
1,5 mm ²	Koplampen
2,0 - 2,5 mm ²	Koplampen, benzinepomp. Bij 6V auto's is dit een verstandige dikte, zeker bij knipperlichten en remlichten die altijd zwak branden op 6V.
4 - 6 mm ²	Voedingskabels voor zekeringkast, contactslot, achterrautverwarming.
10 mm ²	Zeer korte accukabels, laadkabels dynamo
16 mm ²	Korte accukabels

Afkomstig van **Rick Donkers Auto Elektra**: <https://www.rdae.nl>



Theorie (10)

Wat kost elektriciteit aan boord?

- Verbrandingswarmte van benzine \ diesel:
 - 36 MegaJoule/liter (Binas)
 - $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$
 - $36 \text{ MWs/l} = 36000 \text{ kWs/l}$
 - Rendement benzinemotor $\approx 50\%$
 - Rendement dynamo $\approx 90\%$, de keten dus 45%
- Aanname: Verbruik gedurende **20 uur** ($\approx 1000 \text{ km}$) een vermogen van **50 W**
- Elektrische energie: $50 \text{ W} * 20 \text{ h} = 1000 \text{ Wh} = 1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kWs}$
- I.v.m. rendement: $3600 \text{ kWs} : 0,45 = 8000 \text{ kWs}$ op te wekken
- Verbruik: $8000 \text{ kWs} : 36000 \text{ kWs/l} = 0,2 \text{ liter}$
- Bij een kostprijs van € 2,00 / l, is dat **€ 0,40 / kWh**
- Conclusie: Bij bussen, vrachtwagens en boten is LED verlichting “lonend”



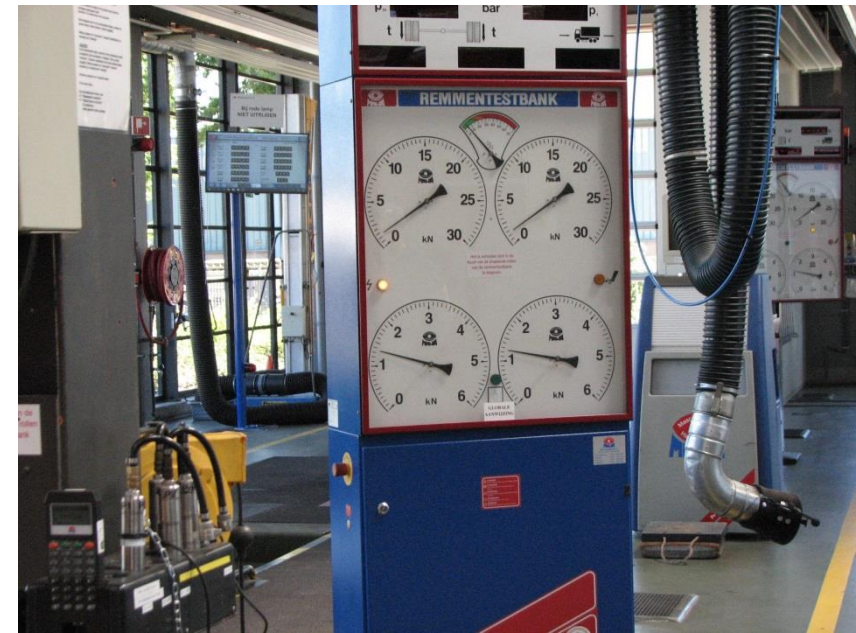
Wat kost thuis 1 kWh aan energie?



Theorie (11) Remmentest.....

(weliswaar geen elektro, meer wel leuk rekenwerk)

- Personenauto's van ná 30 juni 1967 maar van vòòr 1 januari 2012, moeten zijn voorzien van een voetrem waarvan de remvertraging ten minste $5,2 \text{ m/s}^2$ bedraagt
- Massa 2CV = $660 \text{ kg} + 1 \text{ pers. à } 100 \text{ kg} = 760 \text{ kg}$
- Wet van Newton: $F = m * a$ dus $a = F : m$
- Gemeten remkracht van 4 wielen samen = $5,6 \text{ kN}$
- $a = 5600 : 760 = 7,4 \text{ m/s}^2$, dus OK
- Verschil tussen L en R mag niet meer zijn dan 30%
- Vertraging handrem dient minimaal $1,2 \text{ m/s}^2$ te zijn

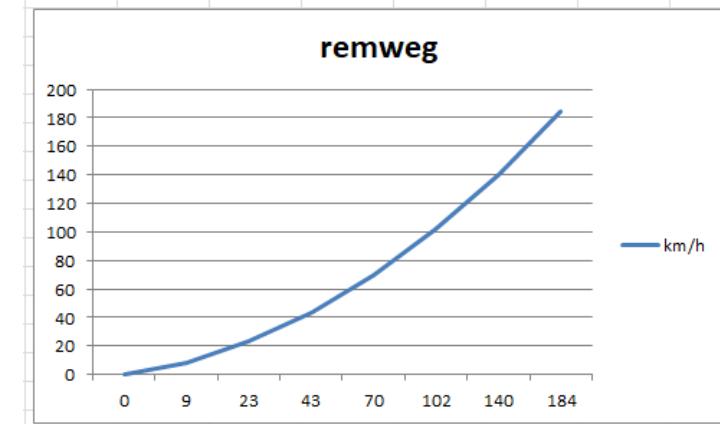


Theorie (12) Remweg

- Remvertraging 5,2 m/s²
- Snelheid 72 km/h = 72.000 m / 3600 s = 20 m/s
- $s = \frac{1}{2} v^2 : a$ (s = afgelegde weg, v = snelheid)
- Theoretische remweg = $\frac{1}{2} * 20^2 : 5,2 = 38$ m
- Daar komt 1 “schrikseconde” bij
- In die 1 s leg je nog 20 m af ($s = v * t$)
- Dus totale remafstand = 58 m

Excel: $= (0.5 * B4^2 / 5.2) + (b4 * 1)$

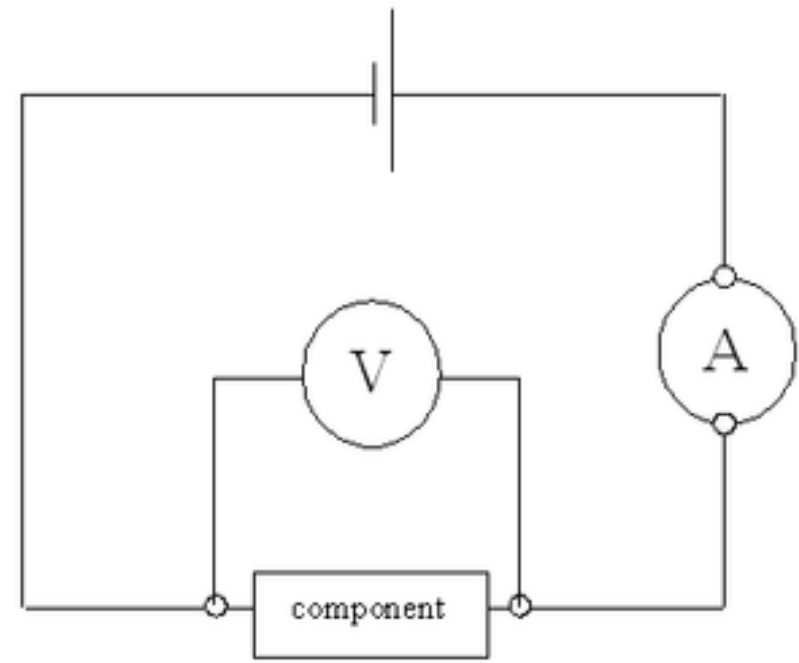
	A	B	C	D
1	snelheid		remweg	
2	km/h	m/s	s in m	+ 1 s
3	0	0	0	0
4	20	6	3	9
5	40	11	12	23
6	60	17	27	43
7	80	22	47	70
8	100	28	74	102
9	120	33	107	140
10	140	39	145	184



Meetinstrumenten (1)

- Analooq / Digitaal, nauwkeurigheid
voltmeter

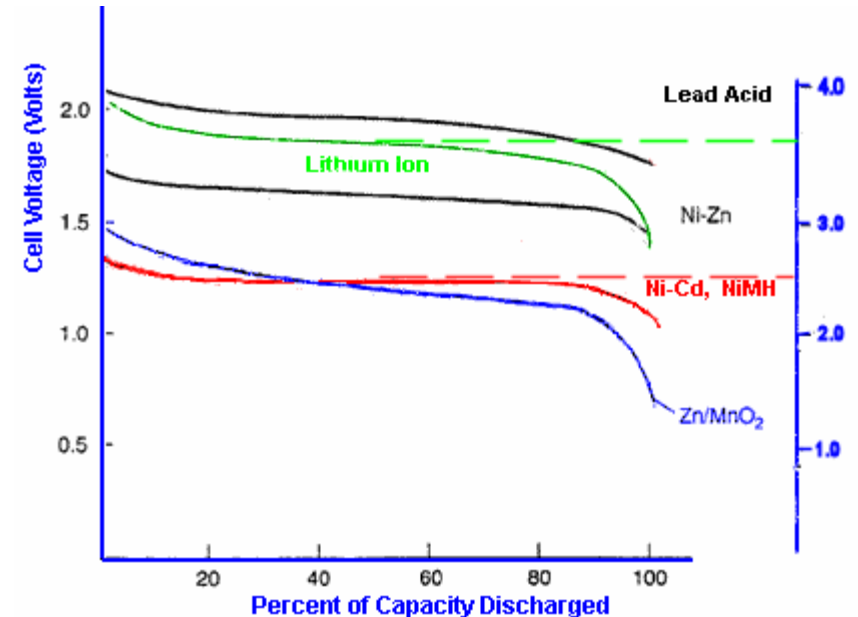
- Sluit deze aan OP/OVER het te meten object. Dus op de accupolen om de accuspanning te meter.
- Of op de lampfitting om de spanning over de lamp te meten, etc..
- Analooq / Digitaal
- Op bijv. het 2CV6/MG1100 dashboard bevindt zich een voltmeter (komen we later op terug bij status van de accu)!



Meetinstrumenten (2)

voltmeter

- De spanning is een slechte indicator voor de ladingstoestand / gezondheid van de Accu
- Gebruik de voltmeter voor het meten van spanningsverschillen en –verliezen.
- Een voltmeter heeft een hoge inwendige weerstand, en is daardoor zeer gevoelig. Gebruik liever een testlampje om te kijken of er 12V (6V) aanwezig is.
- De ingebouwde voltmeter geeft aan:
 - Links: 12,6 à 13,0 volt (motor al even stil)
 - Midden: 13,0 à 13,5 volt (motor draait langzaam)
 - Rechts: 13,5 à 14,4 volt (motor draait snel)
 - Een aanrader? Of liever een ampèremeter?



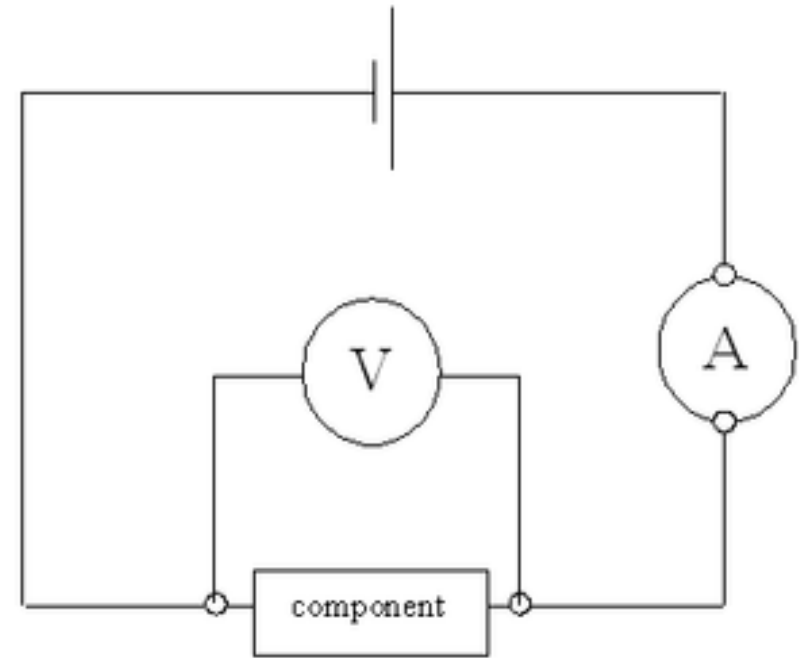
Hierboven zie je bij “Lead Acid” (zwart) de spanning t.o.v. de laadtoestand. Tussen 20% en 80% is de lijn vrijwel horizontaal



Meetinstrumenten (3)

ampèremeter (vast)

- Stroomsterkte meet je door IN het circuit een ampèremeter op te nemen
- Een vaste ampèremeter in het dashboard of koplamp (motorfiets) geeft aan of er geladen of juist ontladen wordt. Een aanrader?
- Deze meter wordt met DIK draad aangesloten tussen de accu en de dynamo (of m.b.v. een z.g. shunt)



Meetinstrumenten (5)

ampèremeter (of universeelmeter)

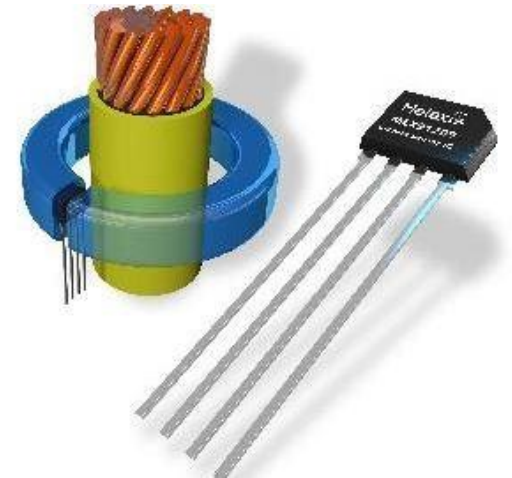
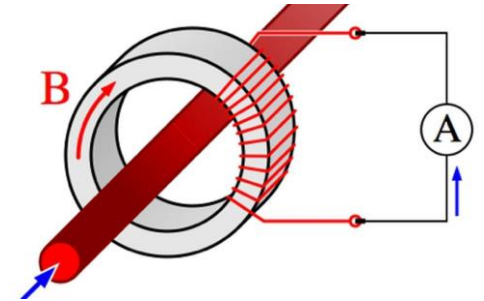
- Let op het bereik, wissel/gelijk, aansluiting, polariteit en de tijdsduur
- Voorbeeld afbeelding: 20 A, max 10 s
- Sluit de kabels zorgvuldig aan
- Soms is een shunt nodig
- Toepassingen:
 - Dynamo laadstroom testen
 - Stroomsterkte door verbruikers
- Laat de wisselstroomdynamo nooit zonder aangesloten accu draaien!



Meetinstrumenten (6)

ampèretang

- Stroomsterkte meten zonder draad “door te knippen”
- Let ook hier op het bereik, en wissel- en gelijkstroom
- Voorbeeld afbeelding: 400 A max.
- Toepassingen:
 - Dynamo
 - Startmotor
 - Stroomsterkte door “grote” verbruikers
- Minder geschikt voor “kleine” stromen
- Gebaseerd op Hall sensor (gelijkstroom) of Stroomtransformator (wisselstroom)



Dank u wel voor de interactie
en voor alle aandacht!

Ardy.Notenboom@gmail.com

