

Samenvatting voor het F-Examen

Pelle Sepp Florens Jansen (PA8Q)

2017-10-28

Over dit document

Samenvatting van een aantal punten van het F categorie zendamateur examen. Let op dat dit op geen enkele manier een complete beschrijving is! Dit document word aangeboden in de hoop dat hij bruikbaar is MAAR ZONDER ENIGE GARANTIE! Dat is inclusief fouten, onjuistheden, of geschiktheid voor een bepaald doel.

Dit document en de bron hiervan is vrij beschikbaar onder het GNU Free Documentation License.

Download:

- PDF: <https://x.pa8q.nl/~fdoc.pdf>
- HTML: <https://x.pa8q.nl/~f.html>
- Bron: <https://x.pa8q.nl/~fbron>

Licence and Copyright

Copyright (C) 2017-2018 Pelle Sepp Florens Jansen (PA8Q). Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

Inhoudsopgave

1	Weblinks	3
2	Formulelijst	4
3	Misc	5
4	Elektrisch	6
4.1	Capaciteit van batterij	6
4.2	LC Serie spanning	7
4.3	Q Factor	7
4.4	Scope golfvormen	7
4.5	Gemiddelde stroom	7
4.6	Schakelende voeding	7
4.7	PLL	7
4.8	Versterker klassen	8
4.9	Serie/parallelkring	9
4.10	Vervorming	10
4.11	Gemeenschappelijke transistor versterkers	10
4.12	Dielektrische constante	11
4.13	BasisBuizen	11
5	Propagatie	11
5.1	Ruis	11
5.2	Lagen ↓	11
5.3	Sporadische E	12
5.4	Temperatuurinversie	12
6	Antenne, Zendontvangers, RF en aanpassing	12
6.1	Dipmeter	12
6.2	(PEP) Vermogen en meten hiervan	12
6.3	(Antenne) Aanpassing	12
6.4	Verkortingsfactor	13
6.5	Antenne(lijn) filtering	13
6.6	Harmonischen	13
6.7	Verschillende antennesoorten	13
6.8	Modulatievormen	15
6.9	Digitale Communicatievormen	15
6.10	Stub	16
7	Zendklassen	16
7.1	Modulatie van de draaggolf	16
7.2	Type signaal dat de draaggolf moduleert	16
7.3	Soort informatie dat verzonden wordt	16
8	Q-Codes	17
9	Machtigingsvoorwaarden	17

10 Radio Theorie	17
10.1 Elektrisch veld	17
10.2 Magnetisch veld	18
10.3 Elektromagnetisch veld	18

Versiegeschiedenis

- 1.0: Eerste publicatie
- 1.1: Update naam, callsign en URLs, enkele typfouten gecorrigeerd.

1 Weblinks

- Frequentielijst <https://x.pa8q.nl/~hamfreq.pdf>
- exameneisen
- online F oefenen
- oefenexamen download

2 Formulelijst

- Wet van Ohm: $U = RI$
- Vermogen P in W, U in V, I in A, R in Ω : $P = \frac{U^2}{R}$, $P = I^2R$, $P = UI$
- Elektrische energie: $W = Pt$
- Elektisch veld, $E = \frac{U}{d}$, zie hoofdstuk 10.1
- Lichtsnelheid c0: 300.000 km/s of $3 * 10^8$ m/s
- Periode T in sec, f in Hz $T = \frac{1}{f}$, $f = \frac{1}{T}$
- Golflengte λ in meter, f in Hz: $\lambda = \frac{c0}{f}$ of $f = \frac{c0}{\lambda}$ f in MHz: $\lambda = \frac{300}{f}$ of $f = \frac{300}{\lambda}$
- Resonantiefrequentie f in Hz, L in H, C in F: $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. $X_L = X_C$.
- Amplitude (van nulpunt tot max, U_{max}), effectieve waarde: $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ of $U_{eff} = U_{max} \frac{1}{\sqrt{2}}$. $\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0.707$
- Capacitieve en inductieve reactantie: $X_c = \frac{1}{2\pi fC}$, $X_l = 2\pi fL$
- RC (serie) impedantie $Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{(\omega C)^2}}$
- Q factor spoel: $Q = \frac{2\pi fL}{R_s}$
- Ideale transformator: $P_{prim} = P_{sec}$
- Relatie tussen wikkel en spanningsverhouding: $\frac{u_{sec}}{u_{prim}} = \frac{n_{sec}}{n_{prim}}$,
- Relatie tussen wikkel en stroom: $\frac{i_{sec}}{i_{prim}} = \frac{n_{prim}}{n_{sec}}$
- Impedantieverhouding: $\frac{n_{prim}}{n_{sec}} = \sqrt{\frac{Z_{prim}}{Z_{sec}}}$
- Ruisvermogen k is constante, T temperatuur, B bandbreedte $P_n = kTB$
- Frequentiezwaaai en modulatie-index $m = \frac{\Delta F}{f_{mod}}$
- Kwaliteitsfactor Q: $Q = \frac{2\pi fL}{R_s}$, zie hoofdstuk 4.3
- Staandegolfverhouding: $SGV = \frac{Z_{belasting}}{Z_{kabel}}$ of $SGV = \frac{Z_{kabel}}{Z_{belasting}}$
- Karakteristieke impedantie Z kabel: $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$
- Kwaliteitsfactor van een afgestemde kring: $Q = \frac{2\pi f_{res}L}{R_s}$, $Q = \frac{Rp}{2\pi f_{res}L}$,
 $Q = \frac{f_{res}}{B}$
- Transistor emitterspanning: $U_E = U_B - U_{BE}$
- Mengtrap: Zendbereik = Xtal - VFO
- Spanningsdeler R in serie, spanning over R1: $U_{R1} = \frac{R1}{R1+R2}U_{in}$

- Stroomdeler R in parallel, stroom door R1: $I_{R1} = \frac{R2}{R1+R2} I_{tot}$
- Vermogensversterking in dB: $P_{gain} = 10 \log \frac{P_{out}}{P_{in}}$
- Spanningsversterking en stroomversterking: Gebruik vermogensversterking samen met I of U, en R. Als $R_i = R_u$: $A_I \text{ of } U = 20 \log \frac{U_{uit} \text{ of } I_{uit}}{U_{in} \text{ of } I_{in}}$
- Z RL of RC serie: $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ of $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$
- Bandbreedte: de Δf tussen de uitgangsspanning: $\frac{U_O}{\sqrt{2}}$
- Procent: $\frac{nieuw}{oud} * 100(-100)$
- Efficiëntie η (eta) $\eta = \frac{P_{uit}}{P_{in}} * 100$

3 Misc

- Kritische frequentie: de hoogste frequentie die nog wordt gereflecteerd als het signaal recht omhoog wordt gestuurd. Frequenties hoger dan dit worden nog wel gereflecteerd, maar alleen onder een bepaalde opstalingshoek.
- De MUF, maximum usable frequency, is de frequentie waarbij er geen reflecties meer optreden, onafhankelijk van de opstralingshoek.
- Als er een dode zone aanwezig is, is de zendfrequentie hoger dan de kritische frequentie.
- Seriekring: $Z=0$ bij res, capacitief $f < res$ ($X_c > X_l$), inductief $f > res$ ($X_c < X_l$)
- Parallelkring: $Z=\infty$ bij res, inductief $f < res$ ($X_c > X_l$), capacitief $f > res$ ($X_c < X_l$)
- Ruisgetal: De hoeveelheid ruis dat het systeem in het algemeen ondervindt, vaak zelf gegenereerd.
- Chirp: Piekgeluid hoorbaar door te snelle inschakeling zender of onvoldoende afgevlakte voeding oscillator.
- De diameter van een parabolantenne is veel groter dan de golflengte. Denk aan een TV schotel voor vele GHz. Die dingen zijn best groot. De golf niet.
- Zendbereik: Xtal - VFO
- FET: Afknijpspanning: Hoogste U_{GS} waarbij I_d nul is
- Buizenstijlheid wordt gegeven in mA/V, ofwel $s = \frac{\Delta I_{Anode}}{\Delta U_{Grid}}$. Dit geldt ook voor FETs.
- Als een antenne te lang is gaat deze zich als een spoel gedragen, dit is te compenseren met een seriecondensator Als een antenne te kort is gaat deze zich gededragen als een condensator, wat te compenseren is met een seriespoel. Dus: te lang, veel draad: spoel; te kort: condensator.
- Afstand op UHF met parabolantennes is groter dan 50 kilometer

- Superheterodyne ontvanger: is de frequentie afstand tussen de afgestemde frequentie en de spieglfrequentie twee keer de middenfrequentie.
- Het vervangingsschema van een kristal is een spoel, condensator en weerstand in serie, met over deze drie een condensator in parallel.
- De zend of ontvangsfrequentie (superheterodyne) is $f_{\text{gewenst}} = f_{\text{LO}} \pm f_{\text{MF}}$; De spieglfrequentie is $f_{\text{gewenst}} = f_{\text{LO}} + f_{\text{MF}}$;
- Het aanbrengen van meekoppeling in een versterker kan het gevolg hebben dat de versterker gaat oscilleren.
- Nabijselectiviteit wordt hoofdzakelijk bepaald door filters in de mf-versterker
- S-Meter: 1Spunt is 4 keer, ofwel 6dB. HF: S9: 50 μ V; S1: 0.2 μ V; VHF/UHF: S9: 5 μ V; S1: 0.02 μ V;
- De samplefrequentie moet MINIMAAL twee keer hoger liggen dan de te sampelen sinus, dit is de nyquist frequentie In de praktijk ligt dit iets hoger om fouten te voorkomen, bv 48kHz (24k*2) om 22kHz bandbreedte te verkrijgen
- Een balansmodulator onderdrukt de draaggolf in een AM signaal, en houdt een DSBSC signaal over. Een (Kristal) filter plukt daarna een van de zijbanden er vanaf om SSB over te houden.
- Een gemiddelde ontvanger heeft een vermogensversterking van ongeveer 125dB
- Een Pi π filter is erg geschikt als laagdoorlaatfilter maar ook als aanpasnetwerk.
- De modulatie-index bepaald hoe veel de draaggolf verandert van de ongemoduleerde draaggolf door het ingangssignaal. Het maximum op de amateurbanden is 1.
- Filters bij voorkeur voor de ontvangstversterker.
- De gevoeligheid van een onversterkte analoge multimeter is gegeven in ohms per volt Ω/V . 1k Ω/V geeft 1mA bij maximale uitslag. Als er een versterker in de meter zit bepaalt deze de impedantie.
- Het oog en de hersenen zijn het meest gevoelig voor RF.
- Zendvermogen max: VLF: 400; LF-MF: 100; HF: 400; VHF: 6 λ : 50.0-50.45: 120, 50.45-52.0:
- Bij FM is de frequentiezwaai bepaald door de amplitude en de frequentie van het modulerende signaal
- Een stub is $1/4 \lambda$ en van onderen open.
- Fading op hf treedt vaak op door niet-constante polarisatiedraaiing in de atmosfeer

4 Elektrisch

4.1 Capaciteit van batterij

Ah, grootheid Q , $Q = I * t$ Wattuur (of seconden) is $P = U_{\text{nominaal}}Q$

4.2 LC Serie spanning

Wanneer er een spoel en condensator in serie staan is er een 180 graden faseverschil over beide onderdelen. De totale spanning is in dat geval dus 0 volt! Let wel: er loopt nog steeds stroom.

4.3 Q Factor

Een spoel bestaat uit draad, en draad heeft weerstand waardoor er een weerstand in serie met de spoel komt te staan. Wanneer er een kern word toegepast word de zelfinductie bij bijvoorbeeld een ijzeren kern groter en bij een koperen kern kleiner. De kern veroorzaakt ook verliezen waardoor de serieweerstand nog groter word. Q kan berekend worden met de formule $Q = \frac{2\pi fL}{R_s}$ waarbij: Q: de kwaliteitsfactor, f: de frequentie in Hz, L: De zelfinductie in Henry en R_s : de (denkbeeldige) serieweerstand. Met materialen zoals ijzerpoeder en ferriet is het mogelijk om goede spoelen tussen 200kHz en 1.5MHz te maken. De Q factor van een goede spoel is bijvoorbeeld 100.

4.4 Scope golfvormen

Een signaal met de minste sleutelklikken komt rustig omhoog, blijft dan even op maximum, en daalt dan rustig af tot nul. Een blokgolf met ontzettend hoge rise time dus.

4.5 Gemiddelde stroom

De gemiddelde stroom is de stroom door een circuit voor een bepaalde tijd gedeeld door de totale tijd. De gemiddelde stroom van een volledige periode van een sinus is dus 0, maar van een halve sinus is deze $\frac{\pi}{2}$

4.6 Schakelende voeding

Bij een buck of downconverter word de stroom geleverd door de serie transistor wanneer deze aan is. Wanneer de transistor uit is word de stroom geleverd via de diode door de spoel De ugangsspanning is de ingangsspanning keer de duty cycle (0.0 tot 1.0)

Bij een boostconverter staat de transistor direct over de spoel. Wanneer deze aan staat word er een magnetisch veld opgebouwd, die, wanneer de transistor uit gaat via een omgekeerde diode de condensator oplaad. Wanneer de transistor aan staad voed de condensator dus de belasting. De echte uitgangsspanning is sterk afhankelijk van de spoel, maar is ruwweg een verdubbeling bij een duty cycle van 50%. De uitgangsspanning is dus altijd hoger dan de ingangsspanning.

4.7 PLL

De fasedetector krijgt een oscilatiesignaal van een (kristal) oscillator (via een deler) binnen samen met de uitgangsfrequentie van de VCO via een andere deler.

Deze delers zijn zo ingesteld dat beide signalen na deling de zelfde frequentie zouden moeten hebben. Als deze afwijken creert de fase-detector een spanning welke via een laagdoorlaat filter aan de VCO wordt doorgegeven welke hiermee zijn uitgangsfrequentie afregelt. Enige drift van de VCO wordt dus hierdoor direct gecorrigeerd.

4.8 Versterker klassen

Bij een buis of een FET is het ingangssignaal een spanning en wordt aangeboden op U_{GK} en U_{GS} respectievelijk. De uitgangsstroom op de anode of de drain wordt dan bepaald door de steilheid (mA/V). Het is dus een Transadmittantie versterker. Bij een BJT is het ingangssignaal de basisstroom, en de uitgang de collectorstroom. Het is dus stroomversterking vaak uitgedrukt in B of H_{FE} .

4.8.1 A

De collector, gate of anode wordt via een weerstand met een spanningsbron verbonden en is de uitgang van de versterker. De basis of gate wordt op een continue waarde gehouden door een bias (instellings) circuit waardoor de transistor of buis altijd in geleiding is. Een inkomend signaal 'moduleert' deze geleiding waardoor het onderdeel dus verder of minder ver 'open' gaat. Deze is versterkt aanwezig als de stroom door de weerstand en dus de spanning op de uitgang. De instelling moet dus zo gekozen worden dat de transistor of buis altijd in de lineaire regio werkt. Er treedt zo goed als geen vervorming op, maar door de constante stroom is het geen energie-efficiënte versterker.

4.8.2 B

In een klasse B versterker worden twee schakelementen gebruikt. Elk van deze geleid gedurende de helft van een sinusvormig ingangssignaal. Deze moet daarna wel nog samengevoegd worden, wat kan door een NPN en PNP transistors met hun emitters aan elkaar te verbinden en deze emitters als uitgang te beschouwen, of door een transformator met middentap te gebruiken: de middentap is verbonden met een gelijkspanning, en beide uiteindes met NPN transistoren. Voor HF kan het zelfs met maar 1 transistor door een resonante LC parallelkring toe te voegen op de collector. Deze vult de missende negatieve golf weer aan. Het voordeel is dat er zo goed als geen ruststroom is en de versterker veel efficiënter is. De nadelen zijn dat er bij kleine signalen een grote vervorming optreedt omdat beide schakelementen nooit goed tegelijk afgeknepen worden: er zijn situaties waar door de collector of anode spanning ze allebei uit staan. Om dit te voorkomen wordt de klasse AB versterker toegepast.

4.8.3 AB

Dit is een klasse B versterker waarbij er een kleine ruststroom is aangebracht door een gelijkstroom offset aan de ingang. Dit is typisch een instelling van een ruststroom van 5 tot 10% van de maximum uitgangsstroom. De nulpunt crossover verstoring van een klasse B wordt hierdoor voorkomen. Bij enkelvoudige

verstekers en SSB balansverstekers wordt er bijna altijd een klasse AB versterker toegepast voor zowel de eindtrap als voor de tussentrappen. Een SSB signaal moet zo lineair mogelijk verlopen, en bij een puur klasse B versterker zou het onderste kleine deel te veel vervormd raken.

4.8.4 C

Een klasse C versterker is in essentie een klasse A versterker zonder de instelstroom. Dus alleen een gedeelte van het bovenste deel van een inkomende sinus wordt versterkt. B.V. Van een sinus tussen 1 en -1V geleid de versterker alleen wanneer de spanning groter is dan 0.2V, bepaald door de insgakingsspanning van het schakelement. Let op de inversie die aanwezig kan zijn afhankelijk van de schakeling. Een afgestemde parallelkring aan de uitgang hiervan maakt van deze puls weer een min of meer sinusvormige trilling. Deze schakeling kan tot 80% efficiënt zijn, maar is alleen bruikbaar als de ingangsfrequentie bekend en constant is, aangezien de afstemkring hierop of een veelvoud hiervan resonant moet zijn.

Deze schakelingen worden toegepast bij FM en CW zenders. Er treden veel (even) harmonischen op, filtering is ontzettend belangrijk.

Kan ook als frequentievermenigvuldiging gebruikt. Dit is te herkennen aan een spoel(RFC) tussen basis en aarde (emitter) en een (variabele) spoel met condensator parallel van collector naar spanningsbron. De uitgang is op de collector van de transistor. De verdubbeling is 2 of 3 keer, een andere waarde is meestal niet praktisch.

4.9 Serie/parallelkring

Bij beide kringen geldt dat als er een weerstand aanwezig is, deze bij resonantie dominant is. Als die nul is, is die bij serie een kortsluiting, en bij parallel open.

4.9.1 Serie

Of die voor of achter loopt is te bepalen met LEICIE en de grootste reactantie. Onder de resonantie is X_c kleiner dan X_l en gedraagt de schakeling zich capacitef. Boven de resonantie is X_l kleiner dan X_c en gedraagt de schakeling zich inductief. De kleinste reactantie bepaalt dus de dominante eigenschap. Denk hierbij aan de formules van X_l en X_c . Als X_c en X_l gelijk is, is het circuit in resonantie en de weerstand Z ontzettend klein. In alle andere gevallen is er een grote wisselstroomweerstand. Dit wordt daarom ook wel een zuigkring genoemd.

4.9.2 Parallel

Zelfde als bij de seriekring, maar dan omgekeerd: deze gedraagt zich onder resonantie inductief en boven resonantie capacitef. De grootste reactantie bepaalt dus de dominante eigenschap. Bij resonantie is de weerstand Z ontzettend groot. Dit wordt daarom ook wel een sperkring genoemd. Als R wordt gehalveerd wordt de breedte twee keer zo groot. Hierom worden ze toegepast als traps in een antenne.

4.10 Vervorming

Lineaire vervorming treedt op als de amplitude-frequentie karakteristiek niet horizontaal loopt.

Niet-lineaire vervorming treedt op als de versterkingskarakteristiek van van de versterker niet recht is.

4.11 Gemeenschappelijke transistor versterkers

Schakeling	Ingangsimpedantie	Uitgangsimpedantie	Eigenschappen
Emitter	Gemiddeld: enkele kilo-ohm	Hoog	Common. $A_V \approx R_C$
Basis	Zeer laag	Hoog	Stroomvolger
Collector	Hoog tot zeer hoog	Zeer laag	Emitter/spanningsvolger

Dit is het zelfde als bij FETs, alleen is deingangsimpedantie bij gemeenschappelijke source en drain ontzettend hoog ($M\Omega$). Comgate en uitgangsimpedantie is niet anders

4.11.1 Emitter

Word het meeste gebruikt van al deze schakelingen. Meestal als een inverterende spanningsversterker.

De ingang van het signaal is direct op de basis van de transistor, en de uitgang op de collector. De emitter hangt (mogelijk via een emitterweerstand) aan aarde. Deingangsimpedantie van de schakelaar wordt bepaald door $\frac{u_{BE}}{i_b}$, dit is voor de gemiddelde transistor enkele kilo ohms. De uitgangsspanning is dus de spanning over de transistor, en de inverse van die verdeeld over de collectorweerstand. De uitgang is dus de inverse van de ingang. De uitgangsimpedantie wordt bepaald door R_C en is dus hoog, tussen de 5k en 100k Ω . De spanningsversterkerfactor is $\frac{R_C}{R_E}$

4.11.2 Basis

Word niet veel gebruikt. Meestal als stroomvolger.

Bij een gemeenschappelijke basisversterker hangt de basis aan aarde (vaak via een weerstandsdeler met $V+$), de uitgang is de collector die via een weerstand naar $V+$ zit, en is de ingang aan de emitter. Hierdoor is deingangsimpedantie direct die van de basis (en instelweerstand) en is dus erg klein. De uitgangsimpedantie is de collector weerstand en is dus hoog (5k tot 100k). Dit circuit heeft een stroomversterkingsfactor van ongeveer 1 keer en is dus ook handig als stroombuffer.

4.11.3 Collector

Heeft geen versterking, maar wel enorm hogeingangsimpedantie en enorm lage uitgangsimpedantie. Dit maakt deze schakeling erg geschikt als spanningsvolger. Omdat de uitgang op de emitter zit wordt dit ook wel een emitter (kathode,

drain) volger genoemd. De spanningsinvoer zit direct op de basis, de collector is direct met spanning (of aarde bij PNP of P channel) verbonden. De emitter zit via een weerstand R_e met aarde ($V+$ bij P) en is ook de uitgang van dit circuit. De uitgangsimpedantie is ruwweg $\frac{R_b}{H_{FE}}$ en is dus erg klein

4.12 Dielektrische constante

– Lucht: ongeveer 1

Meeste andere materialen zijn aanzienlijk hoger. Hoe hoger de dielectrische constante, hoe hoger de condensatorwaarde, maar ook hoe hoger de lekstroom.

4.13 BasisBuizen

De buis is ruwweg te vergelijken met een FET. Hierbij is de anode de drain, de kathode de source, en het grid de gate. triode. De anodestroom wordt beïnvloed door de anode spanning, en als die aanwezig is het rooster/grid. Als het rooster negatief is tegenover de kathode wordt de elektronenstroom tegen gehouden. Hoe negatiever deze wordt, hoe groter de anodestroom wordt. Bij een penthode zijn er drie grids aanwezig: het stuurrooster, schermrooster en remrooster. Het stuurrooster en schermrooster hebben een constante positieve spanning. Het remrooster heeft vrijwel geen invloed op de elektronenstroom.

5 Propagatie

5.1 Ruis

In het algemeen: hoe hoger de temperatuur, hoe meer ruis er is. Man made ruis begint bij de 1GHz af te zwakken, en wordt sterker als de frequentie lager wordt. Kosmische ruis begint rond de 15MHz en gaat tot ongeveer 100GHz door.

5.2 Lagen ↓

5.2.1 Aurora

Sterk afwisselende reflectie door de aurora. Signalen klinken rauw en er kan een kleine doppler shift optreden.

5.2.2 F laag

F1 en F2. De F2 laag zit op ongeveer 350 km, de F1 laag rond 200. Deze lagen reflecteren frequenties tussen 30 en 40MHz. De E laag reflecteert ook maar niet zo veel als F. Hoger dan dit wordt doorgelaten de ruimte in. In de nacht en winter worden deze twee lagen gecombineerd tot een enkele F laag op ongeveer 200km hoogte. Overdag vormt de F2 laag zich.

5.2.3 E laag

Ongeveer 120km hoog. Onstaat overdag. De E laag, reflecteert frequenties tot rond de 5 en 20MHz afhankelijk van de zon. De meeste HF skip wordt gereflecteerd door deze E laag.

5.2.4 D laag

Ongeveer 70km hoog. Onstaat overdag en absorbeert frequenties onder de 5MHz. Hogere frequenties worden wel doorgelaten.

5.3 Sporadische E

Plotselinge propagatie op 10λ 6λ 2λ . Afstanden van 500 tot 2300 km.

5.4 Temperatuurinversie

Door temperatuurinversie kan ducting optreden waardoor er afstanden van wel 1500km te overbruggen zijn op VHF en UHF, maar alleen als beide amateurs aan het 'begin' en 'eind' van die duct zijn geïmponeerd.

6 Antenne, Zendontvangers, RF en aanpassing

6.1 Dipmeter

Een dipmeter is een instrument gebruikt om de resonantiefrequentie van RF circuits te bepalen. Hij meet de absorptie van een inductief gekoppelde hoogfrequent magnetisch veld van objecten in de buurt. Het is een oscillator waarvan de amplitude verandert wanneer hij in de buurt van een resonant circuit wordt gehouden met de zelfde frequentie als de oscillator.

6.2 (PEP) Vermogen en meten hiervan

Het PEP vermogen is het vermogen dat daadwerkelijk wordt uitgestuurd door de antenne. Dit kan berekend worden door de gemiddelde spanning of stroom te berekenen en dat over de uitgangsweerstand (antenne, 50Ω) te plaatsen.

6.3 (Antenne) Aanpassing

Een netwerk die de impedantie gelijk maakt aan alle andere delen. De vermogensoverdracht is immers maximaal als alle impedanties gelijk zijn aan elkaar.

6.4 Verkortingsfactor

In een kabel plant een golf zich langzamer voor dan in de lucht. Met de dielectriche constante van het materiaal is de uiteindelijke snelheid en dus ook de verkortingsfactor te berekenen. De formule hiervoor is $V_{kabel} = \frac{V_{lucht}}{\sqrt{E_r}}$, als factor is dit te beschrijven als $V_{kabel} = V_{lucht} * \frac{1}{\sqrt{E_r}}$. In een normale coax is dit ongeveer 2/3. Enkele verkortingsfactoren:

Materiaal	Verkortingsfactor
Polyethyleen	0.66 (2/3)
Schuim ↑	0.75 tot 0.70
Teflon	0.86
Lucht	1

6.5 Antenne(lijn) filtering

6.5.1 Mantelstroom

Het beste mantelstroomfilter heeft een volledige onderbreking van de buitenmantel dmv een transformator. Een spoel in serie met de mantel, of met beide bijvoorbeeld door de coax een paar keer op te rollen kan ook al een minder goede mantelstroomfilter opleveren.

6.6 Harmonischen

In de meeste situaties ontstaan alleen de oneven harmonischen van een signaal. Er zijn wel situaties waarbij er even harmonischen ontstaan.

Een blokgolf heeft alle oneven harmonischen tot in de oneindigheid, maar geen even harmonischen.

6.6.1 Harmonische vervorming

Harmonische vervorming treedt op wanneer de (bovenste) helft van een sinusvormige wisselspanning meer of minder sterk versterkt wordt dan de onderste helft.

6.7 Verschillende antennesoorten

Ant	Z
Dipool	70Ω
Gevouwen dipool	4*, 300Ω
Endfed	Hoog
Groundplane	36Ω
Groundplane 1/4 rad	50Ω
1/4 λ	0Ω

Spanning en stroomverdeling over antennes bij resonantie: If: Stroom feedpunt; Uf: Spanning feedpunt; Ie: Stroom eind; Ue: Spanning eind. L: Laag, H: Hoog.

Ant	If	Uf	Ie	Ue
Dipool	H	L	L	H
Vert	H	L	L	H
Endfed	L	H	L	-H

Als de antenne niet resonant is verschuift dit zich volgens LEICIE en de dominante werking. Te lang: spoel. Te kort: condensator.

6.7.1 Halve golf dipool

Word gebruikt als standaard referentie antenne. Elke helft is $1/4\lambda$ lang. Op resonantie is de impedantie ongeveer 70Ω Heeft een afstalingspatroon precies 90 graden haaks op de antenne polen. Bij het voedingspunt is de spanning nul en stroom hoog. Bij de uiteindes is de spanning hoog en de stroom nul.

6.7.2 Halve golf endfed dipool

Een enkele draad met een lengte van een halve golf. Op resonantie is de impedantie hoog. Een $1/4\lambda$ kippenladder kan gebruikt worden als voedingslijn, dan word dit een Zeppelin antenne genoemd.

6.7.3 Gevouwen dipool

Dipool met beide uitendes met elkaar verbonden De impedantie bij resonantie is ongeveer 4 keer die van de dipool en dus ongeveer 300Ω . Dit kan omdat er op het middenpunt waar de vouw samen komt de spanning nul is.

6.7.4 Kwartgolf vertical (groundplane)

Een halve golf is de kortste antenne dat nog resonant kan zijn. Bij een vertical werkt het groundplane als een RF 'spiegel' en levert daardoor de andere helft van de antenne. Hiervoor worden radialen aangebracht van $1/4\lambda$ per stuk. Deze kan ook gebruikt worden op een auto, waarbij het metalen dak dient als aarding. Bij het voedingspunt is de spanning nul en stroom hoog. Bij de uiteindes is de spanning hoog en de stroom nul.

6.7.5 Antenne met parasitaire elementen, Yagi

Dit is een richtantenne, er is dus sprake van antennewinst in een bepaalde richting. Hij bestaat uit een dipool, met achter die dipool een reflector en daarvoor een aantal directoren. De reflector is iets langer dan de dipool en de directoren iets korter. Om aanpassing makkelijker te maken word vaak een gevouwen dipool gebruikt.

6.7.6 Paraboolantenne

Schotel voor zeer korte golven (boven 1GHz). Deze schotel is van een geleidend materiaal, en reflecteert inkomende golven tot een brandpunt. De werking is te vergelijken met een lens in een lamp. De antennewinst is gemiddeld tussen 20 en 40dB.

6.8 Modulatievormen

6.8.1 AM

Wanneer gemoduleerd met een sinusvormig signaal is de uitgaande vorm de helft groter geworden dan de uitgangsspanning aan de top van de inkomende sinus, en is de helft kleiner geworden bij de bodem van de inkomende sinus. Hij gaat dus van $1/2$ in rust, naar $+3/2$, en via $-1/2$ naar $-3/2$. Er ontstaan twee zijbanden die symmetrisch liggen ten opzichte van de draaggolfrequentie en identieke informatie bevatten. Een audiosignaal met een bandbreedte van 3kHz neemt dus een RF bandbreedte van 6kHz in.

6.8.2 SSB

Neem AM, onderdruk de draaggolf (met een balansmodulator) en filter een zijband er vanaf. Bij een dubbeltoon signaal kan er zweeping optreden, dit kan gebruikt worden voor testen van uitgangsvermogen en lineariteit.

6.8.3 FM/PM

De frequentie van het uitgezonden signaal verandert in het ritme van het inkomende signaal. De gebruikelijke frequentiezwaai is 3kHz, let op dat dit niet te maken heeft met de te encoderen bandbreedte. De bandbreedte is te berekenen met Carsons Rule: $\text{max uitslag} \cdot 2 + \text{gewenste audio bandbreedte} \cdot 2$. dus $2 \cdot 3 + 2 \cdot 3 = 18\text{kHz}$. De door IANA vastgestelde maximum bandbreedte is 12kHz. Dit geeft dus ongeveer 12kHz bandbreedte gebruik. PM is bijna hetzelfde, alleen is de golf geïnverteerd.

6.9 Digitale Communicatievormen

6.9.1 Digitalisering

anti-alias filter -> bemonsterings schakeling -> ADC -> PROC -> DAC -> Reconstructiefilter.

Bemonsteren moet minimaal net iets meer dan twee keer zo snel als de hoogste frequentie die in het inkomende signaal aanwezig is. Dit is de Nyquist frequentie. Het anti-alias filter is een laagdoorlaat filter die zorgt dat alle frequenties boven de Nyquist frequentie worden doorgelaten.

6.10 Stub

Een halvegolf leiding zorgt voor een 180 graden faseverschuiving en creëert daardoor een 1:4 balun. Hierdoor kan die als aanpaseenheid voor bv 75Ω naar 300Ω gebruikt worden. Let bij het berekenen van de lengte op de verkortingsfactor!

7 Zendklassen

7.1 Modulatie van de draaggolf

- N: Geen draaggolf
- A: AM en CW
- H: ESB met draaggolf
- J: ESB zonder draaggolf
- R: EZB met gedeeltelijke draaggolf
- C: Restzijbandmodulatie
- F: Frequentiemodulatie
- G: Fasemodulatie

7.2 Type signaal dat de draaggolf moduleert

- 0: Geen modulatie
- 1: Een enkel kanaal niet analoog zonder modulerende hulpdraaggolf (CW)
- 2: Een enkel kanaal niet analoog met modulerende hulpdraaggolf (Data, packet, FSK).
- 3: Een enkel kanaal met analoge informatie (spraak)

7.3 Soort informatie dat verzonden wordt

- A: morse telegrafie dat met het gehoor genomen kan worden
- B: Telegrafie voor automatische ontvangst
- C: Fax voor silstaande beelden (SSTV)
- D: Data dat niet direct gedecodeerd kan worden (bestand, foto, protocol met ACK, CRC etc)
- E: Telefonie. Spraak.
- F: Televisie. Bewegende beelden.

8 Q-Codes

Q	Q-Code als vraag?	Q-Code als antwoord
QRK	Wat is de neembaarheid van mijn signalen	De neembaarheid van uw signalen is ...
QRM	Wordt u gestoord?	Ik word gestoord
QRN	Heeft u last van luchtstoringen?	Ik heb last van luchtstoringen
QRO	Zal ik het zendvermogen verhogen?	Verhoog zendvermogen.
QRP	Zal ik het zendvermogen verminderen?	Verminder zendvermogen.
QRT	Zal ik ophouden?	Houd op.
QRV	Bent u beschikbaar?	Ik ben beschikbaar.
QRX	Op welk tijdstip zult u mij weer roepen?	Ik zal om ... uur weer roepen.
QRZ	Door wie word ik geroepen?	U wordt geroepen door ...
QSB	Verandert de sterkte van mijn signaal?	De sterkte van uw signaal verandert.
QSL	Wilt u mij de ontvangst bevestigen?	Ik bevestig u de ontvangst.
QSO	Kunt u rechtstreeks met ... werken?	Ik kan rechtstreeks met ... werken.
QSY	Zal ik op een andere frequentie zenden?	Ga op een andere frequentie zenden.
QTH	Wat is uw positie?	Mijn positie is ...

9 Machtigingsvoorwaarden

- De radiozendamateurl die het radiozendapparaat bedient, is bij het station aanwezig, of draagt er zorg voor dat alleen hij zijn station op afstand kan bedienen.
- De houder van de registratie draagt er voor zorg dat als het geregistreerde radiostation door een ander wordt bediend, hij/zij daar zelf fysiek aanwezig is en de in de regeling bepaalde voorschriften worden nageleefd. Het bewijs van registratie behoort ook bij het radiozendapparaat aanwezig te zijn.
- Het uitzenden van omroepprogramma's, muziek, reclame of berichten van of voor derden is niet toegestaan.
- De radioroepnaam wordt ten minste bij het begin en bij het einde van elke uitzending en ten minste eenmaal per periode van vijf minuten uitgezonden, waarbij een reeks kortdurende uitzendingen wordt aange-merkt als één uitzending.
- De radioroepnaam is bij data- en beeldoverdracht aan de ontvangstzijde na demodulatie in leesbaar schrift zichtbaar.

10 Radio Theorie

10.1 Elektrisch veld

Het eerste gedeelte van het EM veld waaruit radiogolven bestaan, een elektrisch veld ontstaat wanneer er spanning over twee naburige geleiders staat.

10.1.1 Elektrische veldsterkte

Eenheid: Coulomb. Wanneer er een geleider is aangesloten op een spanningsbron ontstaat er een elektrisch veld bij de positieve en negatieve geleider. Er is een afstotende werking tussen gelijksoortige ladingen, en een aantrekkende werking tussen ongelijksoortige ladingen. Door deze aantrekking/afstoting is er sprake van kracht. Newton is zwaartekracht op aarde (9.81) werkend op een object met een massa van 100 gram. Wanneer twee of meer krachten op elkaar inwerken kan dit worden aangegeven met een vector. Wanneer er een spanning wordt geplaatst op twee parralel geplaatste platen ontstaat er een homogeen elektisch veld, met de veldlijnen loodrecht tussen de positieve en negatieve geleider. Een geladen deeltje zal een kracht ondervinden volgend op de veldlijnen wanneer die zich er doorheen beweegt. Als de platen niet parralel zijn geplaatst, maar in een andere vorm zoals een cirkel ontstaat er een niet homogeen veld. Hier is de veldsterkte plaats afhankelijk.

10.1.2 Volt per meter

De grootte van het elektisch veld wordt bepaald door de vorm en afstand van de platen en de spanning er tussen. De eenheid is volt per meter, afgekort V/m . Veldsterkte wordt aangegeven met E . Neem twee evenwijdige platen met afstand d meter, zet daar spanning U over dan zal de resulterende veldsterkte E V/m zijn. Hierdoor is ook meteen duidelijk waaruit de eenheid is ontstaan.

10.1.3 Afscherming van elektische velden

Bij radiotransmissies is het het Elektromagnetische veld, ofwel EM veld wat er uitgezonden wordt. Let hierbij op het verschil tussen near field en far field veldsterkte. Het near field is vlakbij de zender zeer sterk, waaronder uitstraling door de bekabeling en sporen op de printplaat. In een geleider in dit veld zal een spanning ontstaan die recht evenredig is met met de geleiderlengte en is het hoogste als de geleider de lengte van een dipool heeft.

Om hiervoor te beschermen moet een geaarde (met massa verbonden) geleider, vaak een metalen plaat, om de geleider geplaatst worden.

10.2 Magnetisch veld

Het tweede gedeelte van het EM veld waaruit radiogolven bestaan, een magnetisch veld ontstaat wanneer er een stroom door een geleider loopt.

10.3 Elektromagnetisch veld

Waarut radiogolven bestaan

10.3.1 Radiogolven als elektromagnetische golven

Wanneer de verandering tussen elektrische en magnetische velden klein is ontstaat er een statische toestand, waarbij de samenhang tussen beide velden erg klein is. Wanneer er golfverschijnselen worden opgewekt ontstaat er een significante koppeling tussen de velden. Golfverschijnselen is een breed begrip waar onder anderen zowel licht, radioactiviteit en radio onder valt.

Door de zendantenne worden veranderingen in het elektrische als magnetische veld opgewekt doordat er een spanning in deze antenne wordt opgewekt waardoor er een stroom in de antenne ontstaat. Door de spanning ontstaat een elektisch veld en door de stroom een magnetisch veld om de antenne. Het elektrisch en magnetisch veld staan loodrecht op elkaar. Dit is voor te stellen alsof het magnetisch veld een horizontale cirkel is en het elektisch veld een verticale cirkel.

10.3.2 Voortplantingssnelheid en golflengte

Radiogolven verplaatsen zich met de lichtsnelheid, aangegeven met $c_0 = 299\,792\,458$ m/s, afgerond $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s. De golflengte wordt aangegeven met λ , en is $\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f}$ of $f = \frac{3 \cdot 10^8}{\lambda}$

10.3.3 Polarisatie

Wanneer een antenne verticaal is geplaatst ontstaat er een verticaal elektisch veld en een horizontaal elektrisch veld. De polarisatie-richting wordt aangegeven met de richting van het elektrische veld.

GNU Free Documentation License

GNU Free Documentation License Version 1.3, 3 November 2008

Copyright (C) 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc.
<https://fsf.org/> Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

1. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this

License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, \LaTeX input format, SGML or XML using

a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

The "publisher" means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

1. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

1. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible.

You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

1. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission. B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement. C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher. D. Preserve all the copyright notices of the Document. E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices. F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below. G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice. H. Include an unaltered copy of this License. I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the

Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence. J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission. K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein. L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles. M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version. N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section. O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

1. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses,

the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

1. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

1. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

1. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

1. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it.

1. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <https://www.gnu.org/licenses/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document.

1. RELICENSING

"Massive Multiauthor Collaboration Site" (or "MMC Site") means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A "Massive Multiauthor Collaboration" (or "MMC") contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

"CC-BY-SA" means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with

a principal place of business in San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

"Incorporate" means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

An MMC is "eligible for relicensing" if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright (c) YEAR YOUR NAME. Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with... Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.