

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

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

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

Uitgangsimpuls spanning 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.