

Hoofdstuk 1 ELEKTRICITEITSLEER, ELEKTRO-MAGNETISME EN RADIO THEORIE

Datum
30 juli 2010

Referentie
944b.v1

1.1 Stroomgeleiding

- Geleider, halfgeleider en isolator.
- Stroomsterkte, spanning en weerstand.
- De eenheden ampère, volt en ohm.
- De wet van Ohm [$U = I \cdot R$].
- De wetten van Kirchhoff.
- Elektrisch vermogen [$P = U \cdot I$].
- De eenheid watt.
- Elektrische energie [$W = P \cdot t$].
- De eenheid joule.
- Capaciteit van een batterij [ampère-uur].

1.2 Bronnen

- Spanningsbron, bronspanning [EMK], kortsluitstroom, inwendige weerstand en klemspanning.
- Serie- en parallelschakeling van spanningsbronnen.

1.3 Elektrisch veld

- Elektrische veldsterkte.
- De eenheid volt per meter.
- Afscherming van elektrische velden.

1.4 Magnetisch veld

- Magnetisch veld om stroomvoerende geleider en van een spoel.
- Afscherming van magnetische velden.

1.5 Elektromagnetisch veld

- Radiogolven als elektromagnetische golven.
- De voortplantingssnelheid en het verband hiervan met de frequentie en de golflengte .
- Polarisatie.

1.6 Sinusvormige signalen

- De grafische voorstelling in de tijd.
- Momentele waarde, amplitude [U_{\max}] , effectieve waarde $\left[U_{\text{eff}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \right]$.
en gemiddelde waarde.
- Periode en periodeduur.
- Frequentie.
- De eenheid hertz.
- Faseverschil.

1.7 Niet-sinusvormige signalen

- Audiosignaal.
- Bloksignaal.
- De grafische voorstelling in de tijd.
- Gelijkspanningscomponent, grondgolf en zijn harmonischen.
- Ruis [$P_N = kTB$], thermische ruis, via de antenne ontvangen ruis, ruisvermogen per Hz, ruisvermogen in de bandbreedte.

Datum
30 juli 2010

Referentie
944b.v1

1.8 Gemoduleerde signalen

- CW.
- Amplitudemodulatie.
- Enkelzijbandmodulatie.
- Fase- en frequentiemodulatie.
- Frequentiezwaai en modulatie-index $\left[m = \frac{\Delta F}{f_{\text{mod}}} \right]$.
- Draaggolf, zijbanden en bandbreedte.
- Golfvormen van CW-, AM-, EZB-(SSB-) en FM-signalen (grafische weergave).
- Spectra van CW-, AM-, EZB- (SSB-) en FM-signalen (grafische weergave).
- Digitale modulatievormen: FSK, 2 PSK, 4-PSK en QAM.
- Digitale modulatie: bitsnelheid, symboolsnelheid (baudsnelheid) en bandbreedte.
- Foutdetectie en -correctie: CRC
- (packet radio), ARQ en FEC (toepassing AMTOR).

1.9 Vermogen en energie

- Het vermogen van sinusvormige signalen $\left[P = i^2 \cdot R \right]$; $\left[P = \frac{u^2}{R} \right]$; waarin $u = U_{\text{eff}}$ en $i = I_{\text{eff}}$.
- Vermogensverhoudingen die overeenkomen met de volgende dB-waarden: 0dB, 3dB, 6dB, 10dB en 20dB [zowel positief als negatief].
- De vermogensverhouding in dB bij het achter elkaar schakelen van versterkers en/of verzwakkers.
- Aanpassing [maximale vermogensoverdracht].
- De relatie tussen ingangsvermogen, uitgangsvermogen en rendement $\left[\eta = \frac{P_{\text{uit}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\% \right]$.
- Peak Envelope Power [PEP].

1.10 Digitalisering van analoge signalen

- Bemonsteren en kwantiseren.
- Minimale bemonsteringsfrequentie (Nyquistfrequentie).
- Anti-aliasfilter, reconstructiefilter.
- Convolutie (tijddomein/-frequentiedomein, grafische voorstelling).
- ADC en DAC.

Hoofdstuk 2 COMPONENTEN

2.1 Weerstand

- Weerstand.
- De eenheid ohm.
- Stroom-spanningkarakteristiek.
- Vermogendissipatie.

2.2 Condensator

- Capaciteit.
- De eenheid farad.
- De relatie tussen capaciteit, afmetingen en diëlektricum.

- De reactantie $\left[X_c = \frac{1}{2\pi f \cdot C} \right]$.
- Faseverschil tussen stroom en spanning.
- Eigenschappen van vaste en van variabele condensatoren.

Datum
30 juli 2010

Referentie
944b.v1

2.3 Spoel

- Zelfinductie.
- De eenheid henry.
- Het effect van aantal windingen, diameter, lengte en kernmateriaal op de zelfinductie.
- De reactantie $\left[X_L = 2\pi f \cdot L \right]$.
- Faseverschil tussen stroom en spanning.
- Q-factor $\left[\frac{2\pi f \cdot L}{R_s} \right]$.

2.4 Toepassing en gebruik van transformatoren

- Ideale transformator $\left[P_{prim} = P_{sec} \right]$.
- De relatie tussen wikkelverhouding en:
 - spanningsverhouding $\left[\frac{u_{sec}}{u_{prim}} = \frac{n_{sec}}{n_{prim}} \right]$;
 - stroomverhouding $\left[\frac{i_{sec}}{i_{prim}} = \frac{n_{prim}}{n_{sec}} \right]$;
 - impedantieverhouding $\left[\frac{Z_{sec}}{Z_{prim}} = \frac{n_{sec}^2}{n_{prim}^2} \right]$.
- Transformatoren (toepassing).

2.5 Diode

Gebruik en toepassing van diodes:

- Gelijkrichtdiode, zenerdiode, LED [licht emitterende diode], varicap [capaciteitsdiode];
- Doorlaatstroom;
- Sperspanning en lekstroom.

2.6 Transistor

- PNP- en NPN-transistor:
- Stroomsturing;
- Stroomversterking.
- Veldeffecttransistor
- Spanningsturing;
- Steilheid.
- De transistor in:
 - gemeenschappelijke emitter-[source-]schakeling;
 - gemeenschappelijke basis-[gate-]schakeling;
 - gemeenschappelijke collector-[drain-]schakeling.
- In- en uitgangsimpedantie van bovengenoemde schakelingen.
- Instelmethode.

2.7 Overige componenten

- Eenvoudige buizen [triode en pentode]:
 - Steilheid;

- Anode-roostercapaciteit.
- Eenvoudige digitale componenten (functie):
 - Poortschakelingen;
 - Opteller (full adder);
 - Flipflop;
 - Deler.

Datum
30 juli 2010

Referentie
944b.v1

Hoofdstuk 3 SCHAKELINGEN

3.1 Combinatie van componenten

- Serie- en parallelschakeling van weerstanden, spoelen, condensatoren, transformatoren en dioden.
- Stroom en spanningen in deze schakelingen.
- Impedantie van deze schakelingen.
- Gedrag van niet-ideale weerstanden, condensatoren en spoelen (parasitaire effecten).

3.2 Analoge filters

- Seriekring en parallelkring.
- Impedantie.
- Frequentie karakteristiek.
- Resonantiefrequentie $\left[f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \right]$.
- Kwaliteitsfactor van een afgestemde kring $\left[Q = \frac{2\pi f_{res} L}{R_s} \right] \cdot \left[Q = \frac{R_p}{2\pi f_{res} L} \right] \left[Q = \frac{f_{res}}{B} \right]$.
- Bandbreedte.
- Bandfilter.
- Laagdoorlatende, hoogdoorlatende, banddoorlatende en bandsperrende filters, opgebouwd uit passieve elementen, kantelfrequentie.
- Frequentie karakteristiek.
- Pi-filter en T-filter .
- Kwarts kristal; vervangingsschema, serieresonantie en parallel-resonantie.
- Gevolgen van het toepassen van niet ideale componenten (parasitaire effecten).

3.3 Voeding

- Schakelingen voor enkel- en dubbelzijdige gelijkrichting en de bruggelijkrichter.
- Afvlakschakelingen.
- Stabilisatieschakelingen in laagspanningsvoedingen.
- Schakelende voedingen, isolatie en EMC.

3.4 Versterker

- Lf- en hf-versterker.
- Operationele versterker [OpAmp].
- Versterkingsfactor.
- Amplitude-frequentiekarakteristiek en bandbreedte (breedband- t.o.v. afgestemde trappen).
- Instelling in klasse A, A/B, B en C.
- Harmonische vervorming en intermodulatievervorming, oversturing van versterkertrappen.

- Vermogenversterkers met buizen, spanningen en impedanties, impedantiëtransformatie.
- Parasitaire oscillaties.

Datum
30 juli 2010

Referentie
944b.v1

3.5 Detector

- AM-detectoren:
 - Diodedetector;
 - Productdetector en BFO.
- FM-detectoren.

3.6 Oscillator

- Factoren die de frequentie en frequentiestabiliteit bepalen.
- Oscilleeromstandigheden.
- LC-oscillator.
- Kristaloscillator, overtone-oscillator.
- Spanningsgestuurde oscillator (VCO, frequentiemodulator).
- Faseruis.

3.7 Phase Locked Loop [PLL]

- Regellus met fasevergelijkschakeling.
- Regellus met instelbaar deeltal.
- Filter in de regellus.
- Modulatie in de VCO.

3.8 Mengtrap

- Mengtrap met transistor, JFET of dioden.
- Som- en verschilmenging, spiegelfrequentie.
- Amplitudemodulator.
- Balansmodulator.

3.9 Digitale signaalverwerking

- FIR en IIR filter blokschema.
- Fourier transformatie (grafische weergave):
 - DFT;
 - FFT.
- Directe digitale frequentiesynthese (DDS).

Hoofdstuk 4 ONTVANGERS

4.1 Uitvoering

- Enkel- en dubbelsuperheterodyne ontvanger.
- Directe conversie.

4.2 Blokschema's

- CW-ontvanger [A1A].
- AM-ontvanger [A3E].
- EZB-ontvanger [J3E].
- FM-ontvanger [F3E].

4.3 Werking en functies van de volgende schakelingen [alleen als onderdeel van een blokschema]

- HF-versterker [smalband of breedband].

- Oscillator [vast en variabel].
- Mengtrap.
- Middenfrequentversterker.
- Begrenzer.
- Detector.
- Zwevings-oscillator [BFO].
- Productdetector.
- LF-versterker.
- Automatische versterkingsregeling.
- S-meter.
- Ruisonderdrukker [squelch].

Datum
30 juli 2010

Referentie
944b.v1

4.4 Ontvangerspecificaties

- Nabijselectiviteit.
- Verafselectiviteit.
- Gevoeligheid, ruisgetal.
- Stabiliteit.
- Intermodulatie; kruismodulatie.
- Reciproke menging (faseruis).
- Gevoeligheidsvermindering (desensitization).
- Blokkering.

Hoofdstuk 5 ZENDERS

5.1 Uitvoering

- Zender met of zonder frequentietransformatie.
- Transceiver (TRX).

5.2 Blokschema's

- CW-zender [A1A].
- EZB-zender [J3E].
- FM-zender met PLL [F3E].

5.3 Werking en functies van de volgende schakelingen [alleen als onderdeel van het blokschema]

- Mengtrap.
- Oscillator.
- Scheidingstrap.
- Stuurtrap.
- Frequentievermenigvuldiger.
- Vermogensversterker.
- Aanpassing.
- Uitgangsfiler.
- Frequentiemodulator.
- Lf-begrenzer.
- Balansmodulator.
- Fasemodulator.
- Zijbandfilter.

5.4 Zenderspecificaties

- Frequentiestabiliteit.
- Hf-bandbreedte.

- Zijbanden.
- Lf-bandbreedte.
- Niet-lineariteit (harmonische en intermodulatievervorming).
- Uitgangsimpedantie.
- Uitgangsvermogen.
- Rendement.
- Frequentiezwaaier.
- Modulatie-index.
- Sleutelklikken en chirps.
- Ongewenste hf-uitstralingen.
- Effecten van oversturing.
- Faseruis.
- Kaststraling.

Datum
30 juli 2010

Referentie
944b.v1

Hoofdstuk 6 ANTENNES EN TRANSMISSIELIJNEN

6.1 Antennetypen

- Halvegolfantenne met voeding in het midden.
- Halvegolfantenne met voeding aan het einde.
- Gevouwen dipool.
- Kwartgolf verticale antenne [groundplane].
- Antenne met parasitaire elementen [Yagi].
- Apertuurantennes (parabolische reflector, hoorn).
- Dipool met sperkringen [traps].

6.2 Antenne-eigenschappen

- Stroom- en spanningsverdeling.
- Impedantie in het voedingspunt.
- Capacitieve of inductieve impedantie buiten resonantie.
- Polarisatie.
- Richteffect, rendement en antennewinst.
- Effectief uitgestraald vermogen [ERP, EIRP].
- Voor/achterverhouding.
- Horizontale en verticale stralingsdiagrammen.
- Effectief opvangend oppervlak.

6.3 Transmissielijnen

- Open lijn.
- Coaxiale kabel.
- Golfpijp.
- Karakteristieke impedantie $[Z_0]$.
- Verkortingsfactor.
- Staandegolfverhouding $\left[SGV = \frac{Z_{bel}}{Z_0}\right]$ of $\left[SGV = \frac{Z_0}{Z_{bel}}\right]$.
- Verliezen.
- Balun.
- Kwartgolf lijn als impedantietransformator $[Z_0^2 = Z_{in} \cdot Z_{uit}]$.
- Antenne aanpassingseenheid.

Hoofdstuk 7 PROPAGATIE

Datum
30 juli 2010

Referentie
944b.v1

7.1 Algemeen

- Signaalverzwakking, signaalruisverhouding.
- Zichtbereikverbinding, vrije – ruimtepropagatie.
- Kosmische ruis.
- Basisbegrippen van de propagatievoorspelling (link budget):
 - Overheersende ruisbron (bandruis t.o.v. ontvangerruis);
 - Minimaal benodigde signaal- ruisverhouding;
 - Minimaal benodigd ontvangen signaalvermogen;
 - Trajectverliezen;
 - Antennewinst;
 - Transmissielijnverlies;
 - Minimaal benodigd zendvermogen.

7.2 HF

- Ionosfeerlagen.
- Kritische frequentie.
- Invloed van de zon op de ionosfeer.
- Maximum Usable Frequency [MUF].
- Grondgolf en ruimtegolf.
- Opstralingshoek, invloed antennehoogte.
- Dode zone en skip distance.
- Multipadeffecten in ionosferische propagatie, fading.
- Atmosferische ruis.

7.3 VHF en hoger

- Troposfeer.
- Golfgeleidervorming in de atmosfeer (ducting).
- Verstrooiing (scattering).
- De invloed van de antennehoogte op de overbrugbare afstand [radio horizon].
- Temperatuurinversie.
- Sporadische E-reflectie.
- Aurorareflectie.
- Meteorscatter.
- Maanreflectie (EME).
- Thermische ruis van het aardoppervlak.

Hoofdstuk 8 METINGEN

8.1 Meten

Het meten van:

- Gelijk- en wisselspanningen;
- Gelijk- en wisselstromen;
- Weerstand;
- Gelijkstroom- en hoogfrequentvermogen [gemiddeld vermogen, "Peak Envelope Power"];
- Staandegolfverhouding;
- Golfvorm van de omhullende van een hoogfrequent signaal;
- Frequentie;
- Resonantiefrequentie.

Meetfouten:

- Invloed van de frequentie;
- Invloed van de golfvorm;
- Invloed van de inwendige impedantie van meetinstrumenten.

Datum
30 juli 2010

Referentie
944b.v1

8.2 Meetinstrumenten

Het meten met:

- Universeelmeter (digitaal en analoog);
- Staandegolfmeter;
- Frequentieteller;
- Spectrumanalyser;
- Signaalgenerator;
- Oscilloscoop;
- Kunstantenne [dummy load], HF-vermogensmeter.

Hoofdstuk 9 STORING EN IMMUNITEIT

9.1 Storing in elektronische apparatuur

- Blokkering [werkpuntverschuiving].
- Interferentie met het gewenste signaal.
- Intermodulatie.
- Laagfrequentdetectie.

9.2 Oorzaak van de storing in elektronische apparatuur

- Veldsterkte van de zender.
- Ongewenste uitstraling van de zender [parasitaire uitstraling, harmonischen].
- Ongewenste beïnvloeding van apparatuur:
 - via de antenne-ingang [antennespanning, ingangselectiviteit];
 - via andere aangesloten leidingen;
 - door directe instraling.

9.3 Maatregelen tegen storingen

Voorzieningen ter voorkoming en opheffing van storingen:

- Filteren;
- Ontkoppelen;
- Afscherming.

Hoofdstuk 10 VEILIGHEID

10.1 Het menselijk lichaam

- Weerstand van het menselijk lichaam.
- Toegelaten aanrakingsspanning.
- De gevolgen van elektrische schok.
- Toegelaten vermogensdichtheid van een hoogfrequentveld [watt/m²].

10.2 Netvoeding

- Verschil tussen fase, nul en aarde [kleurcode].
- Uitvoeringen van aardverbindingen.
- Aardlekschakelaar.
- Snelle en trage veiligheden.

10.3 Hoge spanningen

- Isolatie.
- Afscherming.
- Aarding.
- Geladen condensatoren.

10.4 Bliksemontlading

- Gevaar.
- Bescherming.

10.5 Opstelling

- Apparatuur binnen.
- Apparatuur buiten.
- Antenne.

Datum

30 juli 2010

Referentie

944b.v1

Hoofdstuk 11 NATIONALE EN INTERNATIONALE GEBRUIKSREGELS EN PROCEDURES

- Q-codes.
- Overige codes.
- Internationaal nood-, spoed- en veiligheidsverkeer en verkeer bij natuurrampen.
- Roepletters:
 - Prefix;
 - Suffix;
 - In Nederland.
- Internationaal spellingsalfabet.

Hoofdstuk 12 NATIONALE EN INTERNATIONALE REGELGEVING AMATEURDIENST EN AMATEURSATELLIETDIENST

- ITU Radio Regulations.
- CEPT aanbevelingen.
- Telecommunicatiewet.
- Algemene Maatregelen van Bestuur.
- Voorschriften en beperkingen.

Hoofdstuk 13 GEDRAGSREGELS

13.1 Maatschappelijke verantwoordelijkheden van de radiozendamateur

- Gewenst gedrag in het radioverkeer:
 - Binnen de Amateurdienst;
 - T.o.v. andere diensten;
 - IARU aanbevelingen.
- Opheffen van storing.
- Reageren op noodverkeer.

13.2 Operationele vaardigheden

- Gebruik kunstantenne.
- Verbindingsprocedures.
- Aanpassen vermogen aan situatie.