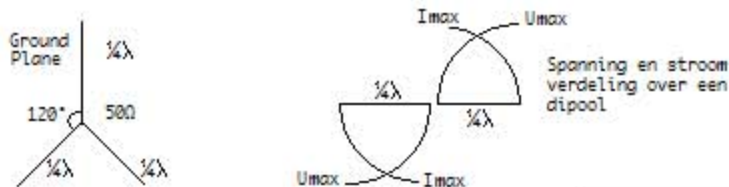
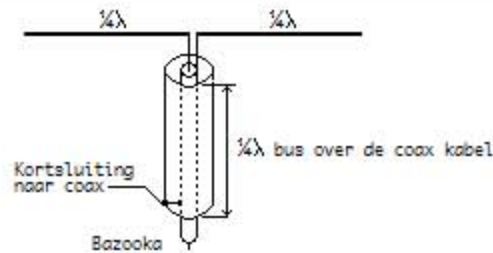
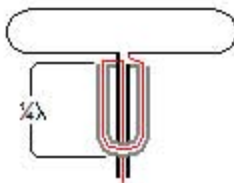


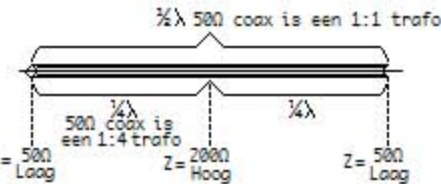
Antenne's



Bij het berekenen van antenne's is het verstandig om altijd aan het uiteinde te beginnen! (Daar waar de U (spanning) oneindig hoog is)



$$\lambda = \frac{300}{\text{freq in MHz}}$$

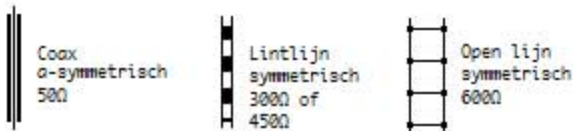


Gevouwen dipool=3000 (Bij een Yagi is de impedantie 2000 en gebruik je een 1:4 balun om aan te passen)

Z=Impedantie
U=IxR
Z=R bij resonantie

Impedantie lijnen bijvoorbeeld 2 meter:
10 Watt in en 5 Watt uit
Verlies bij 70cm (145Mhz X 3 = 435Mhz) dan is het verlies ook 3x zo groot!

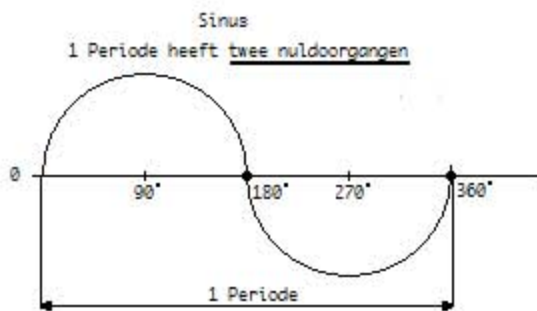
$$Z_{zender} \times Z_{antenne} = Z^2_{kabel}$$



Berekening bijvoorbeeld 7 Mhz:

$$\frac{300}{7} : 4 = 10,71 \times 0,98 \text{ (verkortingsfactor materiaal)} = 10,50 \text{ meter lengte}$$

$$[300/f(\text{MHz})] / \lambda \times \text{Verkortingsfactor materiaal}$$



Bij zenden: 3db = 2x zo sterk = verdubbeling van vermogen
6db = 4x zo sterk = verviervoudiging van vermogen
10db = 10x zo sterk

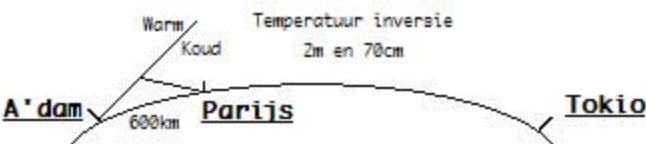
Bij ontvangen: 6db = 1 S-punt
54db = 59
64db = 59+10
74db = 59+20
84db = 59+30
94db = 59+40
104db = 59+50
114db = 59+60

$$f = \frac{1}{t} \text{ periodetijd} = 4\mu\text{s}$$

$$4\mu\text{s} = 0,000004 \text{ sec}$$

$$f = \frac{1}{0,000004} = 250000 \text{ Hz}$$

Propagatie

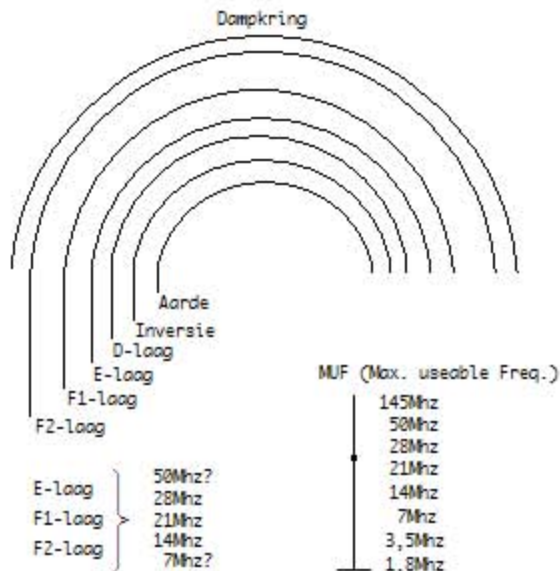


Aurora: 70cm	Nee
2m	Ja
6m	Ja
10m	Ja/soms

2m en 70cm Temperatuur inversie = 600km Amsterdam - Parijs (weerverschijnsel)

2m Aurora (Noorderlicht)

2m en 6M Sporadische E = 2000km Amsterdam - Madrid



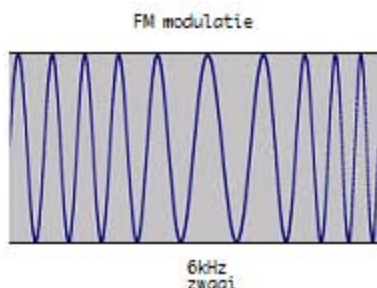
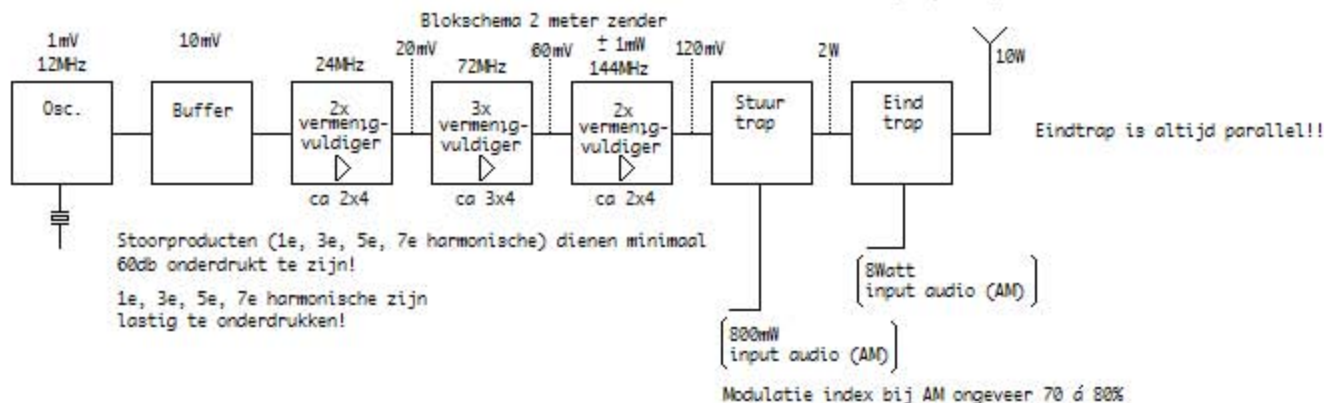
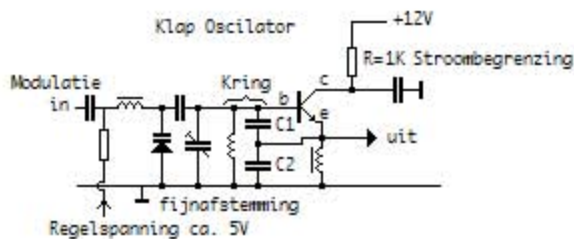
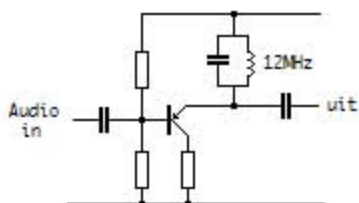
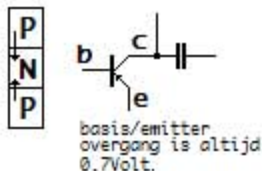
40M } Zomers + Zonnevlekken Maximum
80M } D-Reflectie
160M }

Dagbanden	Nachtbanden
20m	30m
17m	40m
15m	80m
12m	160m
10m	

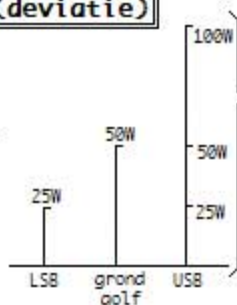
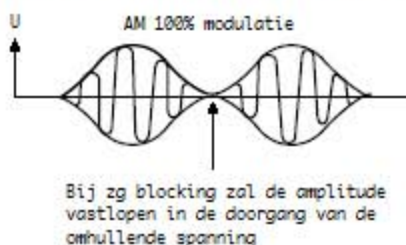
Toegepaste vermogens:

23cm 1296Mhz 120Watt PEP
6M 50Mhz 120Watt PEP in SSB en 30Watt in AM/FM
Alle overige banden 400Watt PEP

Oscillator



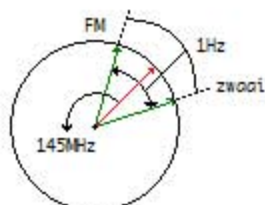
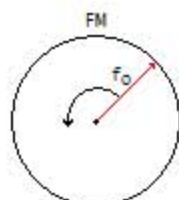
Volume x toonhoogte = zwaai (deviatie)



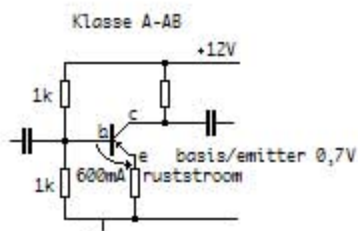
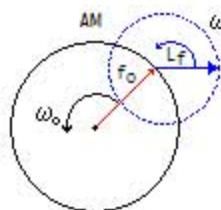
Bij enkel zijband (USB / LSB) word alleen de zijband gebruikt. Derhalve word het ongebruikte zijband signaal en de grondgolf toegevoegd aan de zijband die in gebruik is en is het totale afgegeven zendvermogen dus 100Watt PEP.

Modulatie Index, Volume Index, Zwaai

Er word gemoduleert in FM met 1Hz audio op een 145MHz draaggolf. Indien het audio toeneemt neemt de zwaai dus ook toe. 145MHz + 1Hz en 145MHz - 1Hz is dus 2Hz bandbreedte. $f_0 + \text{volume}$ en $f_0 - \text{volume}$ = snelheid van de zwaai. Bij FM kan je stellen dat de freq. x 4 = bandbreedte.



$$\omega = \text{Omega} = 2\pi f$$



- Klasse C = FM
- Klasse C = CW
- Klasse A = verliesvol (weinig gebruikt)
- Klasse B = SSB
- Klasse AB = SSB + AM



Db versterking of verzwakking

- 3db = 2x versterking of verzwakking
 - 6db = 4x versterking of verzwakking
 - 10db = 10x versterking of verzwakking
 - 20db = 100x versterking of verzwakking
 - 30db = 1000x versterking of verzwakking
 - 40db = 10000x versterking of verzwakking
 - 50db = 100000x versterking of verzwakking
 - 60db = 1000000x versterking of verzwakking
- db's mogen bij elkaar worden opgeteld en worden afgetrokken van elkaar.
- bv damping -6db en versterking 10db = 4db

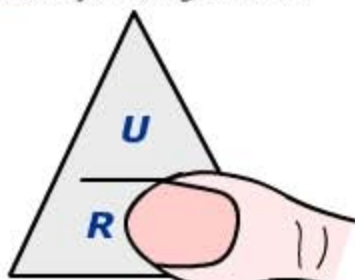
Wet van ohm



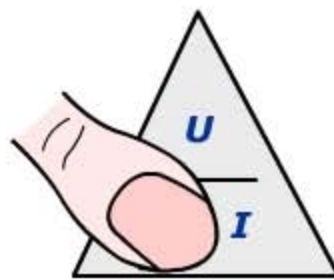
Onthoud de plaats van de 3 grootheden in het figuur. Bedek met je vinger, de grootheid die je wil berekenen. Het niet bedekte deel geeft de formule die je moet gebruiken.



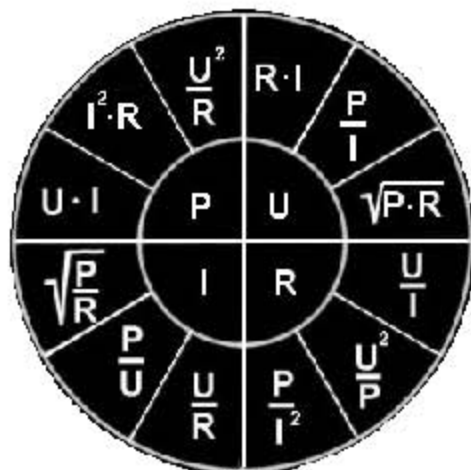
$$U = R \times I$$



$$I = \frac{U}{R}$$

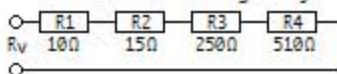


$$R = \frac{U}{I}$$



$U = I \times R$
 $P = U \times I$ } Hieruit volgt onderstaande afleiding
 $P = I \times I \times R$ is gelijk aan $P = I^2 \times R$

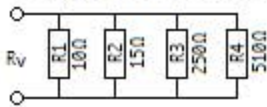
Weerstanden in serie mogen bij elkaar worden opgeteld $R_v = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \text{enz.}$



$$R_v = 10 + 15 + 250 + 510 = 785 \Omega$$

De vervangweerstand is groter dan de grootste weerstand

Weerstanden parallel dienen we anders te behandelen $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \text{enz.}$



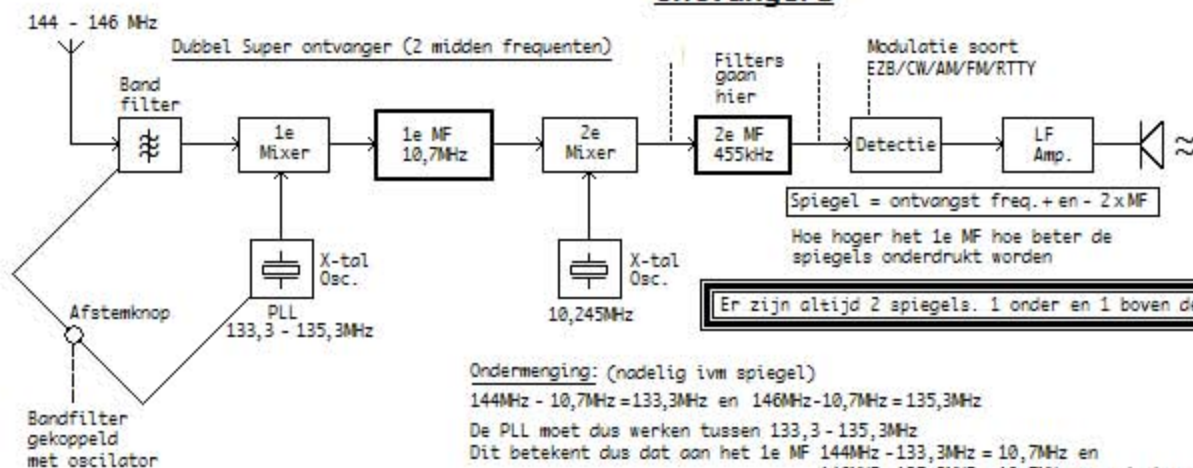
$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{250} + \frac{1}{510} = \frac{1}{0,1 + 0,066 + 0,004 + 0,00196} = \frac{1}{0,1726273} = 5,7928265 \Omega$$

De vervangweerstand is kleiner dan de kleinste weerstand

Bij twee weerstanden parallel mag je de formule $R_v = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$ gebruiken.

Let op! dit geldt alleen bij twee weerstanden parallel!

Ontvangers



Ondermenging: (nadelig ivm spiegel)

$$144\text{MHz} - 10,7\text{MHz} = 133,3\text{MHz} \text{ en } 146\text{MHz} - 10,7\text{MHz} = 135,3\text{MHz}$$

De PLL moet dus werken tussen 133,3 - 135,3MHz

Dit betekent dus dat aan het 1e MF 144MHz - 133,3MHz = 10,7MHz en

$$146\text{MHz} - 135,3\text{MHz} = 10,7\text{MHz} \text{ aangeboden word.}$$

De spiegel is dan 144MHz + 10,7MHz = 154,7MHz en 146MHz + 10,7MHz = 156,7MHz
 Deze spiegel ligt dan zo dicht bij de gewenste ontvangst frequentie dat het 1e MF filter deze spiegel onvoldoende zal onderdrukken.

Nu hebben we dus na het 1e MF nog maar 10,7MHz over en moet er via de 2e Mixer nogmaals worden geconverteerd naar het 2e MF van 455kHz. De benodigde vaste oscillator frequentie word dan 10,7MHz - 455kHz = 10,245MHz.

Bij een 1e MF van 40MHz is het gevolg: 144MHz - 40MHz = 104MHz en 146MHz - 40MHz = 106MHz

De PLL moet dus werken tussen 104 en 106MHz

De spiegel is dan 144MHz + 40MHz = 184MHz en 146MHz + 40MHz = 186MHz en zit ver buiten het bereik van het filter waardoor de spiegel onderdrukt word.

Bovenmenging:

$$144\text{MHz} + 10,7\text{MHz} = 154,7\text{MHz} \text{ en } 146\text{MHz} + 10,7\text{MHz} = 156,7\text{MHz}$$

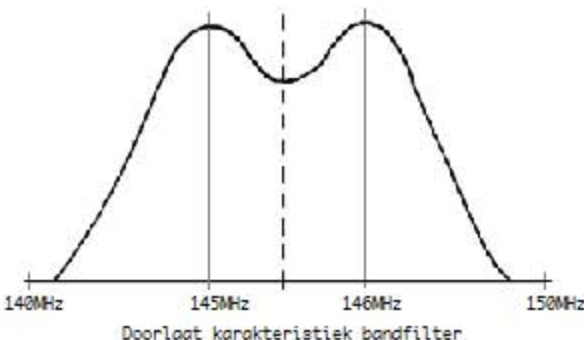
De PLL moet nu dus werken tussen 154,7 - 156,7MHz

De spiegel ligt in dit geval 2xMF lager en komt dus uit op 2x10,7MHz = 21,4MHz. Als we dit aftrekken van 144-146MHz dan is de spiegel 122,6-124,6MHz en dit is voldoende ver van de gewenste ontvangstfrequentie om geen storing te veroorzaken.

Bovenmenging word vaker toegepast dan ondermenging omdat de spiegel dan ruim buiten het ontvangst raam ligt.

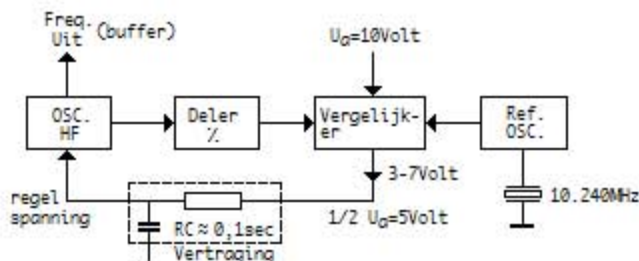
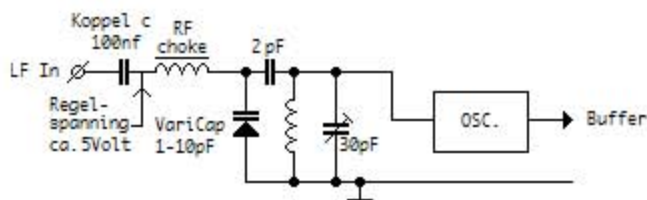
Bij ondermenging = 1e oscillator frequentie lager dan ontvangst frequentie

Bij bovenmenging = 1e oscillator frequentie hoger dan ontvangst frequentie



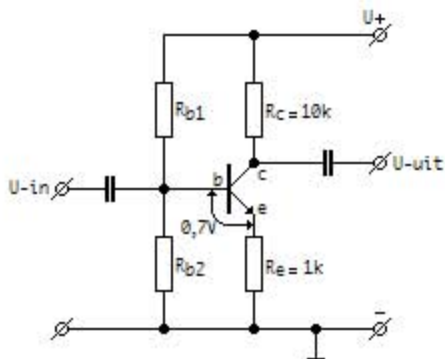
Doorlaat karakteristiek bandfilter

Phase Locked Loop synthesizers (PLL)



Een PLL locked op de nul doorgang die in fase is met de oscillator.

Transistoren



De reden voor het systematisch 0,7Volt aftrekken van de U_{be} spanning is dat huidige bipolaire transistoren een "parasiete" diode bevatten.

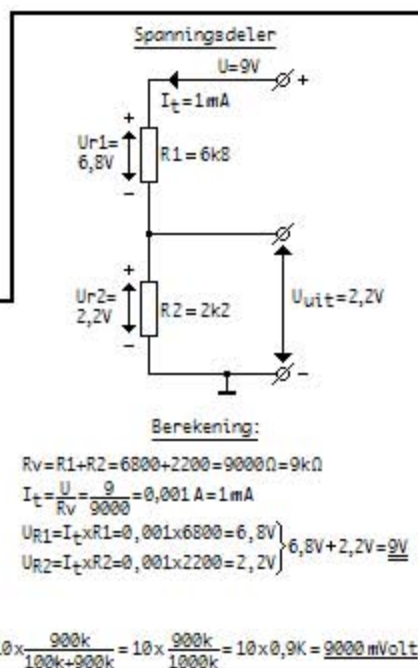
De afgetrokken spanning hangt af van het soort halfgeleider dat men gebruikt: 0,7 Volt voor Silicium, en 0,2 Volt voor Germanium.

Indien 0,7Volt b-e overgang niet aanwezig is dan is de Silicium transistor defect!
Indien 0,2Volt b-e overgang niet aanwezig is dan is de Germanium transistor defect!

$$\text{Spannings versterking} = \frac{R_c}{R_e} = \frac{10000}{1000} = 10x$$

H_{fe} = Stroomversterking of ook wel f_t waar de versterking nog met 1x is.

PNP berekening is hetzelfde als bij NPN transistoren met als uitzondering dat dan de voeding andersom plaats vindt.



De aangelegde spanning U verdeelt zich over de beide weerstanden en wel precies in de verhouding van hun waarden.

Wanneer dus U=10 volt en R1:R2=1:9 dan valt over weerstand R1 1 volt en over R2 9 volt.

Let op: het gaat om de verhouding. De werkelijke waarde doet er dus niet toe.

Weerstanden van 1 en 9 ohm geven voor wat de spanningsdeling betreft precies hetzelfde resultaat als weerstanden van 100k en 900k.

De keuze van de concrete weerstandswaarden hangt af van de gewenste stroom.

In de praktijk berekent men de spanning over R2 het snelst met de formule:

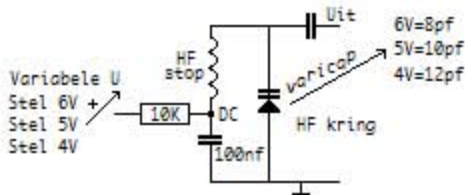
$$U_2 = U_x \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad U_2 = 10x \times \frac{9}{1+9} = 10x \times \frac{9}{10} = 10x \times 0,9 = 9 \text{ Volt}$$

In het geval waar de weerstanden 100k en 900k zijn is de formule als volgt: $U_2 = 10x \times \frac{900k}{100k+900k} = 10x \times \frac{900k}{1000k} = 10x \times 0,9k = 9000 \text{ mVolt}$

Varicap diode

Een hogere spanning op de varicap resulteert in een lagere capaciteit

Een lagere spanning op de varicap resulteert in een hogere capaciteit

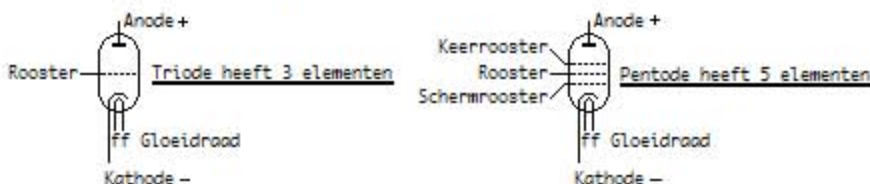
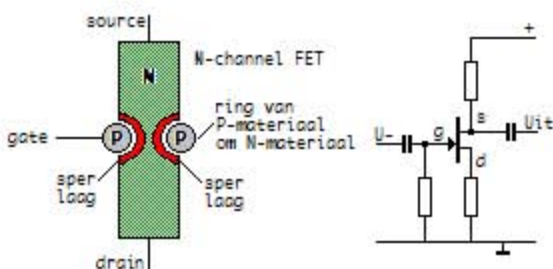


Fet's en Electronenbuizen

Een FET (Field Effect transistor) is een halfgeleider. Als de gatespanning van een N fet 0 volt is, loopt de maximale stroom door de fet. Wordt een negatieve spanning aangeboden op de gate, ontstaat er een sperlaag. Dit geeft een smallere doorgang, dus een hogere source-drain weerstand en kan er dus minder stroom lopen.

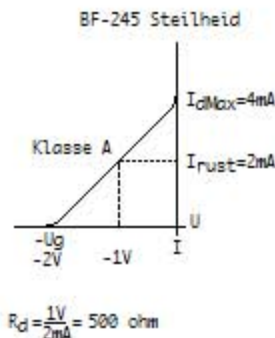
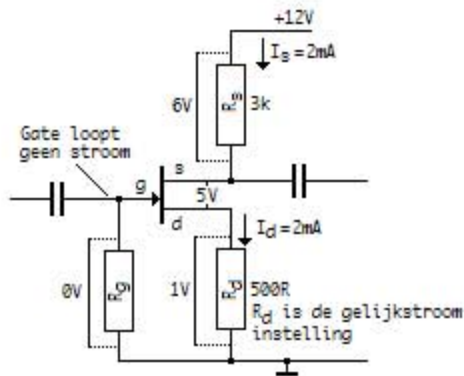
In vergelijking met een FET word de Source bij een electronenbuis de Anode genoemd, de Drain word de Kathode genoemd en de Gate word het Rooster genoemd.

Een Electronenbuis is één op één te vergelijken met een FET.



Indien de negatieve spanning op het rooster meer negatief (-2V → -5V) word gemaakt zal het rooster minder electronen doorlaten. De anodestroom zal dan dus ook kleiner worden.

Fet's en Electronenbuizen (vervolg)



Digitale techniek of logische schakelingen

D-Star = D.V.

Vroeger werd het ax25 protocol gebruikt wat is afgeleid van het x25 protocol wat gebruikt werd op mainframe computers en NIET routeable was. Tegenwoordig wordt TCP/IP versie IP4 gebruikt en dat is WEL routeable.

Binaire getallen tel je op dezelfde manier bij elkaar op als decimale getallen. De regels voor het optellen van bits zijn erg eenvoudig:

- 0+0 levert een 0 (en 0 onthouden)
 - 0+1 levert een 1 (en 0 onthouden)
 - 1+0 levert een 1 (en 0 onthouden)
 - 1+1 levert een 0 (en 1 onthouden)
 - 1+1+1 levert een 1 (en 1 onthouden we)
- twee ongelijke levert altijd een 1 op.

- 1) Als voorbeeld tellen we de binaire getallen 0110 en 0110 bij elkaar op. Zet eerst de getallen recht boven elkaar:

0110
0110

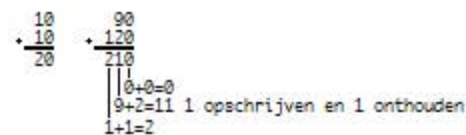
- 2) We gaan nu kolom voor kolom optellen, te beginnen bij de rechter kolom. Als je 1 moet onthouden kun je die boven de volgende kolom neerzetten.

Rest	0	1	1		
Getal 1		0	1	1	0
Getal 2		0	1	1	0
Uitkomst		1	0	0	0

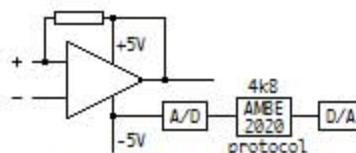
Dit wordt het tweetallig stelsel genoemd

- 0+0 levert een 0 (en 0 onthouden)
- 1+1 levert een 0 (en 1 onthouden)
- 1+1 levert een 0 (en 1 onthouden)
- 1+0 levert een 1 (en 0 onthouden)

Decimaal stelsel



D-Star



Spraak gaat altijd boven Data

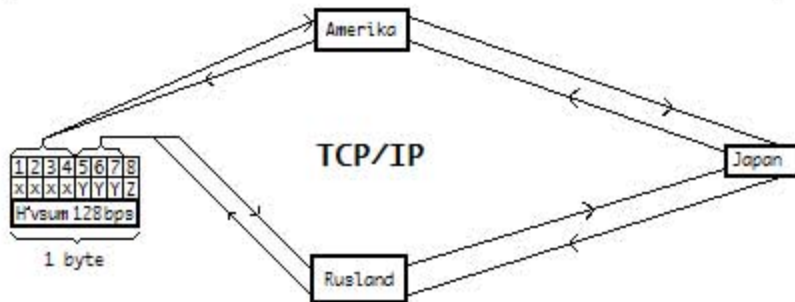
User Datagram Protocol

UDP stamt af van TCP/IP en heeft geen checkbit! UDP wordt gebruikt voor het streamen van radiozenders.

TCP/IP

Transmission Control Protocol/Internet Protocol

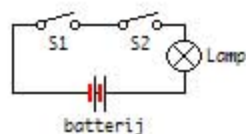
TCP/IP is een pakketgeschied protocol waarbij de gegevens in kleine pakketjes onafhankelijk van elkaar worden verzonden



Stel: Je wilt data verzenden van Hilversum naar Japan.

Een mogelijke route kan dan zijn dat bit 1-4 (X) via Amerika lopen en bit 5-7 (Y) via Rusland lopen. Het 8e bit (Z) is een "checkbit" om te controleren of alle data correct is verzonden.

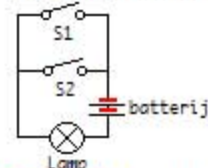
AND en NAND (&)



S1	S2	AND Uit	NAND Uit
0	0	0	1
1	0	0	1
0	1	0	1
1	1	1	0

Waarheidstabel

OR en NOR (>= 1)



S1	S2	OR Uit	NOR Uit
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	0
0	0	0	1

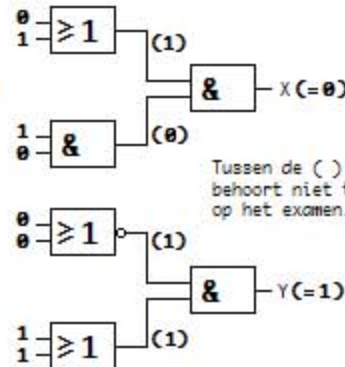
Waarheidstabel

Inverter(1)

In	Uit
1	0
0	1

Examen F vraag 15 van 3 mei 2011

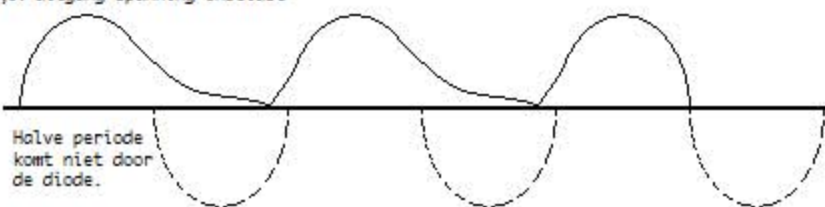
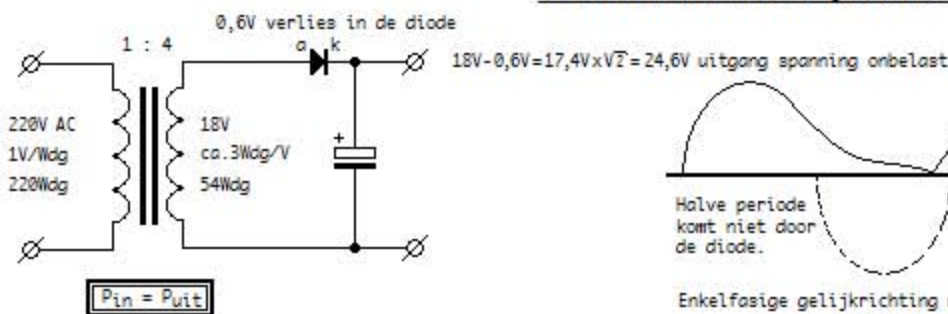
15. Juust is:



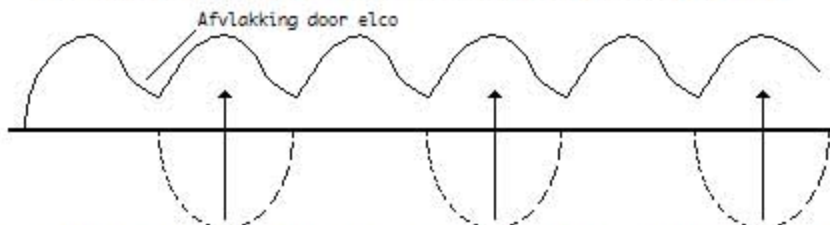
Tussen de () is de uitwerking en behoort niet tot de gegevens verstrekt op het examen.

- a. X=1 en Y=1
 - b. X=1 en Y=0
 - c. X=0 en Y=1
 - d. X=0 en Y=0
- Antwoord C is het juiste antwoord terwijl dit in het examen als fout is gerekend.

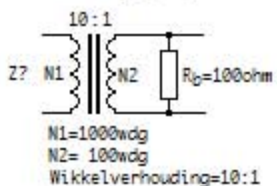
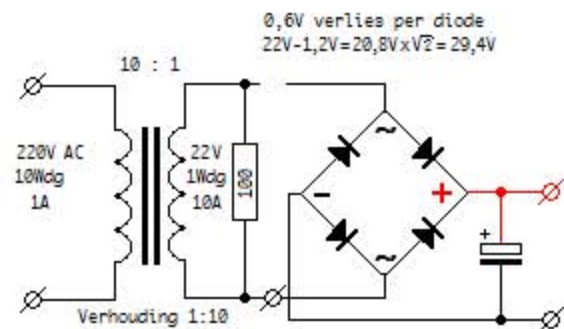
Transformatoren (Trafo's)



Enkelfasige gelijkrichting met één diode en elco geeft grote rimpelspanning



Dubbelphasige gelijkrichting met Brugcel en elco geeft veel kleinere rimpelspanning



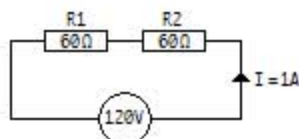
Imp.verhouding = Wickelverhouding²
oftewel 10² = 100x

verh. R_b
Z = 100 x 100 = 10k ohm

Impedantie = 10² = 100x100ohm = 10000ohm = 10kOhm

Rekenen

	Wet van Ohm
8=4x2	$U = R \times I$
2 = $\frac{8}{4}$	$I = \frac{U}{R}$
4 = $\frac{8}{2}$	$R = \frac{U}{I}$



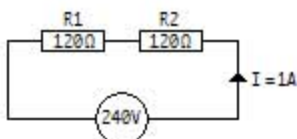
$$R_{tot} = R1 + R2$$

$$R_{tot} = 60 + 60 = 120$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{120}{120} = 1A$$

$$U_{R1} = I_{tot} \times R1 = 1 \times 60 = 60V$$

$$U_{R2} = I_{tot} \times R2 = 1 \times 60 = 60V$$



Gevraagd: de spanning over R2

$$R_{tot} = R1 + R2$$

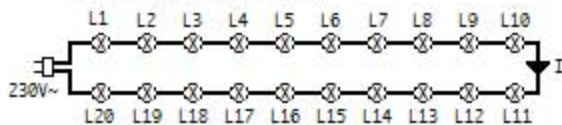
$$R_{tot} = 120 + 120 = 240$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{240}{240} = 1A$$

$$U_{R2} = I \times R2 = 1 \times 120 = 120V$$

Er is een aangelegde stroom en een delende spanning.

denk aan Kerstverlichting!



Er zijn 20 lampjes van 12V/20mA in serie geschakeld. Met de Wet van Ohm kunnen we dit helemaal door rekenen!

Ieder lampje zal dan $\frac{230V}{20} = 11,5V$ spanning krijgen.
De totale stroom bedraagt dan $20 \times 0,02A = 0,4A$
De weerstand in ieder lampje is dan $\frac{11,5}{0,4} = 28,75\Omega$
De totale weerstand is dan $20 \times 28,75\Omega = 575\Omega$
De spanning over ieder lampje is dan $0,4 \times 28,75 = 11,5V$
De spanning over de hele keten is dan $20 \times 11,5 = 230V$
De totale stroom door de kring is dan $\frac{230}{575} = 0,4A$

De 1e en 2e wet van Kirchhoff

De eerste wet van Kirchhoff stelt dat in een knooppunt van een elektrisch circuit de som van de stromen die naar het knooppunt A toelopen altijd gelijk is aan de som van de stromen die uit het knooppunt A weglopen. In onderstaande figuur kan men dus stellen dat: $i1 + i3 + i4 = i2 + i5$

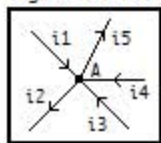
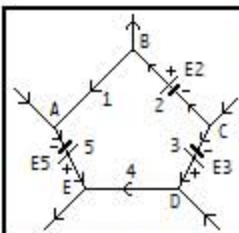


Fig1. Stroomwet van Kirchhoff

De tweede wet van Kirchhoff stelt dat in een gesloten lus van een elektrisch circuit de algebraïsche som van de aanwezige elektromotorische krachten E gelijk is aan de algebraïsche som van de weerstanden R van elk van de onderdelen van de lus. Dit wordt toegelicht aan de hand van onderstaande figuur.



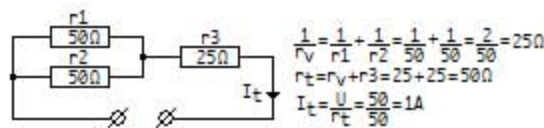
Men doorloopt de gesloten lus in uurwijzerzin en maakt eerst de algebraïsche som van alle aanwezige elektromotorische krachten: $-E2 + E3 - E5$
Nadien doorloopt men de lus weer en maakt de algebraïsche som van alle (Ri)-termen: $-i1R1 - i2R2 + i3R3 + i4R4 - i5R5$

Fig2. Spanningwet van Kirchhoff

Men kan nu beide sommen aan elkaar gelijk stellen:
 $SOM E = SOM [i \times R]$

Door het toepassen van de twee wetten van Kirchhoff kan men elektrische circuits opmerkelijk vereenvoudigen en alle stromen die door het circuit vloeien berekenen. Kent men de stromen, dan kan men natuurlijk via de wet van Ohm ook de spanningen berekenen.

Weerstanden in serie en parallel geschakeld



Altijd eerst het parallelle gedeelte uitrekenen, daarna pas het serie gedeelte!

$$\frac{1}{r_v} = \frac{1}{r1} + \frac{1}{r2}$$

$$\frac{1}{r_v} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} = \frac{2}{100} = 0,02$$

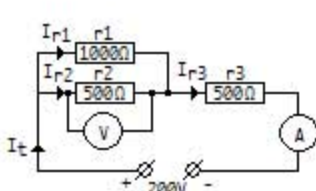
$$r_v = \frac{1}{0,02} = 50\Omega$$

$$I_t = \frac{U}{r_v} = \frac{100}{50} = 2A$$

$$I_{r1} = \frac{U}{r1} = \frac{100}{100} = 1A$$

$$I_{r2} = \frac{U}{r2} = \frac{100}{100} = 1A$$

$$I_t = I_{r1} + I_{r2} = 1A + 1A = 2A$$



$$\frac{1}{r_v} = \frac{1}{r1} + \frac{1}{r2}$$

$$\frac{1}{r_v} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{500} = 0,001 + 0,002 = 0,003$$

$$r_v = \frac{1}{0,003} = 333,33333\Omega$$

$$I_t = \frac{U}{r_v} = \frac{200}{333,33333} = 0,6A$$

$$U_{r2} = I_t \times r_v = 0,6 \times 333,33333 = 200V$$

$$I_{r1} = \frac{U_{r1}}{r1} = \frac{80}{1000} = 0,08A$$

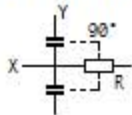
$$I_{r2} = \frac{U_{r2}}{r2} = \frac{80}{500} = 0,16A$$

$$U_{r3} = I_t \times r3 = 0,6 \times 500 = 300V$$

$$I_{r3} = \frac{U_{r3}}{r3} = \frac{120}{500} = 0,24A$$

Condensatoren

Fase verschuiving bij een condensator is gelijk aan 90° t.o.v de stroom.

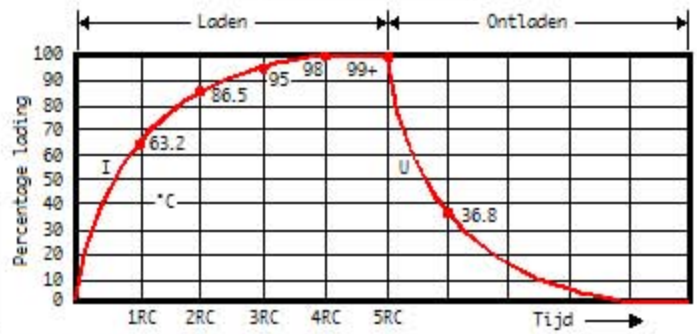


Vuistregel: laadstroom van een batterij (accu) is 1/10 van de capaciteit (A/hr) van die batterij.

Om condensatoren in serie te berekenen gebruik je de formule $\frac{1}{C_v} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \text{enz.}$
 Om condensatoren parallel te berekenen gebruik je de formule $C_v = C_1 + C_2 + C_3 + \text{enz.}$
 Een condensator heeft een schijnbare weerstand.

Voor een condensator geldt: bij hoge frequentie is een condensator een kortsluiting (dus een geleider)
 bij lage frequentie is een condensator een onderbreking (dus een isolator)

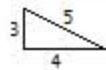
Altijd eerst stroom dan spanning!



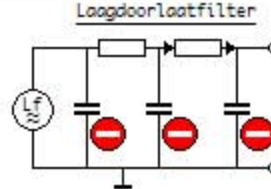
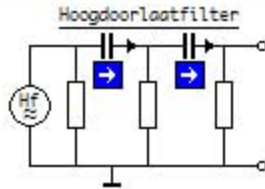
$Q = C \times U$
 $Q = I \times t$
 Q = Lading in Coulomb
 C = Capaciteit in Farad
 U = Spanning in Volt
 I = Stroom in Ampere
 t = tijd in seconden

Vectorisch optellen

3-4-5 steek



Stelling van Pythagoras
 $a^2 + b^2 = c^2$
 $3^2 + 4^2 = 5^2$
 $9 + 16 = 25$



Netspanning en veiligheid

Tussen de phase R-S, S-T en R-T onderling staat 400V~
 en tussen iedere phase en N staat 230V~

Kleuren gebruikt in 230V~ netspanning installaties:
 Bruin : phase 2,5mm²
 Blauw : nul 2,5mm²
 Geel/groen : aarde 2,5mm²
 Zwart : schakeldraad 1,5mm²

Kleuren gebruikt in laagspannings installaties:
 + Rood
 - Zwart

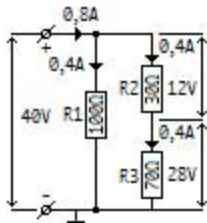
Veiligheidsspanning is vastgesteld op 42V~ en wordt altijd geleverd door een scheidingstransformator zodat een galvanische scheiding tussen het lichtnet is gewaarborgd.

Een aardlekschakelaar of differentiaalschakelaar is verplicht opgenomen in een huisinstallatie. Deze schakelaar zorgt er voor dat bij een lekstroom > 30mA ≈ tussen phase en nul het circuit direct onderbroken word. Immers de toegevoerde stroom moet gelijk zijn aan de retour stroom.

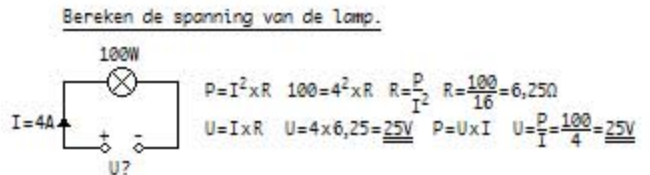
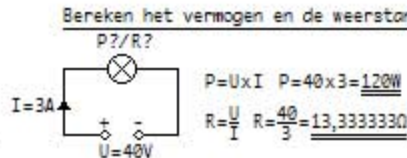
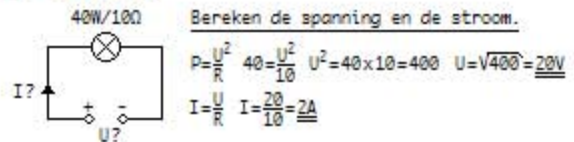
Rekenen met vermogen (Watt)

De formules om vermogen te berekenen zijn:

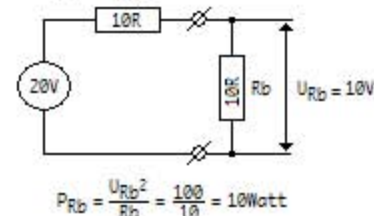
$P = U \times I$ $P = I^2 \times R$ $P = \frac{U^2}{R}$



$R_v = R_2 + R_3 = 30 + 70 = 100\Omega$
 $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_1} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} = \frac{1}{50}$
 $I_t = \frac{U}{R_t} = \frac{40}{50} = 0,8A$
 $I_{R1} = \frac{U}{R_1} = \frac{40}{100} = 0,4A$ en dan loopt er door R2 en R3 dus ook 0,4A
 $U_{R2} = I_{R2} \times R_2 = 0,4 \times 30 = 12V$
 $U_{R3} = I_{R3} \times R_3 = 0,4 \times 70 = 28V$
 $P_{R1} = \frac{U_{R1}^2}{R_1} = \frac{40 \times 40}{100} = 16,0Watt$
 $P_{R2} = \frac{U_{R2}^2}{R_2} = \frac{12 \times 12}{30} = 4,8Watt$
 $P_{R3} = \frac{U_{R3}^2}{R_3} = \frac{28 \times 28}{70} = 11,2Watt$
 opgeteld is dit samen 32,0Watt
 $P_t = U \times I = 40 \times 0,8 = 32,0Watt$

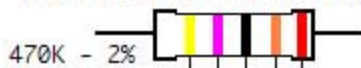


Max. energieoverdracht is
 $R_{in} = R_{uit} = 50\%$



Weerstanden en de kleurcodering

Geel, Violet, Zwart, Oranje, Rood



Ezels- brug	Ring Kleur	1e	2e	3e	X	TOL
Zij	Zwart	0	0	0	1	
Bracht	Bruin	1	1	1	10	1%
Rozen	Rood	2	2	2	100	2%
Op	Oranje	3	3	3	1K	
Gerrits	Geel	4	4	4	10K	
Graf	Groen	5	5	5	100K	0,5%
Bij	Blauw	6	6	6	1M	0,25%
Vies	Violet	7	7	7	10M	0,1%
Grauw	Grijs	8	8	8		0,05%
Weer	Wit	9	9	9		
	Goud				0,1	5%
	Zilver				0,01	10%
	Blank					20%



Condensatoren en de codering

Condensator letter- en cijfercodering

Grote condensatoren hebben de waarde gewoon als opdruk. Lekker makkelijk. Bijvoorbeeld 10 μ F (Micro Farad). Maar kleinere schijf condensatoren en plastic folie types hebben vaak slechts twee of drie cijfers als opdruk.

Laten we bij het begin beginnen. De meeste condensatoren hebben drie cijfers als opdruk, maar soms staan er slechts twee cijfers. Deze kun je dan lezen als de waarde in Pico Farad. Bijvoorbeeld, een opdruk van "47" op een klein schijfje mag je interpreteren als een 47 pF (Pico Farad) condensator. De waarde wordt dan ook wel als 47 puff uitgesproken.

Drie-cijfer coderingen

Dit is enigszins soortgelijk aan de weerstand kleurcodering. De eerste twee geven de numerieke waarde aan, en de derde geeft een vermenigvuldigingsfactor aan. Meestal geeft deze laatste code dus aan hoeveel "nullen" je achter de eerste twee getallen moet zetten. De officiële standaard voor deze coderingen (EIA standaard RS-198) geeft een aantal mogelijkheden die je in de praktijk waarschijnlijk nooit zult tegenkomen, maar voor de volledigheid hebben we toch alles even hieronder in een tabel gezet. Niets is duidelijker dan een voorbeeld. Een condensator met de opdruk "104" moet met onderstaande tabel in het achterhoofd gelezen worden als een 10 met 4 nullen er achter, oftewel 100.000 pF, wat beter te vertalen is naar 0,1 μ F.

3e cijfer	Vermenigvuldigingsfactor (resultaat in pF)
0	1
1	10
2	100
3	1000
4	10000
5	100000
6	Ongebruikt
7	Ongebruikt
8	0,01
9	0,1

Om de verwarring compleet te maken wordt er soms een tolerantie-code gegeven door middel van een enkele letter.

Voor de duidelijkheid een voorbeeld. Een condensator met de opdruk "103J" moet met onderstaande tabel als referentie dus gelezen worden als een 10.000 pF condensator met +/- 5% tolerantie.

Nog een paar voorbeelden:

102J=1000pF (1nF) met een tolerantie van +/- 5%
 123G=12000pF (12nF) met een tolerantie van +/- 2%
 472J=4700pF (4,7nF) met een tolerantie van +/- 5%
 473K=47000pF (47nF) met een tolerantie van +/- 10%
 103 =10000pF (10nF) zonder een opgegeven tolerantie

Letter	Tolerantie
B	+/- 0,10%
C	+/- 0,25%
D	+/- 0,5%
E	+/- 0,5%
F	+/- 1%
G	+/- 2%
H	+/- 3%
J	+/- 5%
K	+/- 10%
M	+/- 20%
N	+/- 0,05%
P	+ 100%, - 0%
Z	+ 80%, - 20%

Spoelen

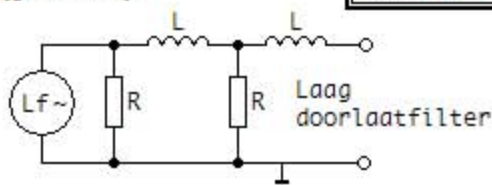
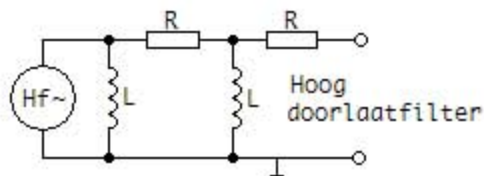
Spoelen zijn meestal gemaakt van verzilverd koperdraad (bij frequenties > 145MHz) of van gewoon koperdraad (bij frequenties < 145MHz).

Hoe dikker de draad des te groter is de bandbreedte.

De eenheid waar een spoel in wordt uitgedrukt is Henry en het symbool wat daarvoor wordt gebruikt is L.

- Een spoel heeft een faseverschuiving van 90° t.o.v. een weerstand.
- Een spoel vreet de condensator op of een condensator vreet de spoel op.
- Bij een spoel gaat altijd eerst de spanning en dan de stroom.
- Een spoel heeft een schijnbare weerstand.
- Een spoel is bij een hoge frequentie een onderbreking (isolator) en bij een lage frequentie een kortsluiting. (geleider)

Spoel bij hoge freq. isolator
Spoel bij lage freq. geleider



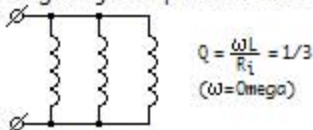
De formule om de frequentie van een spoel uit te rekenen is als volgt:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \pi \approx 3,14 \approx (22/7) \quad 2\pi \approx 6,28 = 50\text{Rad(ialen)}$$

Stel: $L=20\mu\text{H}$ en $C=2\mu\text{F}$

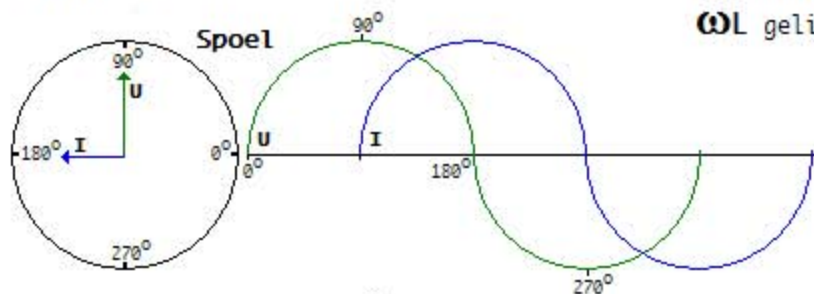
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{6,28 \times \sqrt{0,00002 \times 0,000002}} = 25177,37\text{Hz}$$

3 gelijke spoelen met gelijke Q

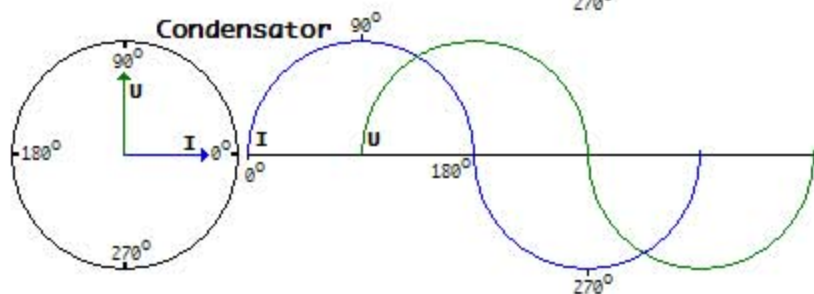


Opm. 2 wikk. op dezelfde kern blijft gelijk. R_i (draaddikte) wordt wel lager, dus de Q wordt 2x hoger
 ωL gelijk R_i 1/2

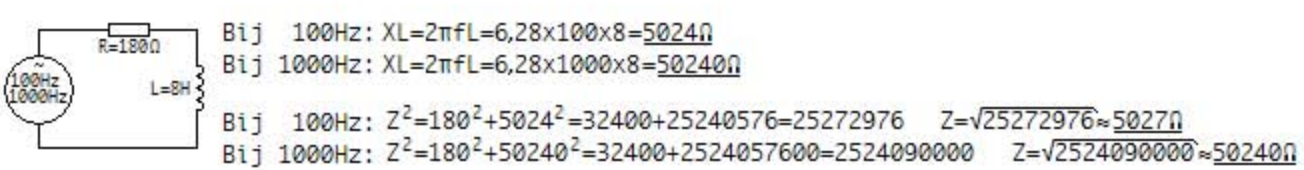
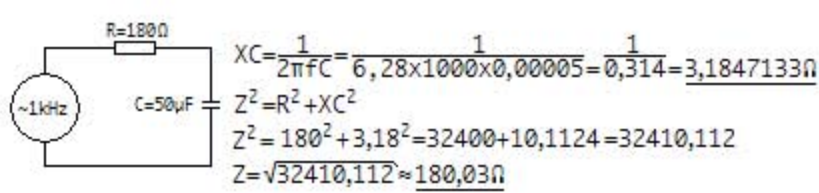
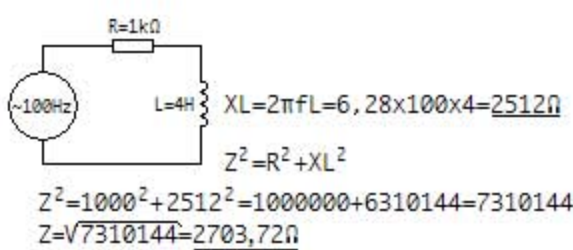
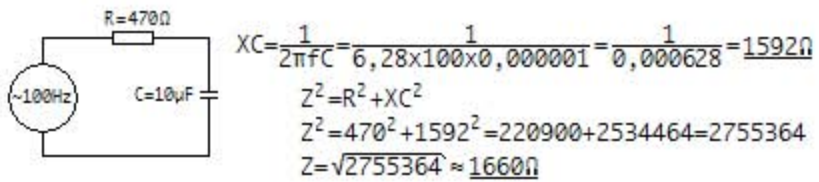
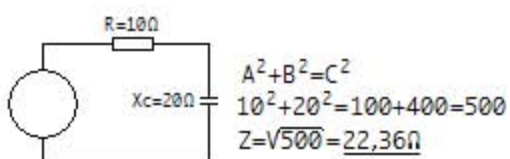
omega $\omega = 2\pi \times f$
 $\omega = \text{periodes}$



Bij een spoel ijlt de stroom 90° na op de spanning



Bij een condensator ijlt de spanning 90° na op de stroom



Resonantie kringen

Parallel (Stroom berekenen)



$$X_L = 2\pi f L \quad X_L = 6,28 \times 1000 \times 0,08 = 502,4\Omega$$

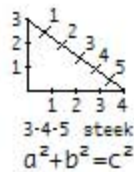
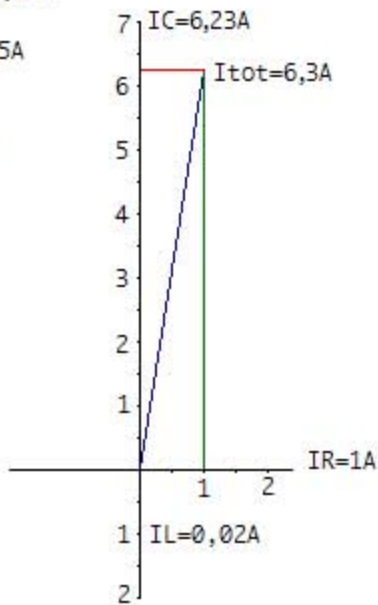
$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \quad X_C = \frac{1}{6,28 \times 1000 \times 0,0001} = \frac{1}{0,628} = 1,59\Omega$$

$$I_L = \frac{U}{X_L} = \frac{10}{502,4} = 0,02A$$

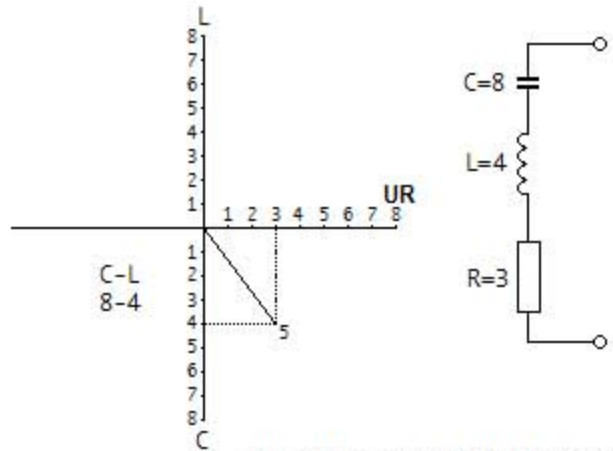
$$I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{10}{1,6} = 6,25A$$

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{10}{10} = 1A$$

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{10}{6,3} = 1,59\Omega$$

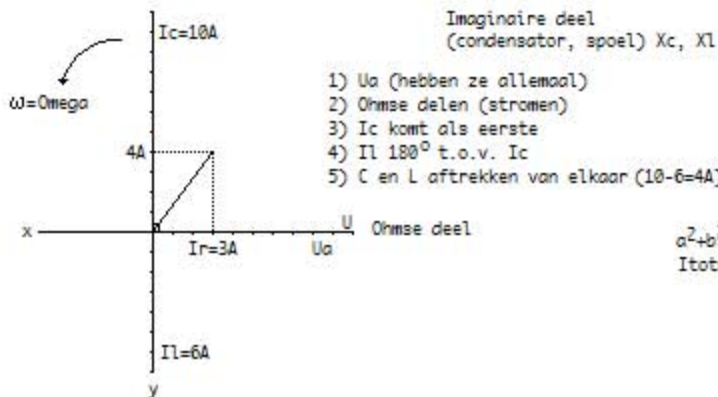
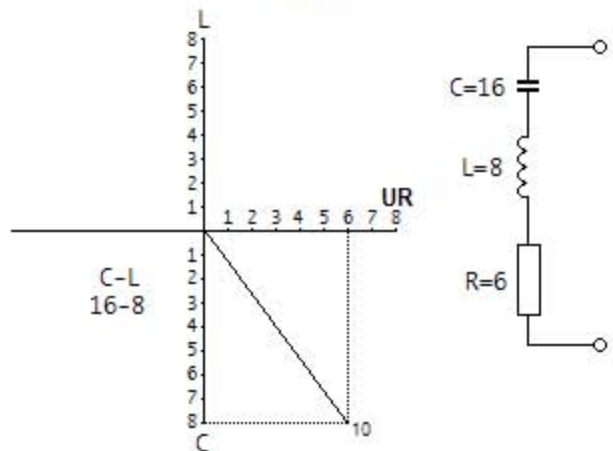


Serie (Spanning berekenen)



Twee keer zo groot als hierboven dus de vector is ook 2x zo groot (10)

Serie

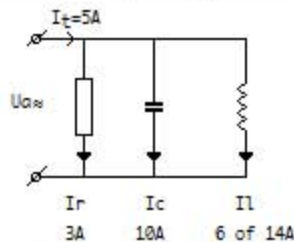


- Imaginaire deel (condensator, spoel) X_C, X_L
- 1) U_a (hebben ze allemaal)
 - 2) Ohmse delen (stromen)
 - 3) I_c komt als eerste
 - 4) I_L 180° t.o.v. I_c
 - 5) C en L aftrekken van elkaar ($10 - 6 = 4$)

$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$I_{tot} = \sqrt{I^2 + I_c^2}$$

Parallel: Zelfde spanning, delende stromen

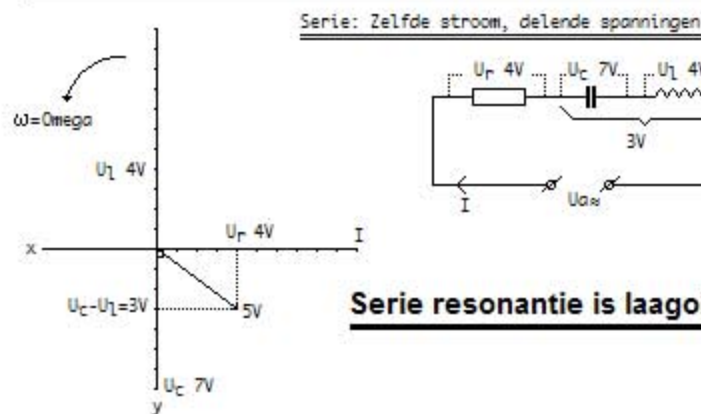


$$X_C = \frac{1}{\omega L}$$

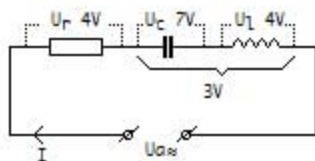
$$X_L = \omega L$$

$$\omega = 2\pi f$$

Parallel resonantie is hoogohmig



Serie: Zelfde stroom, delende spanningen



Serie resonantie is laagohmig

Resonantie

$$Z = R$$

$$Z^2 = R^2 + X_C^2 + X_L^2 \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + X_C^2 + X_L^2}$$

Stel: $Z=5, R=3, X=4$

$$Z^2 = R^2 + X^2$$

$$25 = 9 + 16$$

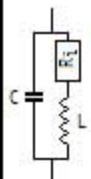
$$\omega L = \frac{1}{\omega C} = \text{Resonantie}$$

$$\omega \times \omega = \frac{1}{LC}$$

spoel 2x groter = lagere freq.
condensator 2x groter = lagere freq.

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad !!$$

Q-factor of opslinger factor



Een spoel heeft een inwendige weerstand R_i

$$Q = \frac{\omega L}{R_i}$$

vast gegeven

$$X_L = 2\pi f L$$

variabel gegeven

Bij $2f = X_L$ 2x zo groot
Bij $10f = X_L$ 10x zo groot

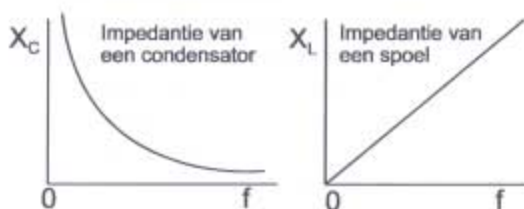
Spoelen parallel = Q wordt groter
Spoelen in serie = Q blijft gelijk

Op de volgende pagina volgt een uittreksel uit het VERON cursusboek voor de F-zendvergunning

3.2.2 Impedantie van serie- en parallelkring

Seriekring

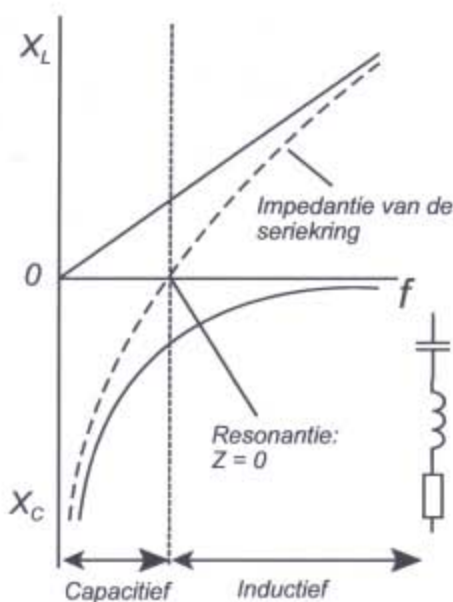
In figuur 3.44 is het verband tussen de frequentie en de wisselstroomweerstand (impedantie) van een condensator (links) en een spoel (rechts) getekend.



Figuur 3.44. Het verband tussen de frequentie en de impedantie van een condensator en een spoel.

Bij een seriekring is de totale impedantie bij verschillende frequenties steeds het verschil tussen de impedantie van de

spoel en de condensator. We hebben dit kunnen vaststellen bij het bepalen van het verloop van de spanning over deze componenten in de vorige paragrafen. Als we nu de totale impedantie van de seriekring als functie van de frequentie willen bepalen, moeten we voor elke frequentie dit verschil bepalen. We kunnen dit het beste doen in één figuur waarin we zowel de impedantie van de condensator als van de spoel onder elkaar tekenen. In figuur 3.45 is dit gedaan. Onder de x-as is de impedantie van de condensator getekend en boven de x-as de impedantie van de spoel. Het punt waar $X_L = X_C$ noemen we *resonantie*. De impedantie is hier minimaal. Alleen de serieweerstand R_S is nog in het circuit aanwezig. Bij frequenties die verder afdalen van de resonantiefrequentie neemt de impedantie toe. Deze is dan capacitef of inductief.



Figuur 3.45. De impedantie van een seriekring als functie van de frequentie.

We kunnen de impedantie van de kring uitrekenen voor elke frequentie. We moeten gebruik maken van de stelling van Pythagoras. Hiermee berekenen we de zijden van een driehoek met een hoek van 90 graden. Voor de schuine zijde c geldt: $c^2 = a^2 + b^2$. Zie voor toelichting paragraaf 3.1.4.

Omdat er 90 graden faseverschil is tussen de impedantie van $X_L - X_C$ en R_S gebruiken we voor de impedantie van de totale kring dezelfde formule. Deze luidt:

$$Z^2 = R_S^2 + (X_{\text{totaal}})^2, \text{ of}$$

$$Z^2 = R_S^2 + (X_L - X_C)^2, \text{ of}$$

$$Z^2 = R_S^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2, \text{ of}$$

$$Z = \sqrt{R_S^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2} \dots (\Omega)$$

Figuur 3.46. Formule (geen examenstof) voor het berekenen van de impedantie van de seriekring.

Parallelkring

Op overeenkomstige wijze kunnen we de impedantie van de parallelkring berekenen. Omdat de componenten hier parallel staan, gebruiken we als basis de formule voor het parallel schakelen van weerstanden, zoals we deze in de formule in figuur 3.4 zijn tegengekomen. Dit geeft de volgende formule:

$$\frac{1}{Z^2} = \frac{1}{R_p^2} + \frac{1}{(X_{\text{totaal}})^2}, \text{ of}$$

$$\frac{1}{Z^2} = \frac{1}{R_p^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2, \text{ of}$$

$$\frac{1}{Z^2} = \frac{1}{R_p^2} + \left(2\pi fC - \frac{1}{2\pi fL}\right)^2, \text{ of}$$

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R_p^2} + \left(2\pi fC - \frac{1}{2\pi fL}\right)^2}} \dots (\Omega)$$

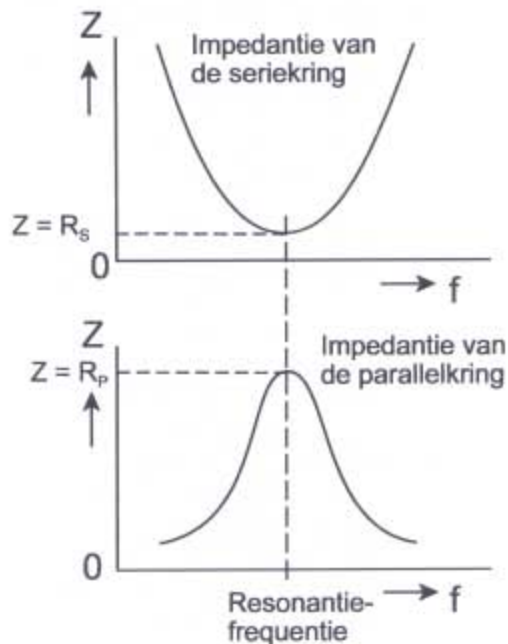
Figuur 3.47. Formule (geen examenstof) voor berekenen van de impedantie van de parallelkring.

Als we voor een seriekring en een parallelkring voor verschillende frequenties de impedantie uitrekenen, dan kunnen we vaststellen dat:

Frequentie	lager dan resonantiefrequentie	resonantiefrequentie	hoger dan resonantiefrequentie
Impedantie seriekring	hoog	minimaal (R_s)	hoog
Impedantie parallelkring	laag	maximaal (R_p)	laag

In figuur 3.48 zijn onder elkaar het verloop van de impedantie als functie van de frequentie aangegeven voor een seriekring en een parallelkring. De grootte van R_s en R_p is niet van belang voor het globale verloop van deze krommen.

In paragraaf 3.2.4 zullen we hier echter nader naar kijken als we de bandbreedte en de kwaliteitsfactor van de kring behandelen.



Figuur 3.48. Impedantie (Z) van de serie- en de parallelkring als functie van de frequentie.

3.2.3 Resonantiefrequentie

Zowel bij de seriekring als bij de parallelkring doet zich een bijzondere situatie voor. Dit gebeurt bij de frequentie waarbij X_L gelijk is aan X_C . De impedantie van de seriekring is hier minimaal en die van de parallelkring is daar maximaal. We spreken in dit geval van *serie-*, respectievelijk *parallelresonantie*. De term "serie" slaat hier op de schakeling zelf. De term resonantie" heeft betrekking op het *meetrillen* van de kring met de frequentie van de aan de kring toegevoerde wisselstroom of -spanning. Hierop komen we terug. De frequentie waarbij resonantie optreedt, kunnen we gemakkelijk bepalen:

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC} \quad \text{of}$$
$$f^2 = \frac{1}{(2\pi)^2 * LC} \quad \text{of}$$
$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad \dots \quad (\text{Hz})$$

Figuur 3.49. Formule voor berekenen van de resonantiefrequentie van een serie- of parallelkring.

Deze formule wordt ook wel de *formule van Thompson* genoemd. Resonantie betekent meetrillen. Dit verschijnsel komt in de natuurkunde veel voor. Bij luchtrillingen, bijvoorbeeld bij geluid, kan men het verschijnsel waarnemen bij een piano. De snaren van een piano gaan meetrillen met de tonen, die worden veroorzaakt door andere muziekinstrumenten.

In de mechanica is het verschijnsel ook bekend. Een zeer eenvoudig voorbeeld is een schommel. De schommel wordt in beweging gehouden door op het juiste moment een duwtje te geven in de goede richting. Deze duwtjes hebben een bepaalde herhalingsfrequentie, die moet overeenstemmen met de "eigenfrequentie" van de schommel. Dit voorbeeld biedt een goede gelegenheid in te gaan op de principes van de resonantie.

Als een schommel in rust is kan deze vanuit de evenwichtsstand in beweging worden gebracht door de zitting een zekere snelheid te geven. Dat kost enige moeite, er wordt enige arbeid verricht. De schommel krijgt daardoor een hoeveelheid arbeidsvermogen van beweging. Naarmate de zitting hoger komt, neemt de snelheid af. Het arbeidsvermogen van beweging wordt daarbij omgezet in arbeidsvermogen van plaats. In het hoogste punt is het arbeidsvermogen van beweging nul geworden en is het arbeidsvermogen van plaats het grootst. De schommel zal daardoor weer naar beneden gaan en daarbij weer snelheid winnen. De beweging gaat dan voort in de andere richting. Er vindt hierbij steeds een uitwisseling plaats tussen het arbeidsvermogen van beweging en van plaats.

Tengevolge van wrijving in de touwen en tegenwerking door de lucht zal de uitwijking steeds afnemen en tenslotte zal de schommel tot stilstand komen. Die daling van de beweging kan worden opgeheven door op het goede moment een duwtje te geven. Het duwtje is gelijk aan de verliezen.

Bij de resonantieketen is er sprake van een zelfde soort uitwisseling van arbeidsvermogen. We gaan hier even uit van een geladen condensator. Deze bevat een zekere energie. Er is immers een spanning en de condensator kan een (ontlaad)stroom leveren. Deze stroom veroorzaakt in de spoel een magnetisch veld en dat vertegenwoordigt eveneens een zekere energie. Op een bepaald moment is de condensator ontladen en bevindt de aanvankelijk in de lading van de condensator aanwezige energie zich geheel in het magnetische veld van de spoel. Door de dan optredende daling van de stroom vindt er een verandering van het magnetische veld van de spoel plaats, waardoor een spanning wordt opgewekt die de condensator weer zal laden. Ook hier zien we een

uitwisseling van energie. De energie in het elektrische veld van de condensator wordt omgezet in de magnetische energie in de spoel en omgekeerd. Door de aanwezigheid van de weerstand in de keten treden er verliezen op. Deze kunnen nu in praktische schakelingen teniet worden gedaan door het toevoeren van energie van buiten de keten. Het spreekt vanzelf dat dit dan op het juiste moment moet gebeuren. De toegevoerde wisselspanning of -stroom moet daarvoor de juiste frequentie hebben. De resonantie is in de radiotechniek een zeer belangrijk verschijnsel.

We geven enkele voorbeelden van berekeningen met de formule voor resonantie. In een middengolfontvanger wordt een spoel van 200 μH gebruikt, samen met een condensator van 500 pF. We gaan voor deze combinatie de resonantiefrequentie uitrekenen volgens de formule volgens figuur 3.49.

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \text{ of ingevuld:} \\
 f &= \frac{1}{2\pi \sqrt{200 \cdot 10^{-6} \cdot 500 \cdot 10^{-12}}} \\
 &= \frac{1}{2\pi \sqrt{2 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-10}}} \\
 &= \frac{1}{2\pi \sqrt{10 \cdot 10^{-14}}} = \frac{10^7}{2\pi \sqrt{10}} = \frac{10 \cdot 10^6}{2\pi \sqrt{10}} = 0,503 \text{ MHz}
 \end{aligned}$$

Figuur 3.50. Een voorbeeld van het berekenen van de resonantiefrequentie.

Het exacte resultaat is $f = 503.292 \text{ Hz}$. Inderdaad is dit een frequentie, die ligt in de middengolfband. Deze loopt globaal van 500 tot 1.500 kHz.

Een ander voorbeeld. Voor de 80 meter band is de combinatie van 100 pF en 20 μH geschikt. We zullen dit narekenen.

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \text{ of ingevuld:} \\
 f &= \frac{1}{2\pi \sqrt{20 \cdot 10^{-6} \cdot 100 \cdot 10^{-12}}} \\
 &= \frac{1}{2\pi \sqrt{20 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-10}}} \\
 &= \frac{1}{2\pi \sqrt{20 \cdot 10^{-16}}} = \frac{10^8}{2\pi \sqrt{20}} = \frac{100 \cdot 10^6}{2\pi \sqrt{20}} = 3,56 \text{ MHz}
 \end{aligned}$$

Figuur 3.51. Een voorbeeld van het berekenen van de resonantiefrequentie.

Er komt $f = 3.558.812 \text{ Hz}$ (globaal 3,56 MHz). Het blijkt dus dat met deze componenten een resonantieketen voor de 80 meterband kan worden gemaakt. Deze band loopt van 3,5 tot 3,8 MHz.

De hiervoor gebruikte formule is betrekkelijk moeilijk te hanteren. De reden daarvan is dat de eenheden, de farad en de henry, in de praktijk veel te groot zijn. Wij werken meestal met de pF en de μH . Het resultaat van de formule wordt uitgedrukt in Hertz. Prettiger zou het zijn als de uitkomst werd verkregen in MHz.

Om aan deze bezwaren tegemoet te komen kan de formule worden "omgebouwd". Scroggie gebruikte in zijn *Radio Laboratory Handbook* (1946, derde druk, pag. 336) een formule, die zodanig is veranderd dat aan alle eisen van hierboven voldaan is.

$$f = \sqrt{\frac{25339}{L * C}} \dots \text{ (MHz)}$$

Figuur 3.52. Praktische formule voor het berekenen van de resonantiefrequentie van een serie- of parallelkring. De waarde van L is in μH en die van C in pF.

De capaciteit wordt hier ingevuld in pF, de zelfinductie in μH en de uitkomst f komt in MHz. Deze formule is zo eenvoudig dat er zelfs uit het hoofd mee kan worden gerekend. We proberen nog eens het voorbeeld van de middengolfketen met $C = 500 \text{ pF}$ en $L = 200 \mu\text{H}$.

$$f = \sqrt{\frac{25339}{500 * 200}} = \sqrt{0,25339} = 0,5 \text{ MHz}$$

Figuur 3.53. Toepassing van de praktische formule voor het berekenen van de resonantiefrequentie van een serie- of parallelkring.

De uitkomst is dus 0,5 MHz en dat komt goed overeen met de waarde die we eerder vonden.

In deze en ook in de eerdere formule komt het product $L * C$ voor. Als er nu een keten zou worden gevraagd met een bepaalde resonantiefrequentie, is aan de hand van de formules wel te bepalen hoe groot $L * C$ zou moeten zijn maar we kunnen nog geen keuze maken met betrekking tot de afzonderlijke waarden van L en C. Deze keuze is niet geheel vrij.

Het zal duidelijk zijn dat we voor L niet 1 μH kunnen nemen en dan de daarbij behorende capaciteit zouden uitrekenen. Deze zou dan wel eens veel te groot kunnen uitvallen. De praktijk stelt eisen aan de relatieve grootte van de waarde van L en C. In het algemeen gebruikt men in een afstemketen een capaciteit, die voldoet aan de volgende *vuistregel*:

Men kiest een waarde van C, die ligt tussen 0,5 en 2 maal de golflengte in meter, waarvoor de afstemketen wordt gebruikt.

Deze vuistregel is bruikbaar in het frequentiegebied tussen 100 kHz en 30 MHz. Voor de 80 meterband zal men dan kunnen kiezen tussen 40 en 160 pF.

Notaties, grootheden en symbolen

K = Kilo = $10^3 = 1000$

M = Mega = $10^6 = 1000\ 000$

G = Giga = $10^9 = 1000\ 000\ 000$

T = Tera = $10^{12} = 1000\ 000\ 000\ 000$

P = Peta = $10^{15} = 1000\ 000\ 000\ 000\ 000$

d = deci = $10^{-1} = 1/10$

c = centi = $10^{-2} = 1/100$

m = milli = $10^{-3} = 1/1000$

μ = micro = $10^{-6} = 1/1000\ 000$

n = nano = $10^{-9} = 1/1000\ 000\ 000$

p = pico = $10^{-12} = 1/1000\ 000\ 000\ 000$

f = femto = $10^{-15} = 1/1000\ 000\ 000\ 000\ 000$

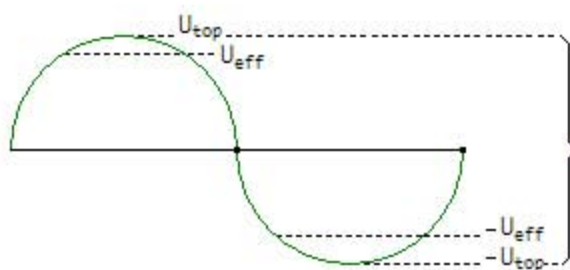
Het Griekse alfabet

Alpha	A a	Eta	H η	Nu	N ν	Tau	T τ
Beta	B b	Theta	$\Theta \theta$	Xi	$\Xi \xi$	Upsilon	Y υ
Gamma	$\Gamma \gamma$	Iota	I ι	Omicron	O \omicron	Phi	$\Phi \phi$
Delta	$\Delta \delta$	Kappa	K κ	Pi	$\Pi \pi$	Chi	$\chi \chi$
Epsilon	E ϵ	Lambda	$\Lambda \lambda$	Rho	P ρ	Psi	$\Psi \psi$
Zeta	Z ζ	Mu	M μ	Sigma	$\Sigma \sigma$	Omega	$\Omega \omega$

Eenheid	Aangeduid met	(Gebruikt bij)
V	Volt	(Spanning)
A	Ampere, Amp	(Stroom)
Ω	Ohm	(Weerstand)
F	Farad	(Capaciteit)
H	L in Henry	spoel (Inductie)
Hz	Hertz	(Frequentie)
W	Watt = J/s	(Vermogen)
J	Joule = W s	(Arbeid)
dB	deciBel = Bel/10	(Geluiddruk)
s	seconde	(Tijd)

Eenheid	Aangeduid met	(Gebruikt bij)
m	meter	(Afstand)
Kg	Kilogram	(Gewicht)
C	Coulomb	(Lading)
S	Siemens = $1/\Omega$	(Geleiding)
Oe	Ørsted = $1000 / 4\pi$ A turns / m	
gauss	= 10^{-4} Tesla	(Magn. flux)
maxwell	= 10^{-8} Weber	(Magn. flux)
T	Tesla = 10^4 gauss	(Magn. flux)
Wb	Weber = 10^8 maxwell	(Magn. flux)

Wisselspanning en frequentie



Stel: $U_{top} = 325,27$ Volt~

Wat is U_{eff} ?

$$U_{eff} = \frac{U_{top}}{\sqrt{2}} = \frac{325,27}{1,4142135} = 230 \text{ Volt~}$$

U_{toptop} is dus $2 \times 325,27 = 650,54$ Volt~

1 Periode gaat 2x door het nulpunt = 1Hz

USB/LSB/CW/FM/AM
Peak Envelope Power (Watt) = $\frac{U^2}{R}$

Bij 100% modulatie in AM

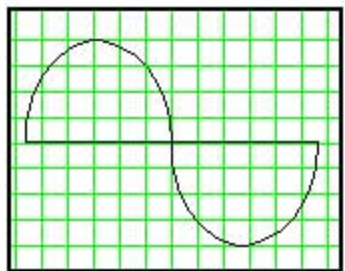
$\frac{U_{eff}^2}{R}$

De draaggolf : = U^2/R

De onderzijband: = $\frac{1}{2} U \times \frac{1}{2} U/R = \frac{1}{4} U^2/R$

De bovenzijband: = $\frac{1}{2} U \times \frac{1}{2} U/R = \frac{1}{4} U^2/R$

Het totaal afgegeven vermogen:
 $(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}) \times U^2/R = 1\frac{1}{2} \times U^2/R$



Het beeld hiernaast word op een oscilloscoop getoont.
 De periodetijd staat op $1\mu s/Div$ en de spanning staat op $1V/Div$ ingesteld.
 Welke frequentie heeft het signaal en wat is de spanning van dit signaal?

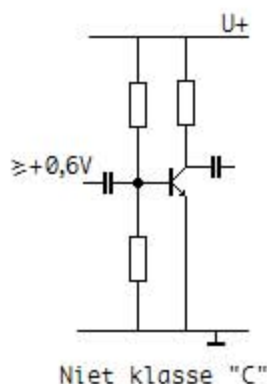
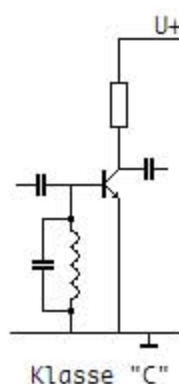
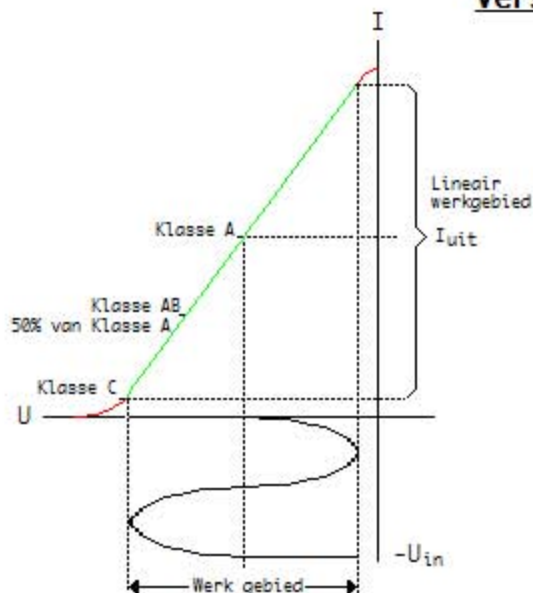
$f = \frac{1}{t}$ frequentie in Hz = $\frac{1}{\text{tijd in seconden}}$

Er zijn op de horizontale as $2 \times 5,5$ blokjes = 11 blokjes van ieder $1\mu s = 11\mu s$
 $11\mu s = 0,000011$ seconden
 frequentie = $\frac{1}{0,000011} = 90909,09 \text{ Hz} = 90,91 \text{ kHz}$

Op de verticale as heeft de sinus op het maximale punt 4 blokjes. Daar ieder blokje staat voor 1Volt is de U_{top} dus 4Volt. De U_{toptop} is dus $2 \times 4 \text{ Volt} = 8 \text{ Volt}$ ~

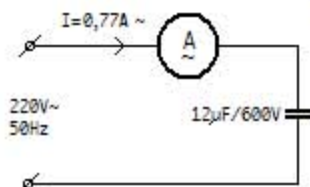
$$U_{eff} = \frac{U_{top}}{\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}} = \frac{4}{1,4142135} = 2,83 \text{ Volt~}$$

Versterker klasse A, AB & C



Schijnbare weerstand en schijnbaar vermogen

De schijnbare weerstand van de schakeling hiernaast wordt hieronder uitgerekend: De frequentie van het lichtnet is 50Hz en de capaciteit van de C is 12µF.



$P = U \times I = 220V \times 0,77A = 169Watt$
C geeft schijnbaar vermogen

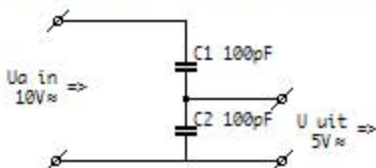
$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{6,28 \times 50 \times 12 \times 10^{-6}} = \frac{1}{0,003768} = 265,3\Omega$$

of op een eenvoudige calculator reken je als hieronder

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{6,28 \times 50 \times 12} = \frac{10^6}{3768} = 265,3\Omega$$

De schakeling hieronder gedraagt zich als een spanningsdelers.

Bij gelijke condensatoren geeft dit de halve aangelegde spanning over iedere condensator.



De verhouding X_C bepaalt de spannings verhouding.

Als je dus aan U uit 5V≈ aanbied zal er op de ingang dus spanningsverdubbeling optreden omdat de spanning op C1 10V≈ na-ijlt op C2.

Rekenen met exponentiële getallen

In het 10-talig stelsel worden getallen genoteerd als 10^6 of als 10^{-9}
 $10\mu F$ is dus gelijk aan 1×10^{-6} Farad = 0,000001 Farad

Als er bijvoorbeeld 10^4 staat betekend dit $1 \times 10^4 = 10000$ en dat is gelijk aan een 1 met 4 nullen. De 10 geeft aan dat het om het 10-talig stelsel gaat en moet je de nul dus NIEt meetellen anders is de uitkomst een factor 10 fout.

Rekenkundig gaat men uit van de onderstaande situatie waarbij men heeft gesteld dat 0 tussen -1 en +1 in ligt zoals hier weergegeven [enz., -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, enz.]

In de wiskunde is 0 echter een oneindige waarde die niet meetbaar is en is de reeks als volgt: $-0 = \infty$, enz., -3, -2, -1, +1, +2, +3, enz., $+0 = \infty$ (∞ is het teken voor oneindig)
Zoals je ziet gaat men in de wiskunde ervan uit dat er geen 0 is tussen -1 en +1 omdat -0 of +0 oneindig groot is.

Exponentiële getallen mag je bij elkaar optellen of van elkaar aftrekken. Bijv. $10^4 \times 10^{-6} = 10^{-2}$
Als we dit uitschrijven staat er dus $(10^4 =)10000 \times (10^{-6} =)0,000001 = (10^{-2} =)0,01$

$$10^{-2} \times 10^{-2} = 10^{-4}$$

10^{-2} is gelijk aan 0,01 en $0,01 \times 0,01 = 0,0001$ en dat kun je opschrijven als 10^{-4}

Transistoren schakelingen

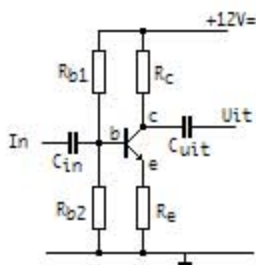


Een transistor is een halfgeleider en kan op zich geen stromen of spanningen opwekken. Wel kan een transistor stromen versterken.

Tussen de basis en de emitter van een transistor bevindt zich een overgangslaag waarvan de doorlaatbaarheid voor elektrische stroom beïnvloed kan worden door het variëren van een potentiaalverschil tussen basis en emitter. Bij toenemende spanning U_b gaat een (relatief kleine) stroom I_b in de "basis" van de transistor lopen. Daardoor worden ladingsdragers in de uitputtingszone gebracht, zodat bij een voldoende spanningsverschil (U) tussen collector en emitter er een stroom door dat deel van de transistor gaat lopen. Die stroom (collectorstroom) is afhankelijk van de basisstroom en is een veelvoud daarvan. Op deze wijze is de transistor op te vatten als een stroomversterker (stroomregelaar). De stroomversterkingsfactor wordt vaak aangegeven met het symbool β ($= I_c/I_b$) of H_{fe} en kan, afhankelijk van het type transistor, tussen 20 en 800 bedragen.

Er is echter een maximum aan de grootte van I_b en I_c . Indien ervoor wordt gezorgd dat I_b varieert tussen maximum en minimum stroom, dan kent de schakeling twee toestanden: die van geleiding en van niet-geleiding. Op die manier kan de schakeling als bouwlement van een digitaal systeem gebruikt worden.

Gemeenschappelijke Emitter schakeling

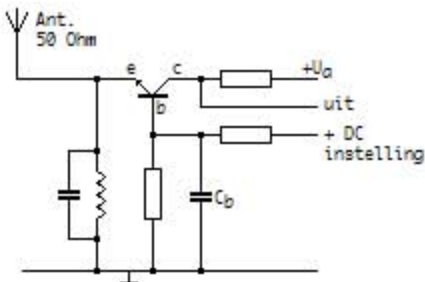


Het pootje van de transistor wat niet gebruikt wordt is de naam van de schakeling. In dit geval gaat er geen signaal over de Emitter want er staat een signaal op de Basis en dat wordt afgenomen van de Collector.

De versterking is gelijk aan $\frac{R_c}{R_e}$

Deze schakeling heeft een hoogohmige Collector impedantie en een lage Emitter impedantie (50Ω). Tussen de Basis en de Emitter is er altijd een spanningsverschil van 0,7Volt! De condensatoren C_{in} en C_{uit} zorgen voor de gelijkstroom ont koppeling.

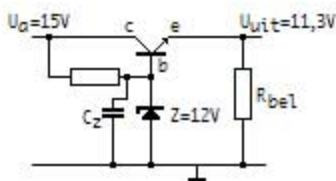
Gemeenschappelijke Basis schakeling



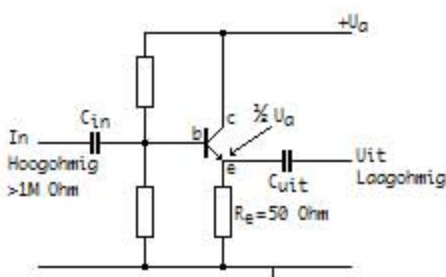
Een voorbeeld van een gemeenschappelijke Basis schakeling is de schakeling hiernaast. Deze wordt veel toegepast als antenne versterker omdat de Emitter een lage impedantie (50Ω) heeft die goed aansluit bij de impedantie van de antenne.

De ont koppelcondensator C_b dient ervoor om de gelijkspanning die nodig is op de Basis te ont koppelen. Anders zou er kortsluiting ontstaan tussen de DC instelling en de massa.

Gemeenschappelijke Collector schakeling



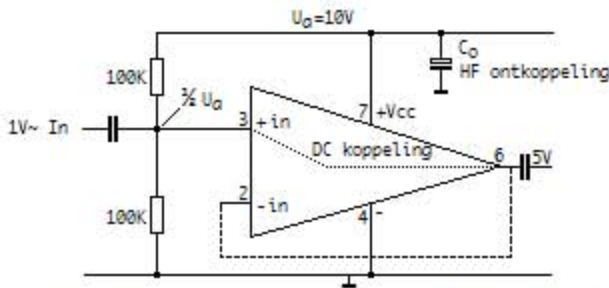
De gemeenschappelijke collector schakeling wordt vaak toegepast als er een stabiele spanning nodig is. In dit geval zorgt de zener diode dat de Basis op 12Volt gehouden wordt. Doordat er een spanningsval van 0,7Volt tussen de Basis en de Emitter is zal de uitgangsspanning dus op 11,3Volt uitkomen. De condensator C_2 zorgt ervoor dat oscillaties veroorzaakt door de zenerdiode worden gedempt.



De gemeenschappelijke Collector schakeling heeft als eigenschap dat de ingang hoogohmig is en de uitgang laagohmig. Dit maakt deze schakeling bij uitstek geschikt om als buffer te werken omdat de hoogohmige ingang een oscillator nagenoeg niet zal belasten. De laagohmige uitgang kan dan worden gebruikt om daarna het signaal te versterken.

C_{in} en C_{uit} dienen ervoor om het gelijkstroom component te scheiden van het wisselstroom component. (HF signaal)

De Operationele Versterker (OpAmp)



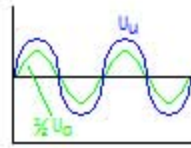
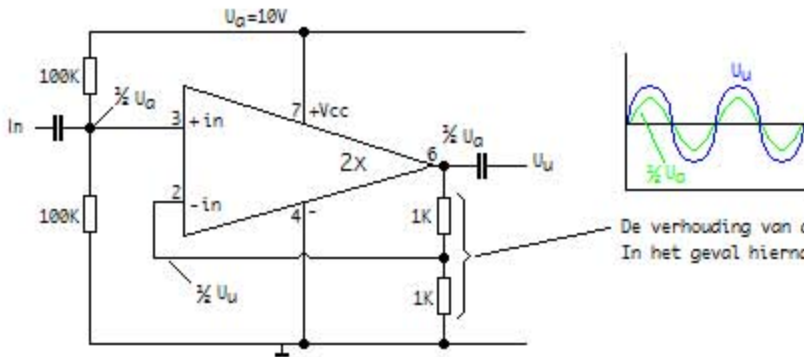
Een OpAmp is een versterker die middels een spanningsdelers ingesteld kan worden om tussen de 1x en +/- 10000x te kunnen versterken. Tussen de +in en de uitgang is een DC koppeling aanwezig waardoor de DC spanning op +in altijd aanwezig is op de uitgang van de opamp.

Indien er tussen de -in en de uitgang een doorverbinding aangebracht wordt zal de versterking exact 1x bedragen.

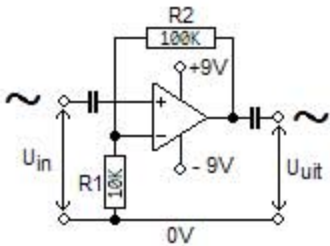
De +in is hoogohmig en de uitgang is meestal laagohmig < 100.

Het meest gangbare type OpAmp komt voor in de 071 reeks en kan vooraf worden gegaan door twee letters afhankelijk van de fabrikant van de OpAmp

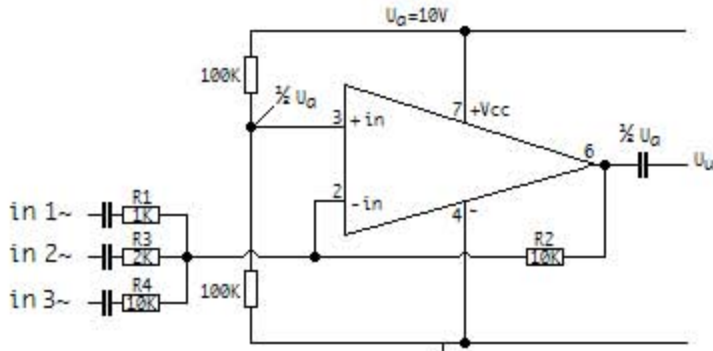
In de situatie hier boven is er een spanningsdelers op +in aangesloten van twee weerstanden van 100K wat zorgt voor een spanning U_a van 5V. Doordat er een ingangssignaal van 1V~ via een condensator gesuperponeerd wordt op de 5V DC zal de uitgang variëren tussen 6V en 4V DC op de uitgang met de frequentie van de 1V wisselspanning.



De verhouding van de spanningsdelers 1K en 1K bepaalt de versterkingfactor. In het geval hiernaast bedraagt de versterkingfactor 2x.



De schakeling hiernaast is een niet inverterende op-amp, dus de in en de uitgang zijn in fase. In dat geval sluiten we de ingang aan op de niet inverterende ingang. Beide versterking bepalende weerstanden blijven dan op de inverterende ingang aangesloten. De uitgangsspanning is gelijk aan de som van de spanningen over R1 en R2. De spanningsversterking is daardoor in deze schakeling gelijk aan $\frac{R2}{R1} + 1 = 11x$. Iets groter dus dan de versterking van de inverterende op-amp met dezelfde weerstanden.

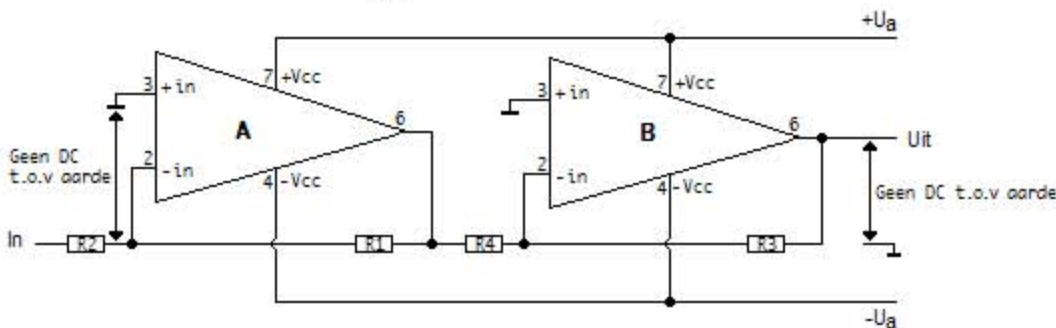


De versterking is ook variabel in te stellen middels spanningsdelers zoals in de afbeelding hiernaast en kan worden berekend als volgt:

$$\frac{R2}{R1} = \frac{10K}{1K} = 10x \text{ (in1~)}$$

$$\frac{R2}{R3} = \frac{10K}{2K} = 5x \text{ (in2~)}$$

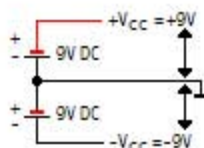
$$\frac{R2}{R4} = \frac{10K}{10K} = 1x \text{ (in3~)}$$



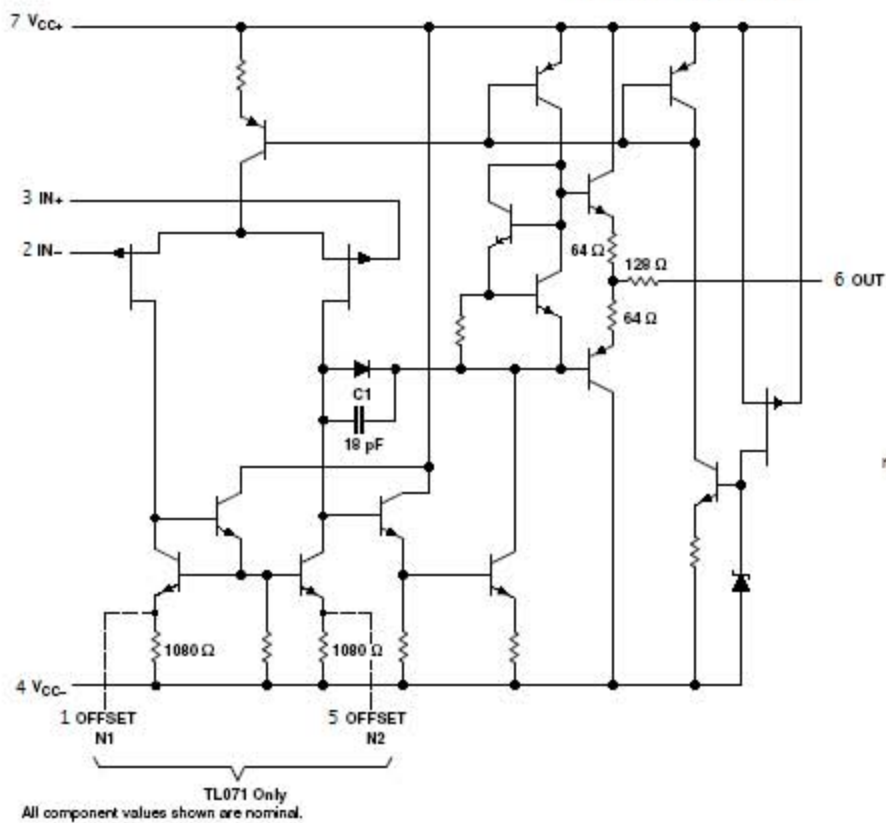
Bij de schakeling hierboven worden twee Op-Amps gekoppeld en door middel van weerstanden word de versterkingsfactor ingesteld. Omdat er een + voeding en een - voeding word gebruikt hoeven er geen ontkoppelcondensatoren te worden gebruikt.

Versterking van Op-Amp A = $\frac{R1}{R2}$ stel: 5x
 Versterking van Op-Amp B = $\frac{R3}{R4}$ stel: 6x
 Totale versterking is dan 5x6=30x

Een voorbeeld van een dubbele voeding met een positieve en een negatieve voedingspanning.

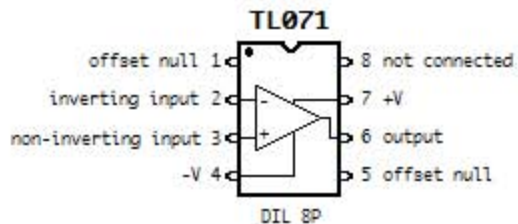


TL071 Op-Amp



COMPONENT COUNT†			
COMPONENT TYPE	TL071	TL072	TL074
Resistors	11	22	44
Transistors	14	28	56
JFET	2	4	6
Diodes	1	2	4
Capacitors	1	2	4
epi-FET	1	2	4

† Includes bias and trim circuitry



FORMULE BLAD - VERON ZENDCURSUS

Wet van Ohm

$$U = I * R \quad (1)$$

U = spanning in V, I is stroom in A en r is weerstand in Ohm

Eerste wet van Kirchhoff

$$\Sigma I = 0 \quad (2)$$

Som van alle stromen in een knooppunt is nul.

Tweede wet van Kirchhoff

$$\Sigma I * R + U = 0 \quad (3)$$

Rondgaande in een schakeling is de som van alle EMK's (spanningsbronnen) en alle spanningsvallen ($I * R$) gelijk aan nul.

Elektrisch vermogen

$$P = I * U = I^2 * R = \frac{U^2}{R} \quad (4)$$

P = vermogen in Watt, I = stroom in A, U = spanning in V, R is weerstand in Ohm

Elektrische Energie

$$W = P * t \quad (5)$$

W = energie in Joule(J) of Wattseconde(Ws), P = vermogen in Watt, t = tijd in seconde

Capaciteit van een batterij

$$Q = I * t \quad (6)$$

Q = lading in lading in Ampère uur (Ah), I = stroom in A, t is tijd in uur.

Klemspanning van een batterij

$$U_{klem} = EMK - I * R_i \quad (7)$$

$$U_{klem} = I * R_u \quad (8)$$

$$(9)$$

EMK in V, I is stroom in A, R_i is inwendige weerstand batterij in Ohm, R_u is uitwendige weerstand in Ohm

Elektrische veldsterkte tussen twee platen

$$E = \frac{U}{d} \quad (10)$$

E = veldsterkte in V/m, U is spanning in V, d is afstand in m

Golflengte

$$\lambda = \frac{300.000.000}{f} \quad (11)$$

λ is golflengte in meters, f = frequentie in Hz

Frequentie

$$f = \frac{300.000.000}{\lambda} \quad (12)$$

f = frequentie in Hz, λ = golflengte in m

Effectieve waarde spanning

$$u_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} \quad (13)$$

$$U_{max} = u_{eff} * \sqrt{2} \quad (14)$$

u_{eff} = effectieve waarde van de spanning, U_{max} = maximale waarde van de spanning. Een zelfde formule geldt voor de effectieve stroom in afhankelijkheid van de maximale stroom. Alles voor zuiver sinusvormige spanningen/stromen.

Gemiddelde waarde van wisselspanning/stroom

$$U_{gem} = \frac{2}{\Pi} * U_{max} \quad (15)$$

Soortgelijke formule geldt voor wisselstroom

Periodeduur en frequentie

$$T = \frac{1}{f} \quad (16)$$

$$f = \frac{1}{T} \quad (17)$$

T = periodeduur in seconde, f = frequentie in Hz

Aanpassing

Een belasting is aan een bron aangepast als:

$$R_u = R_i \quad (18)$$

R_u is belastingsweerstand in Ohm, R_i is inwendige weerstand in Ohm

Rendement

$$\eta = \frac{P_{uit}}{P_{in}} * 100\% \quad (19)$$

P_{uit} = uitgangsvermogen, P_{in} = vermogen van de voeding (+ hf-ingangsvermogen)
; Meestal wordt het hf -ingangsvermogen in deze berekening verwaarloosd

Weerstand van een draad

$$R_{draad} = \frac{\rho * l}{A} \quad (20)$$

R_{draad} is de weerstand van een draad in Ohm, ρ is de soortelijke weerstand van het materiaal van de draad in Ohm x meter en A is de oppervlakte van de draad in m^2 .

Capaciteit van een vlakke plaatcondensator

$$C = \frac{0,088 * \epsilon_r * A}{d} \quad (21)$$

N.B. géén mks-eenheden: C is capaciteit in pF, ϵ_r de diëlektrische constante van het materiaal tussen de platen (lucht $\epsilon_r=1$), A de oppervlakte van de plaat in cm^2 en d de afstand tussen de platen in cm.

Reactantie of wisselstroomweerstand van een condensator

$$X_C = \frac{1}{2 * \Pi * f * C} \quad (22)$$

X_C is de reactantie in Ohm, Π is 3,14, f is de frequentie van de wisselspanning in Hz en C de capaciteit van de condensator in Farad.

Zelfinductie van een luchtspoel

$$L = \frac{A^2 * n^2}{25 * (18 * A + 40 * l)} \quad (23)$$

L = zelfinductie van de spoel in μH , A is de diameter van de spoel (hart v.d. draad naar hart v.d. draad in mm en l is de lengte van de spoel in mm.

Reactantie of wisselstroomweerstand van een spoel

$$X_L = 2 * \Pi * f * L \quad (24)$$

X_L is reactantie van de spoel in Ohm, $\Pi = 3,14$, f = frequentie van de wisselspanning in Hz en L de zelfinductie van de spoel in H.

Kwaliteitsfactor van een spoel

$$Q = \frac{2 * \Pi * f * L}{R_s} \quad (25)$$

teller is de reactantie (zie boven) van de spoel en R_s is de serieweerstand (ohmse weerstand + verliesweerstand) van de spoel.

Transformatoren

$$\frac{u_{sec}}{u_{prim}} = \frac{n_{sec}}{n_{prim}} \quad (26)$$

u_{sec} , u_{prim} secundaire, resp. primaire spanning

n_{sec} , n_{prim} aantal windingen van de secundaire resp. de primaire wikkeling

$$P_{prim} = P_{sec} \quad (27)$$

P_{prim} , resp. P_{sec} , primaire resp. secundaire vermogen

$$\frac{i_{sec}}{i_{prim}} = \frac{u_{prim}}{u_{sec}} = \frac{n_{prim}}{n_{sec}} \quad (28)$$

Diodes

Zenerdiode

Voorschakelweerstand voor af te nemen gewenste stroom $I_{belasting}$

$$R = \frac{U_{voeding} - U_{zener}}{I_{belasting}} \quad (29)$$

LED

Voorschakelweerstand bij gewenste stroom I_{LED}

$$R = \frac{U_{voeding} - U_{drempel}}{I_{LED}} \quad (30)$$

Transistoren

Emitterstroom is som van de basisstroom en collectorstroom

$$I_E = I_B + I_C \quad (31)$$

Meestal is in deze formule de basisstroom te verwaarlozen en krijgen we:

$$I_E = I_C \quad (32)$$

stroomversterking

versterkingsfactor: β of h_{FE}

$$I_C = \beta * I_B \quad (33)$$

ook wel

$$I_C = h_{FE} * I_B \quad (34)$$

Wisselstroomversterking

Symbool h_{fe} (kleine letters fe)

$$h_{fe} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \quad (35)$$

ook te schrijven als

$$\Delta I_C = h_{fe} * \Delta I_B \quad (36)$$

Veldeffecttransistor - FET

Steilheid

$$S = \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{GS}} (mA/V) \quad (37)$$

Transistor instelling met 2 weerstanden R_C en R_B

Indien de weerstanden R_B en R_C gevraagd worden bij gegeven collectroomstroom I_C en gegeven stroomversterkingsfactor $\beta = h_{FE}$:

Zorg voor $U_C =$ halve voedingsspanning:

$$R_C = \frac{\text{Voedingsspanning}/2}{I_C} \quad (38)$$

Bereken nu benodigde I_B

$$I_B = \frac{I_C}{h_{FE}} \quad (39)$$

bereken dan R_B met:

$$R_B = \frac{U_{voeding} - U_{drempelbasis/emittor}}{I_B} \quad (40)$$

$U_{drempel} = 0,7$ V voor Si en $0,3$ V voor Ge.

Indien de collectorstroom en collectorspanning gevraagd worden bij gegeven h_{FE} , R_B , R_C en de voedingsspanning:

bereken eerst I_B met:

$$I_B = \frac{U_{voeding} - U_{drempelbasis/emittor}}{R_B} \quad (41)$$

Bereken dan de collectorstroom met:

$$I_C = h_{FE} * I_B \quad (42)$$

Bereken nu de spanningsval over R_C met:

$$U_{RC} = I_C * R_C \quad (43)$$

De collectorspanning volgt nu uit:

$$U_C = U_{voeding} - U_{RC} \quad (44)$$

Transistor instelling met 4 weerstanden

De spanningsdeler aan de basis van de transistor bestaat uit de weerstanden R_{B1} en R_{B2} (R_{B2} van basis naar aarde).

Berekenen van de collectorstroom en -spanning en de emitterspanning bij gegeven weerstanden en gegeven voedingsspanning

Bereken eerst de spanning van de basis (U_B) met

$$U_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} * U_{voeding} \quad (45)$$

Bereken nu de spanning op de emitter met:

$$U_E = U_B - U_{drempel} \quad (46)$$

N.B. $U_{drempel} = 0,7$ V voor Si, $0,3$ V voor Ge. Bereken nu de emitterstroom met:

$$I_E = \frac{U_E}{R_E} \quad (47)$$

Stel nu I_C gelijk aan de I_E (we verwaarlozen I_B)

$$I_C = I_E \quad (48)$$

Bereken nu de spanningsval over R_C :

$$U_{RC} = I_C * R_C \quad (49)$$

De collectorspanning vinden we nu met

$$U_C = U_{voeding} - U_{RC} \quad (50)$$

Soms wordt ook U_{CE} gevraagd:

$$U_{CE} = U_C - U_E \quad (51)$$

De dissipatie van de transistor berekenen we met

$$P_{dissp} = U_{CE} * I_C \quad (52)$$

Instellen van de collectorstroom voor een schakeling met 4 weerstanden

1. neem een R_E van minstens 200Ω , als R_E gegeven is, gebruik dan die waarde
2. Bereken de gewenste U_B met

$$U_B = I_C * R_E + U_{drempel} \quad (53)$$

3. Bereken de som van de weerstanden R_{B1} en R_{B2} met

$$R_{B1} + R_{B2} = \frac{U_{voeding}}{I_C} \quad (54)$$

Bereken nu R_{B1} en R_{B2} met

$$R_{B1} = \frac{U_B}{U_{voeding}} \quad (55)$$

$$R_{B2} = R_{B1} + R_{B2} - R_{B1} \quad (56)$$

4. Bereken R_C met

$$R_C = \frac{U_{voeding}/2}{I_C} \quad (57)$$

Filters

Resonantiefrequentie LC-kring

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (58)$$

I.p.v. bovenstaande formule voor de standaard mks-eenheden kan je ook gebruiken:

$$f_{res} = \sqrt{\frac{25339}{L * C}} \quad (59)$$

nu met f in MHz, C in pF en L in μH .

Kwaliteitsfactor van een LC-seriekring

$$Q = \frac{X_L}{R_s} = \frac{2\pi f L}{R_s} \quad (60)$$

Kwaliteitsfactor van een LC-parallelkring

$$Q = \frac{R_p}{X_L} = \frac{R_p}{2\pi f L} \quad (61)$$

Bandbreedte van een LC-resonantiekring

$$B = \frac{f_{res}}{Q} (Hz) \quad (62)$$

Als we van een LC-kring de resonantiefrequentie kennen en zijn bandbreedte dan kan de kwaliteitsfactor van de kring berekend worden met:

$$Q = \frac{f_{res}}{B} \quad (63)$$

Kantelfrequentie RC-filter en RL-filter

$$f_{kantel} = \frac{1}{2\pi CR} \quad (64)$$

$$f_{kantel} = \frac{R}{2\pi L} \quad (65)$$

Uitgangsimpulsspanning Pi-filter

$$u_{uit} = \frac{X_{C2}}{X_L - X_{C2}} * u_{in} \quad (66)$$

Gelijkrichting

Enkelfasig

Frequentie van de rimpelspanning is dezelfde als de frequentie van de aangeboden wisselspanning. Spanning over de reservoircondensator gelijk aan de topwaarde van de wisselspanning minus 1 x de drempelspanning van de diode. (Topwaarde = $\sqrt{2}$ x de eff. waarde !)

Dubbelfasig

Frequentie van de rimpelspanning is 2x de frequentie van de aangeboden wisselspanning. Voor trafo met middenaftakking en 2 diodes is de spanning over de reservoircondensator de topwaarde van de aangeboden wisselspanning (op een helft van de wikkeling) minus 1 x de drempelspanning van de gebruikte diode. Voor trafo zonder middenaftakking en met gebruikmaking van een bruggelijkrichtcel: topwaarde van de aangeboden wisselspanning minus 2 x de drempelspanning van de diodes.

Golfengte en frequentie

$$\lambda = \frac{300.000.000}{f} \quad (67)$$

$$f = \frac{300.000.000}{\lambda} \quad (68)$$

λ in meters, f in Herz

Stroom- en spanningsverdeling antennes en voedingslijnen

Definities:

Knoop = plaats van een minimum

Buik = plaats van een maximum

Afstand tussen een knoop en een buik is altijd $\lambda/4$

Op plaats van een stroomknoop is een spanningsbuik en omgekeerd.

Voor het tekenen van het stroomspanningsverloop op een antenne of een voedingslijn beginnen we voor een antenne op een **los uiteinde**. Daar kan geen stroom lopen dus daar is een **stroomknoop** ($i=0$). Teken die. Vanaf dat punt vervolgens telkens $\lambda/4$ afpassen en beurtelings een buik en een knoop tekenen voor de stroom.

Als dat is gebeurd, het spanningsverloop tekenen met op de plaats van een stroomknoop een spanningsbuik en op de plaats van een stroombuik een spanningsknoop. Voor voedingslijnen: open los uiteinde = stroomknoop ($i=0$); kortgesloten los uiteinde = spanningsknoop ($u=0$), verder zelfde procedure als bij antenne

Antenne- en voedingslijnimpedanties

Halvegolfdipool

$$Z = 70 \Omega$$

Gevouwen dipool

$$Z = 300 \Omega$$

Groundplane radialen 90°

$$Z = 30 \Omega$$

Groundplane met radialen 120°

$$Z = 50 \Omega$$

Bepaling impedantie antenne of voedingslijn

Teken het stroomspanningsverloop. Gebruik

$$Z = \frac{u}{i} \quad (69)$$

om op een bepaalde plaats de impedantie te bepalen waarbij:

$$Z = \frac{\text{Spanningsknoop}}{\text{Stroombuik}} = \text{laag} \quad (70)$$

$$Z = \frac{\text{Spanningsbuik}}{\text{Stroomknoop}} = \text{hoog} \quad (71)$$

Aard van de antenne-impedanties voor verschillende lengtes

1. antenne in resonantie (element = $\lambda/4$) : Ohms
2. element $> \lambda/4$: Inductief
3. element $< \lambda/4$: Capacitief

Karakteristieke impedantie voedingslijn

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}(\Omega) \quad (72)$$

L in Henry/meter en C in Farad/meter.

Staandegolfverhouding

Definitie: verhouding tussen hoogste en laagste spanning over (of stroom in) een transmissielijn:

$$SGV = \frac{u_{max}}{u_{min}} = \frac{i_{max}}{i_{min}} \quad (73)$$

Voor een open of kortgesloten leiding is $u_{min} = 0$, dus dan is

$$SGV = \frac{u_{max}}{u_{min}} = \frac{u_{max}}{0} = \infty \quad (74)$$

Kwartgolf lijn als impedantietrafo

$$Z_0 = \sqrt{Z_{in} * Z_{uit}} \quad (75)$$

Kritische frequentie en MUF

Definitie kritische frequentie: hoogste frequentie die recht omhoog gestraald door een zender nog teruggekaatst wordt door de ionosfeer naar de aarde (recht omhoog).

Maximum usable frequency (MUF) of in nederlands Hoogst Bruikbare Frequentie (HBF):

De hoogste frequentie die gebruikt kan worden om de afstand tussen twee verschillende uiteenliggende stations te overbruggen bij gebruikmaking van weerkaatsing door de ionosfeer. Vanwege de schuine invalshoek in de ionosfeer is deze MUF hoger dan de kritische frequentie.

Dode zone / skip distance

Gebied gerekend vanaf zenderstation waarbinnen geen signalen door reflectie via E of F-laag ontvangen kunnen worden. N.B. Alleen van belang in frequentiegebied boven de kritische frequentie en beneden de MUF.