

## HOOFDSTUK VI.

### Beschouwingen in verband met de wisselstroom.

#### Paragraaf 1.

##### Omschrijving van wisselstroom.

In paragraaf 3 van hoofdstuk I zagen we reeds, wat een wisselstroom eigenlijk was. Om echter nog eens een definitie te geven kunnen we zeggen:

Een wisselstroom is een stroom die voortdurend van grootte en richting verandert.

De wisselstroom gaat dus voortdurend heen en weer. De tijd waarin een volledige heen- en teruggang van de stroom wordt volbracht, noemt men een periode van de wisselstroom.

Het aantal perioden dat de stroom per seconde volbrengt, noemt men de frequentie van de wisselstroom.

De frequentie wordt gemeten in hertz (spreek uit: herts); 1 hertz is 1 periode per seconde. In plaats van hertz ziet men ook dikwijls cycle (spreek uit: sie-kie), dat eenvoudig periode betekent. Duzend hertz wordt aangeduid door kilo-hertz of kilo-cycle.

De frequentie van wisselstroom die ons door de elektrische centrales geleverd wordt, bedraagt in ons land overal 50 Hz. De in de radiotechniek voorkomende frequenties kunnen gemakkelijk enige miljoenen hertz bedragen. Zulke stromen noemt men hoogfrequent stromen.

Wil men in een schema aangeven, dat een geleider wisselstroom voert, dan geeft men dit aan met een golflijntje  $\sim$ . Gelijkstroom daarentegen met =.

#### Paragraaf 2.

##### De grafische voorstelling van een wisselstroom.

We gaan nu het in de vorige les geleerde over de grafieken voor de eerste keer in de electriciteitsleer gebruiken. We willen nu een wisselstroom met een frequentie van 50 Hz. grafisch voorstellen. Daar er 50 perioden in een seconde zijn, is de tijd van een periode dus  $\frac{1}{50}$  sec.

In deze  $\frac{1}{50}$  sec. zal, overeenkomstig het reeds vroeger geleerde, de stroom van nul tot een zekere maximale waarde aangroeien, daarna afnemen tot nul, hierna in omgekeerde richting (negatief) wederom aangroeien tot een even groot maximum, om dan weer af te nemen tot nul. Daar het verloop van de wisselstroom iedere  $\frac{1}{50}$  sec. gelijk is aan dat van de vorige  $\frac{1}{50}$  sec. kunnen we dus volstaan met één periode te tekenen. Het verloop is in fig. 1 aangegeven.

OA is de tijd van een periode, dus  $\frac{1}{50}$  sec. De vorm van de golflijn-curve noemt men een sinusvorm, en men spreekt daarom van een sinusvormige wisselstroom. Op de door nul gaande verticale lijn, leest men de stroom af. (Positief boven nul, negatief er beneden.)

Omdat men de stroom op deze lijn afzet, noemt men ze in dit geval stroomlijn.

De horizontale lijn door O noemt men in dit geval tijdlijn.

Willen we nagaan, hoe groot de stroomsterkte is op een willekeurig moment, bijv. op moment a, dan gaan we op de bekende wijze te werk:

We trekken vanuit a een lijn loodrecht naar beneden tot we komen aan de curve. Van daaruit een lijn naar de verticale as tot in punt o. Hier kunnen we dan op de schaalverdeling der y-as de stroomsterkte op het bedoelde moment aflezen. Men zegt: de lijn Oc geeft de stroomwaarde aan op het bedoelde moment a.

In fig. 2 zijn in één grafiek twee wisselstromen voorgesteld, namelijk de sterkere stroom  $I_1$  en de zwakkere  $I_2$ . Deze hebben, zoals uit de figuur blijkt, dezelfde frequentie, doch hun amplitude verschilt. (Amplitude of amplitudo is slinger-wijdte.) De lijnen x en ij stellen de beide amplitude's voor.

### Paragraaf 3.

#### Effectieve waarde van de wisselstroom.

Ondanks het feit, dat stroom en spanning steeds van richting veranderen, blijven een volt- en ampèremeter die op een wisselstroombron zijn aangesloten, toch slechts één enkele waarde aanwijzen.

Indien de meters het maximale van de spanning of de stroom zouden aanwijzen, zouden ze te veel aanwijzen, omdat de maximale waarde van spanning en stroom maar op twee zeer kleine momenten in de periode optreden.

De meters wijzen dan ook niet de maximale waarde aan, maar de z.g. effectieve waarde.

#### Definitie:

Onder de effectieve waarde van een wisselstroom verstaat men:

de waarde van een denkbeeldige gelijkstroom, die - de wisselstroom vervangende - in een draad dezelfde warmte-ontwikkeling zou geven.

Deze effectieve waarde of meterwaarde, bedraagt voor een sinusvormige wisselstroom 0,7 maal de maximale waarde.

### Paragraaf 4.

#### Phaseverschuiving.

Het begrip: „in phase" en „in tegen-phase".

In een bepaalde stroomkring vloeit een wisselstroom. We kunnen nu het verloop van de aangesloten spanning en de doervloeiende stroom in één figuur tekenen en krijgen dan twee sinuslijnen in één figuur. (Zie fig. 3.)

Ter onderscheiding is de maximale waarde van de spanning iets grotere slingerwijdte gegeven dan die van de stroom. Het woord „phase" (spreek uit: faaze) betekent schijn-gestalte van de wisselstroom of van de wisselspanning.

In fig. 3 zien we, dat beide sinuslijnen tegelijk in nul beginnen, tegelijk hun positieve maximum- en hun negatieve maximum-waarde bereiken en tegelijk door hun nulwaarde gaan. Men zegt in dit geval: de sinuslijnen zijn „in-phase"; of met andere woorden: de spanning en de stroom zijn in dit geval in-phase met elkaar.

We stellen ons nu twee sinuslijnen voor, waarvan de ene iets eerder begint dan de andere, als het ware „iets vóór is" op de andere.

Dit drukt men uit door te zeggen: de ene sinuslijn ijlt op de andere vóór, of wat hetzelfde is, de andere sinuslijn ijlt de ene na. In fig. 4 ijlt de stroom I vóór op de spanning V.

Daar het in de figuur precies is, alsof de ene sinuslijn ten opzichte van de andere in de richting van de tijdlijn verschoven is, duidt men de vóór- en na-ijling aan, door te zeggen: tussen de beide sinuslijnen treedt een phase-verschuiving op.

De grootte van de phaseverschuiving drukt men uit in graden. De afstand van één periode op de tijdlijn (afstand OD dus, of ook AE) is gelijk aan 360 graden. De phaseverschuiving bedraagt in fig. 4 dus ongeveer  $\frac{1}{8}$  van OD of ongeveer 45 graden.

Is de phase-verschuiving nu zó groot, dat beide sinuslijnen tegelijk door hun nulwaarden heen gaan, maar bereikt de ene zijn positieve maximumwaarde op hetzelfde moment dat de andere zijn negatieve maximum bereikt, dan zegt men: de sinuslijnen zijn "in tegen-phase". Zie fig. 5.

Bij tegen-phase bedraagt de phase-verschuiving dus juist een halve periode, of 180 graden.

Om dit in te zien denke men zich de sinuslijn, die de stroomwaarde aanduidt, zó verschoven, dat punt A samenvalt met punt B. Punt A is dus verschoven van O naar B, dit is de helft van "de weg" OD, dus een halve periode =  $\frac{1}{2} \times 360$  graden = 180 graden.

## Paragraaf 5.

### Phaseverschuiving van stroom en spanning bij een condensator en bij een spoel.

Figuur 6 toont ons een stroomkring, waarin een condensator is opgenomen. We zagen reeds, dat de stroom bij een condensator in een afgestemde kring van richting verandert, juist op het ogenblik, dat de platen geladen zijn, als deze dus de maximum spanning bezitten.

De stroom gaat dan in omgekeerde richting toenemen, en hierdoor neemt de spanning van de platen natuurlijk af.

Als de stroom weer maximaal is, is de spanning der platen nul.

Daarna neemt de stroom weer af en worden de platen weer opgeladen in tegengestelde zin.

Stellen we dus het verloop van stroom en spanning bij een condensator grafisch voor, dan krijgen we fig. 7.

We zien dus, dat bij een condensator, dus een capacitieve weerstand ( $R_c$ ) de stroom 90 graden vóórijlt op de spanning, (immers de afstand OA =  $\frac{1}{4}$  periode =  $\frac{1}{4} \times 360^\circ = 90^\circ$ ).

Gaan we alles nog eens nauwkeurig na aan de hand van de grafiek.

Op het ogenblik dat de stroom maximaal is, is de spanning nul en omgekeerd: als de spanning maximaal is, is de stroom nul. Zie de momenten A, C en E en ook O, B en D.

Fig. 1' toont ons de stroomkring, waarin een spoel of zelf-inductie, dus een inductieve weerstand ( $R_l$ ), is opgenomen.

Ook hier hebben we weer spanning en stroom grafisch voorgesteld. We gaan weer na:

Op het ogenblik dat de spanning aan de spoel toeneemt, zou ook de stroom moeten gaan vloeien. Door de zelfinductie echter wordt de stroom zodanig geremd, dat hij pas even later kan ontstaan. De stroom ijlt dus op de spanning na. Verder is op het ogenblik, dat de stroom in de spoel het sterkst is, de spanning aan de uiteinden der spoel het kleinst. Is dus de stroom maximaal, dan is de spanning nul en omgekeerd. Hieruit volgt, dat bij een spoel de stroom 90° naijlt op de spanning. Dit kunnen we in fig. 2' zien.

We onthouden dus:

Bij een condensator ijlt de stroom 90 graden vóór op de spanning.

Bij een spoel ijlt de stroom 90 graden na op de spanning.

Paragraaf 6.

Interferentie.

Als in een stroomkring tegelijkertijd twee wisselstromen vloeien, kunnen deze "interfereren", dat wil zeggen: elkaar beïnvloeden. Daarbij geldt in het algemeen deze regel:

Als in een kring twee wisselstromen vloeien, dan is het resultaat gelijk aan:

één wisselstroom waarvan de trillingswijdte op elk ogenblik gelijk is aan de som, of het verschil der trillingswijdten van de samenstellende stromen.

(Hebben beide stromen dezelfde richting, dan: de som. Zijn ze tegengesteld van richting, dan: het verschil, dus dan trekken we kleinste van de grootste af.)

In fig. 3' zijn twee wisselstromen 1 en 2 voorgesteld met gelijke frequentie, maar met verschillende slingerwijdten.

De wisselstroom die daaruit ontstaat (3) is voorgesteld door de getrokken curve. Zoals is aangegeven, bedraagt de trillingswijdte op elk ogenblik, de som van de trillingswijdten der samenstellende stromen.

Dus de slingerwijdte  $c =$  de som van de beide slingerwijdten  $a + b$ . (Meet dat eens na met passer of maatlatje.)

In fig. 4' hiernaast interfereren wéér twee wisselstromen 1 en 2 van gelijke frequentie en verschillende slingerwijdten, maar nu zijn ze in tegen-phase. Dus nu is er een phase-verschuiving van een halve periode, of  $180^\circ$ .

In dit geval is de resulterende wisselstroom op elk ogenblik het verschil der samenstellende stromen. Immers de samenstellende stromen zijn op elk moment tegengesteld van richting: Is de ene stroom  $+$ , dan is de andere  $-$ , en omgekeerd. Ga dat na!

Op gelijke wijze interfereren in fig. 5' twee wisselstromen 1 en 2 van gelijke frequentie en gelijke slingerwijdte, doch met  $90^\circ$  phase-verschuiving ( $= \frac{1}{4}$  periode) en in fig. 6' twee stromen 1 en 2, die zowel in frequentie als in slingerwijdte verschillen: De frequentie van 2 is eens zo groot als die van 1.

We onthouden dus:

Als in een stroomkring twee of meer wisselstromen vloeien, dan is het resultaat gelijk aan één wisselstroom, waarvan de trillingswijdte op elk ogenblik gelijk is aan de som, of het verschil der trillingswijdten van de samenstellende stromen. Bij dezelfde richting nemen we: de som. Bij tegengestelde richting, nemen we: het verschil.

Als in een stroomkring een stroom optreedt zoals de getrokken curve van fig. 6' uitbeeldt (dit is een niet-sinusvormige wisselstroom), dan kunnen we omgekeerd steeds zeggen, dat deze wisselstroom ontstaan is uit twee of meer wel-sinusvormige wisselstromen.

#### V R A G E N.

1. Wat is een wisselstroom ?  
Wat is een periode ?  
Wat verstaat men onder frequentie ?  
Wat is de effectieve waarde ?
2. Wat is „in-phase“ en wat is „in tegen-phase“ ?
3. Hoe gedraagt een condensator zich voor wisselstroom ?  
Hoe gedraagt een spoel zich voor wisselstroom ?  
Leg uit en teken de phase-verschuiving, die bij beide optreedt.
4. Herinnert U zich nog iets anders van een condensator ?  
(Repeteer anders nog eens wat in les 5 staat, op blz. 5, binnen de omraming.)
5. Herinnert U zich iets anders van een spoel ?  
(Repeteer anders nog eens wat in les 8 staat, op blz. 2, binnen de omraming.)
6. Wat is interferentie ?

#### PRAKTIJK. (Reparatie.)

Geval 9. Geen gebrom bij aanraking van het eindbuisrooster. Alle spanningen normaal.

Indien er parallel aan de primaire spoel van de luidsprekertransformator een condensator staat, is deze de schuldige. Immers als deze condensator is doorgeslagen, verlopen alle laagfrequente stroomwisselingen via deze condensator, waardoor de muziekweergave totaal onmogelijk wordt.

Om te controleren of deze condensator werkelijk is doorgeslagen, meet men de spanningen aan de uiteinden der transformatorspoel. De spanning aan de ingang dient normaal een tien à vijftien volt hoger te zijn, dan aan de uitgang. Is de spanning in beide punten echter gelijk, dan wijst dit op een doorgeslagen condensator.

Deze condensator krijgt sterke spanningsstoten te verdragen, daarom moet hij (evenals de later te bespreken „ratelcondensator“) een hoge proefspanning hebben. Minstens een paar duizend volt!

Is de condensator niet defect, dan kan de secundaire van een luidsprekertrafo een kortsluiting maken. Vaak zal het defect blijken te zitten in een slechte las in A of B. (Zie figuur 7'.)

Geval 10. Het microfonisch effect of de mechanische terugkoppeling.

Vroeger, toen de luidsprekers niet in de kast van het toestel werden ingebouwd, kwam het microfonisch effect niet voor. Tegenwoordig, nu praktisch alle luidsprekers in de kast van de ontvanger worden ingebouwd, kan men er plezier mee beleven.

Het verschijnsel doet zich voor als volgt:

Soms begint bij bepaalde passages van de muziek de luidspreker zacht te fluiten; het gefluit zwelt aan, steeds sterker wordt het en het kan zelfs ontaarden tot een hevig gehuil of gebrul.

Komt er een zachtere passage in de muziek, dan neemt het bijgeluid weer geleidelijk af en het kan zelfs ook geheel verdwijnen (bijv. bij een zender-pauze), om daarna weer in al zijn hevigheid op te treden,

Het verschijnsel dankt zijn naam „microfonisch-effect“ aan de overeenkomst die het heeft met het geluid dat ontstaat, wanneer het door de luidspreker voortgebrachte geluid weer in de microfoon kan komen.

Op deze manier beschrijft het geluid dus als het ware een kringloop en versterkt zichzelf voortdurend (tot op zekere hoogte).

Waardoor kan het microfonisch effect ontstaan ?

Wanneer door een bepaalde oorzaak een of meer electroden van het buis-inwendige in trilling geraten, dan zal door deze electroden-verplaatsing - ook al is ze ook nog zo gering - de electronen-stroom beïnvloed worden en deze wijziging doet een bijkomende modulatie ontstaan.

De electroden van een buis kunnen bijv. al in trilling geraten eenvoudig door het kloppen tegen de radiokast, waardoor het microfonisch effect ingeleid kan worden. Ook kan het „automatisch" ontstaan, door een geluidstrilling die door de luidspreker wordt voortgebracht.

Is het microfonisch effect nu eenmaal „op gang gebracht", dan zullen de hierdoor opgewekte luidspreker-trillingen de buis-electroden weer sterker doen trillen. Nu treedt het microfonisch effect ook weer sterker op, enz.. Zo kan een zacht gefluit waarmee het microfonisch effect ingezet is, in korte tijd aanzwellen tot hevig fluiten en zelfs in ondraaglijk geluid overgaan.

De beste bestrijding van het euvel is, de buis die aan dit euvel lijdt te vervangen door een nieuwe. De laatste tijd hebben de buizen bovenaan een indeuking, de z.g. „dom".

In deze dom is een mica-plaatje aangebracht, waaraan de electroden ook nog bevestigd worden, zodat een stevige, stabiele constructie verkregen wordt. Toch kan het microfonisch effect toch nog ontstaan.

Het geneesmiddel tegen de kwaal ?

Men kan de buisvoetjes monteren met behulp van stukjes zacht en veerkrachtig sponsrubber, zodat er geen mechanische trillingen op de buis kunnen overgaan. Men kan ook een plaat of twee stroken rubber onder het chassis leggen.

Ook trillende condensator-platen kunnen het verschijnsel inleiden. Men neme dus stevige platen. De laatste tijd ziet men veel afstem-condensatoren met rubber-pootjes. Dit is goed om het microfonisch effect te voorkomen en bovendien heft dit ook nog enigszins het wringen van de condensator-as met de schaal op, hoewel men hiertoe beter een z.g. flexibele koppeling kan gebruiken.

Denk er echter aan, bij zulke afstem-condensatoren het frame met het chassis te verbinden door middel van een kort soepel snoertje!

De meeste cursisten zullen het bovenstaande nog wel niet geheel begrepen hebben. Over enkele lessen hebben we meer van de theorie gehad. Dan kunnen zulke cursisten dit laatste praktijk-deel nog eens overlezen.

### Kleuren-coden voor weerstanden en condensatoren.

Bij deze les gelieve U de kleuren-coden voor weerstanden en condensatoren aan te treffen. Als namelijk zo'n onderdeelje in een toestel zit en de daarop vermelde waarde is van ons afgekeerd, dan is het natuurlijk niet mogelijk deze waarde af te lezen.

In ons land past men daarom hoe langer hoe meer de reeds lang in Amerika en Engeland gebruikte kleuren-coden toe.

De tabellen behoeft U, natuurlijk niet van buiten te kennen, maar wel moet U de waarde kunnen opzoeken aan de hand van de tabel. Dat is een vrij simpel werkje. Bovendien staan er verschillende voorbeelden aangegeven.

OUDE KLEURENCODE voor WEERSTANDEN. Radiotechniek A, 9, 7, 20, A.

Men heeft de waarde van de weerstand niet meer aangeduid met cijfers, maar men heeft de weerstand een kleur gegeven, n.l.



| Kleur  | body a | einde b | stip c      |
|--------|--------|---------|-------------|
| zwart  | 0      | 0       | niets       |
| bruin  | 1      | 1       | 0           |
| rood   | 2      | 2       | 00          |
| oranje | 3      | 3       | 000         |
| geel   | 4      | 4       | 0.000       |
| groen  | 5      | 5       | 00.000      |
| blauw  | 6      | 6       | 000.000     |
| violet | 7      | 7       | 0.000.000   |
| grijs  | 8      | 8       | 00.000.000  |
| wit    | 9      | 9       | 000.000.000 |

de kleur van het lichaam of body a. Het einde van de weerstand heeft een kleur b.

Verder is er op het body meestal nog een stip c aanwezig.

Hebben we nu b.v. een weerstand die als volgt gekleurd is:

body a is rood,  
einde b is groen,  
stip c is oranje,

dan zegt de tabel ons, dat de waarde van die weerstand dus 2 5 000 ohm is.

Een andere weerstand die de volgende kleuren heeft:

body a is violet, einde b is rood, stip c is rood, heeft dus een waarde van 7 2 00 ohm.

SPECIALE GEVALLEN.

I Het komt voor, dat de stip ontbreekt. Dit komt, omdat de stip dezelfde kleur moest hebben als het body zelf. In dergelijke gevallen neemt men dus voor de stip c dezelfde kleur als het body a heeft.

B.v. een weerstand met de kleuren:

body a is rood, einde b is groen, stip c ontbreekt (deze is dus als het ware ook rood zoals het body zelf),

heeft een waarde van 2 5 00 ohm.

II Heeft de weerstand verder nog een gouden band, dan betekent dat, dat de tolerantie (d.i. de afwijking van de vermelde normale waarde) maximaal 5% bedraagt.

Heeft de weerstand verder nog een zilveren band, dan betekent dat, dat de tolerantie maximaal 10% bedraagt.

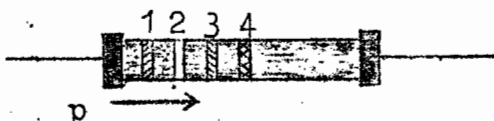
Heeft de weerstand verder geen band, dan betekent dat, dat de tolerantie maximaal 20% bedraagt.

NIEUWE KLEURENCODE voor WEERSTANDEN.

De oude methode heeft het bezwaar, dat de stip dikwijls aan de achterzijde van de (vastgesoldeerde) weerstand zit. In dergelijke gevallen heeft de oude kleurencode geen enkel voordeel op de aanduiding met cijfers.

Daarom gaat men thans hoe langer hoe meer over tot de ringen-code: op de weerstand zijn 3 of 4 gekleurde ringen aangebracht.

We onthouden nu de weerstand zo, dat de ringen links op de weerstand staan en lezen dan de kleuren af in de richting van de pijl p.



| Kleur  | 1 <sup>e</sup> ring | 2 <sup>e</sup> ring | 3 <sup>e</sup> ring | 4 <sup>e</sup> ring          |
|--------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|
| zwart  | 0                   | 0                   | niets               | tolerantie in %              |
| bruin  | 1                   | 1                   | 0                   | Ontbreekt                    |
| rood   | 2                   | 2                   | 00                  | de vierde ring, dan bedraagt |
| oranje | 3                   | 3                   | 000                 | de tolerantie                |
| geel   | 4                   | 4                   | 0.000               | 5%                           |
| groen  | 5                   | 5                   | 00.000              | 10%                          |
| blauw  | 6                   | 6                   | 000.000             | 20%                          |
| violet | 7                   | 7                   | 0.000.000           |                              |
| grijs  | 8                   | 8                   | 00.000.000          |                              |
| wit    | 9                   | 9                   | 000.000.000         |                              |
| GOUD   |                     |                     | : 10                | 5%                           |
| ZILVER |                     |                     | : 100               | 10%                          |
| GEEN   |                     |                     |                     | 20%                          |

Hebben we nu b.v. een weerstand die als volgt gekleurd is:

ring 1 is rood,  
ring 2 is violet,  
ring 3 is oranje,  
ring 4 is goud,

dan is de waarde van die weerstand dus 2 7 000 ohm en de tolerantie bedraagt 5%

Zijn er slechts 3 ringen, dan bedraagt de tolerantie 20%.

OUDE KLEURENCODE voor CONDENSATOREN.

Radiotechniek A, 9, 8, 20, A.

Men heeft de waarde van condensatoren niet meer aangeduid met cijfers, maar men heeft op de condensator 3 (soms ook 4) gekleurde stippen geplaatst.



Tolerantie in %.

| Kleur  | stip a | stip b | stip c      | stip d |
|--------|--------|--------|-------------|--------|
| zwart  | 0      | 0      | niets       |        |
| bruin  | 1      | 1      | 0           | 1      |
| rood   | 2      | 2      | 00          | 2      |
| oranje | 3      | 3      | 000         | 3      |
| geel   | 4      | 4      | 0000        | 4      |
| groen  | 5      | 5      | 00.000      | 5      |
| blauw  | 6      | 6      | 000.000     | 6      |
| violet | 7      | 7      | 0.000.000   | 7      |
| grijs  | 8      | 8      | 00.000.000  | 8      |
| wit    | 9      | 9      | 000.000.000 | 9      |

We houden nu de condensator zo, dat de tekst die hij draagt (b.v. het handelsmerk) leesbaar is en lezen dan de kleuren van de stippen af in de richting van de pijl.

We plaatsen nu de voor de verschillende stippen opgezochte cijfers achter elkaar en hebben dan de waarde van de condensator in pF ( $\mu$ /uF).

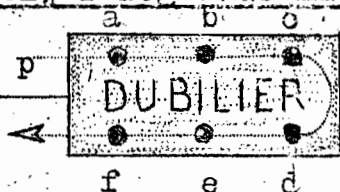
Hebben we nu b.v. een condensator die als volgt gekleurd is :

stip a is bruin, stip b is rood, stip c is bruin, stip d is groen, dan bedraagt de waarde dus 1 2 0 pF, met een tolerantie van 5%

Ontbreekt stip d, dan bedraagt de tolerantie 20%

NIEUWE KLEURENCODE voor CONDENSATOREN.

We houden nu de condensator zo, dat de tekst die hij draagt (b.v. het handelsmerk) leesbaar is en lezen dan de kleuren van de stippen af, daarbij rondgaande in de richting van de pijl p.



Tolerantie in %      Werkspann. in 100V.

| Kleur  | stip a | stip b | stip c | stip d      | stip e | stip f |
|--------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|
| zwart  | 0      | 0      | 0      | niets       |        |        |
| bruin  | 1      | 1      | 1      | 0           | 1      | 1      |
| rood   | 2      | 2      | 2      | 00          | 2      | 2      |
| oranje | 3      | 3      | 3      | 000         | 3      | 3      |
| geel   | 4      | 4      | 4      | 0.000       | 4      | 4      |
| groen  | 5      | 5      | 5      | 00.000      | 5      | 5      |
| blauw  | 6      | 6      | 6      | 000.000     | 6      | 6      |
| violet | 7      | 7      | 7      | 0.000.000   | 7      | 7      |
| grijs  | 8      | 8      | 8      | 00.000.000  | 8      | 8      |
| wit    | 9      | 9      | 9      | 000.000.000 | 9      | 9      |
| GOUD   |        |        |        |             | 5      | 10     |
| ZILVER |        |        |        |             | 10     | 20     |
| GEEN   |        |        |        |             | 20     | 5      |

Hebben we b.v een condensator die als volgt gekleurd is:

stip a is rood, dan zegt de tabel ons, dat de waarde van die condensator dus 2 3 5 000 pico-farad is.

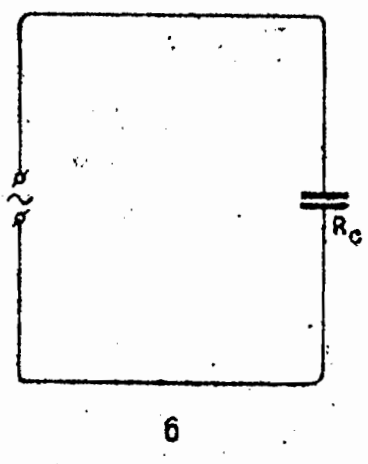
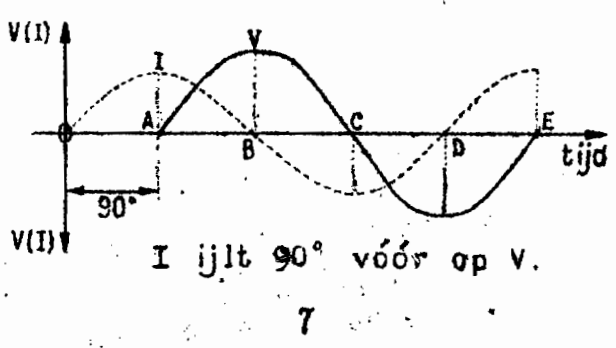
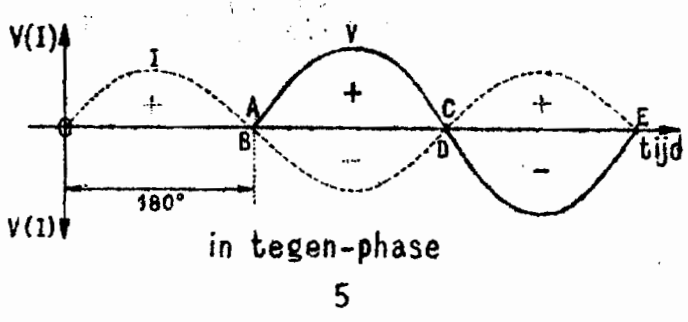
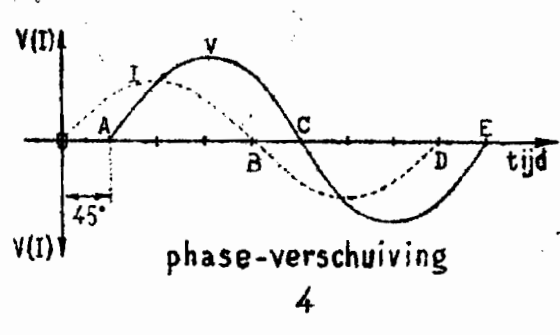
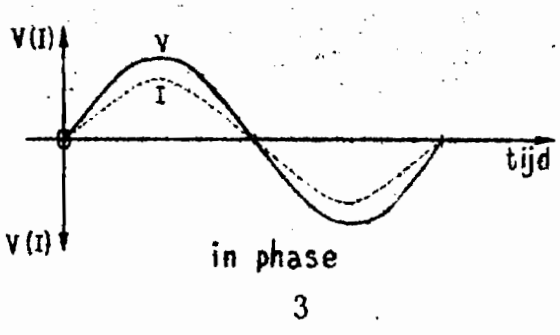
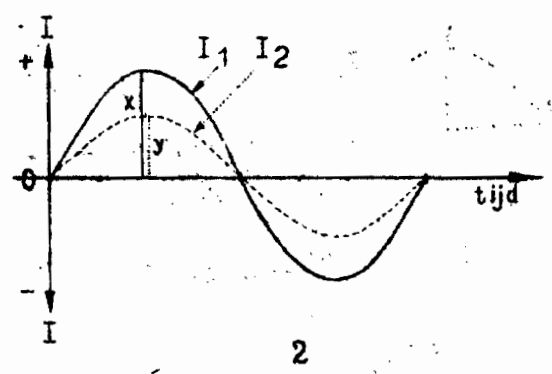
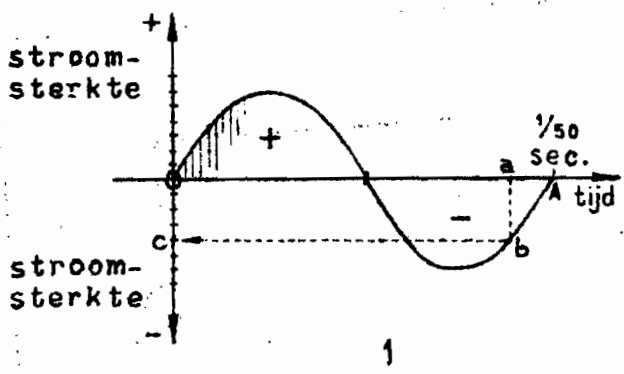
stip b is oranje, Verder geeft stip e (in dit geval geel) aan, dat de tolerantie 5% bedraagt.

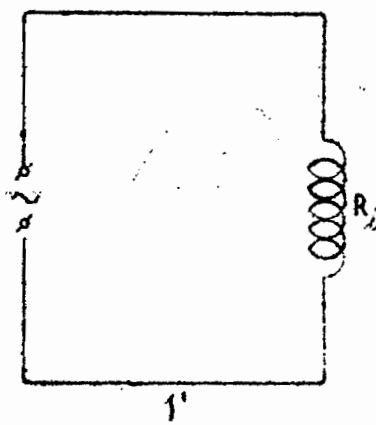
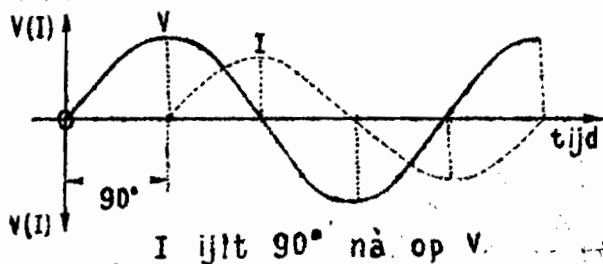
stip c is groen, Tenslotte geeft stip f (in dit geval geel) aan, dat de maximaal toelaatbare werkspanning  $4 \times 100 \text{ V} = 400$  volt mag bedragen.

Ontbreekt stip e, dan bedraagt de tolerantie 20%

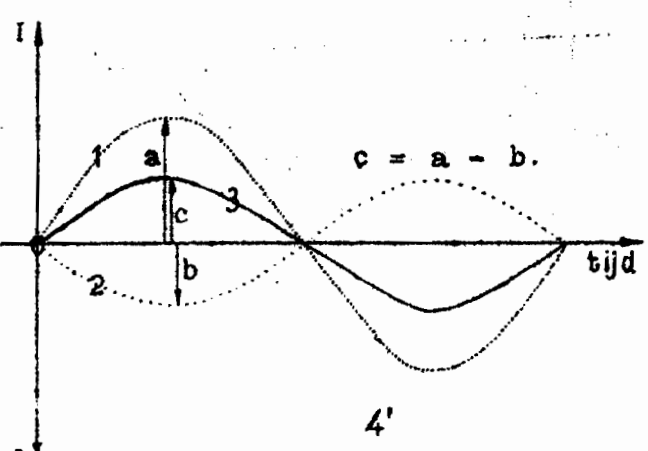
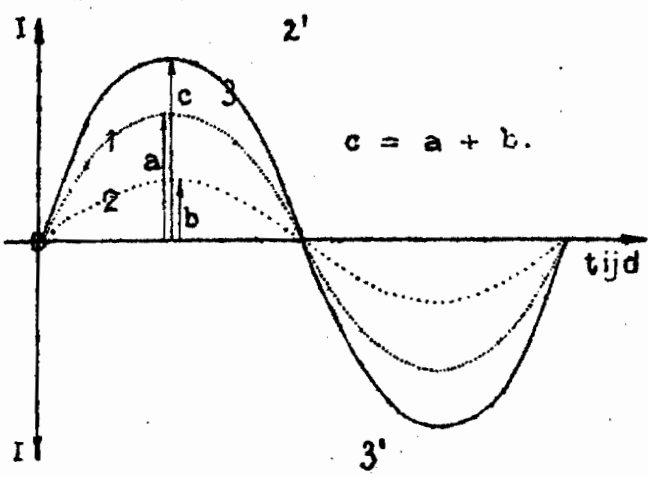
Ontbreekt stip f, dan bedraagt de werkspanning  $5 \times 100 \text{ V} = 500$  volt.



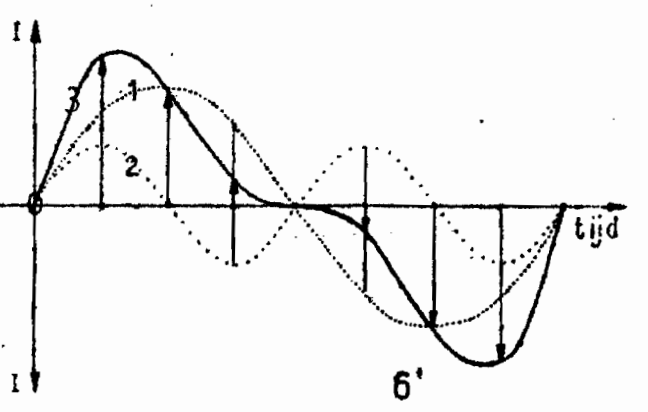
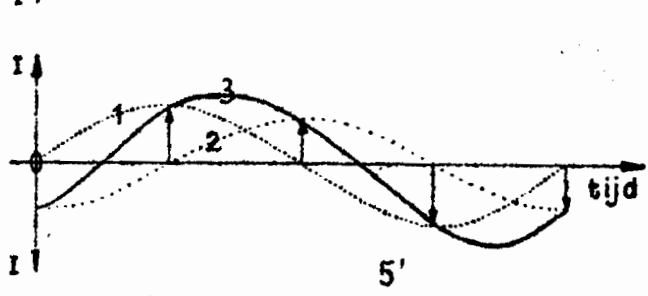




De stromen 1 en 2 met de slingerwijdten a en b interfereren tot de stroom 3 met de som-amplitude c.



De stromen 1 en 2 met de slingerwijdten a en b interfereren tot de stroom 3 met de verschil-amplitude c.



De niet-sinusvormige stroom 3 is ontstaan uit de wel-sinusvormige stromen 1 en 2, waarvan 1 een eenmaal zo grote slingerwijdte, maar een eenmaal zo kleine frequentie heeft.

