

# Transmissielyne

Thys Maree (ZS6MJM)

11 November 2010

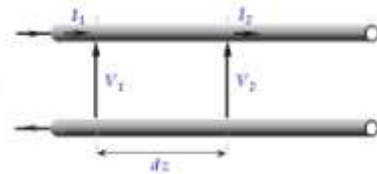
**Transmissielyne** se bestaansdoel is slegs om energie, en in ons geval, radiofrekwensie elektromagnetiese energie, van een punt na die volgende te neem. Verder moet die verliese so min as moontlik wees. By radiofrekwensies is elke geleier, wat se lengte vergelykbaar word met dié van 'n golflengte, 'n potensiële antenna. Om ongewenste uitstraling te voorkom moet daar dus spesiale voorsorg getref word dat uitstraling nie plaasvind nie.

Verliese a.g.v weerstand van geleiers is 'n realiteit en ons moet dit aanvaar. Gelukkig kan ons egter baie doen uitstraling te verhoed. Uitstraling kan gekeer word deur twee geleiers so te rangskik dat 'n presiese teenoorgestelde elektromagnetiese veld deur hulle opgewek word. So kanselleer die een veld die ander heeltemal uit en word uitstraling verhoed. Hierdie beginsel is die basis waarop alle transmissielyne berus.

Kom ons neem 'n voorbeeld van 2 (baie lang) geleiers, geleiers met geen weerstand, wat ewewydig met mekaar gespan is.

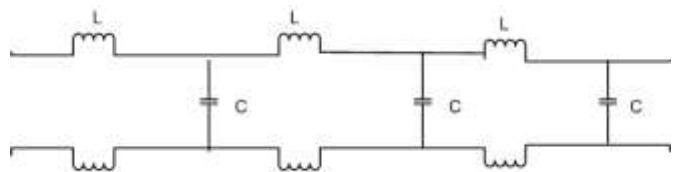
Veronderstel ons koppel 'n battery vir 'n baie kort oomblik aan die lyn, breek die koppeling en na 'n rukkie koppel ons dit weer vir 'n kort oomblik. In ons gedagtes kan ons sien hoe hierdie puls (as ons die battery so kort gekoppel het) op die lyn afhardloop teen byna die spoed van lig.

As ons die tweede puls op die lyn sit het die eerste al vêr op die lyn afgehardloop. Hieruit kan ons nou 'n paar vrae vra:



1. Hoe vinnig beweeg hierdie puls teen die lyn af?
2. Stel ons het 'n 12V battery gekoppel – hoeveel stroom sal daar vloei tydens die puls?
3. Wat gebeur as ons die einde van die lyn bereik?
  - a. Sou die lyn net 'n opebaan wees?
  - b. Sou die lyn gekortsluit wees op die einde?
  - c. Of iets tussen-in?
4. Terug na die realiteit - wat sal die invloed van weerstand in die lyn wees?

Om die vrae te antwoord kan ons kyk na 'n ekwivalente kring van 'n ideale transmissielyn. Hierdie kring verskil van 'n gewone kring. Die induktors en kapasitors is nie regte komponente nie – hulle stel net 'n ekwivalente waarde voor vir 'n sekere lengte van die lyn. Die lengte kan enigiets wees – 100mm of 100m.



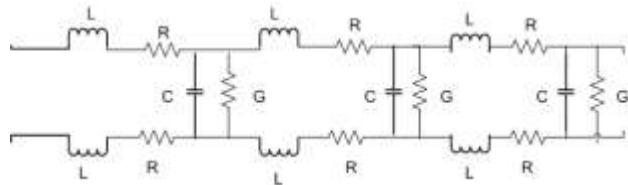
Ideale Tx lyn: L - induktansie per eenheid van lyn; C - kapasitansie per eenheid van lyn

1. **Hoe vinnig beweeg die puls?** Sou ons nou ons 12V battery aan die linkerhand koppel, sal die battery eerste die "induktor" wat weerstand teen die stroomvloei sal bied, sien. Gou sal die stroom begin vloei maar dan sal die kapasitor eers die lading absorbeer en so sal die proses herhaal word - al teen die lyn af. Hierdie ekwivalente induktors en kapasitors is klein maar nogtans sal die spoed van die golf stadiger wees as wat 'n golf in die vrye ruimte sal beweeg.

Hierdie eienskap word die spoedfaktor (SF) van die kabel genoem (Engels: velocity factor VF). Die grootste element wat die spoed beïnvloed is die isolasiemateriaal tussen die geleiers. Lug het 'n baie lae diëlektriese konstante ( $\epsilon$ ) en gevolglik sal die spoedfaktor van 'n luggeïsoleerde kabel baie naby aan die spoed van lig wees. 'n Materiaal soos poliëster in koaksiaalkabels se spoedfaktor is omtrent 0.66 en skuim-poliëster omtrent 0.85.

2. **Hoeveel stroom sal daar vloei met 'n 12V puls?** In daardie eerste oomblikke wat die puls opbou sal die battery 'n weerstand sien wat gelyk is aan die wortel van  $L/C$ . Hierdie weerstand noem ons die kenweerstand van die kabel. Dus, vir 'n 12V puls met 'n kabel van 'n kenweerstand van 50ohm sal daar 'n stroom van  $12V/50ohm = 240mA$  vloei aanvanklik vloei. Hierdie toestand sal net geld terwyl die golf voortspeed. Let op dat met gelykgolftoestande sal die battery met 'n ideale lyn presies net die las aan die einde van die lyn sien.
3. **Wat gebeur as ons die einde van die lyn bereik?**
  - a. Sou die lyn 'n opebaan wees, beteken dit dat daar geen stroomvloei verder sal wees nie. Die puls besit egter energie (onthou, ons het 'n ideale kabel met geen verliese nie) en hierdie energie moet iewers heen gaan. Die spanning by die eindpunt sal nou 2 keer hoër opskiet en so 'n nuwe puls in die tru-rigting begin. Dink 'n golwe in 'n dam wat bots met 'n loodregte damwal en weer terug beweeg – dieselfde beginsel.
  - b. Sou ons 'n kortsluiting by die eindpunt hê sal byna dieselfde gebeur maar hierdie keer sal die spanning val na 0V (a.g.v. die kortsluiting) maar die stroom sal opskiet en hierdie stroompuls sal 'n negatiewe golf terugkaats met die lyn.
  - c. Sou ons die lyn afsluit met 'n weerstand gelyk aan die kenweerstand van die lyn sal die transmissielyn nie eers agterkom dat dit opgehou het nie – al die energie sal net in die weerstand geabsorbeer word. Geen weerkaatsing sal plaasvind nie.

4. **Terug na die realiteit – wat van 'n lyn met weerstand?** Weereens kan ons 'n ekwivalente weerstand ( $R$ ) per eenheid lengte in die kring plaas.

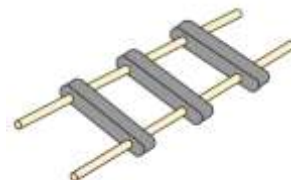


Duidelik sal daar nou verliese wees.  $R$  kan ook met 'n gelykstrommeter gemeet word.  $G$  stel die konduktansie van die isolasiemateriaal voor. Konduktansie is die omgekeerde van weerstand en word gemeet in Siemens. Dus gee dit 'n aanduiding hoe maklik stroom vloei in 'n geleier. Partykeer word dit afgekort met  $mho$  – omgekeerde van ohm. A.g.v. van diëlektriese eienskappe van materiale soos poliëster vind daar klein vervormings in die materiaal plaas as 'n elektriese veld daarvoor aangelê word. Hierdie verandering benodig energie en dit word getap van die puls wat deur die lyn beweeg en met die gevolglike verliese. Met 'n gelykspanning oor die kabel kan hierdie verliese ( $G$ ) egter nie gemeet kan word nie.

**Die praktyk:** Transmissielyne kan gegroepeer word in 2 hoof groepe.

**Die eerste groep is gebalanseerde lyne.** Ons noem hierdie lyne “gebalanseerd” omdat beide geleiers onafhanklik van die grondvlak is. Op die platteland kan nog van die ou oopdraadroetes gesien word. Basies 2 geleiers wat so 150mm van mekaar gespan is met gewone lug as isolator. Hul kenwaarde is omtrent 600 ohm met baie min verliese.

Vir ons as radio-amateurs is die gewone leerlyn dalk meer bekend soos hier in die skets aangetoon. Hierdie transmissielyne kom met kenwaardes van 300 tot 450 ohm.



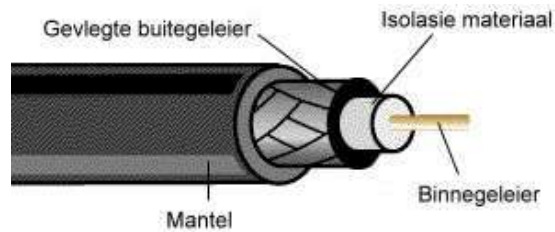
Nog 'n bekende tipe transmissielyn is die kables wat met rekenaar netwerke gebruik word. Dit bestaan uit 'n aantal kabelpare wat redelik styf om mekaar gedraai is.

Hierdie kables word tans tot en met omtrent 100MHz gebruik. Die kenwaarde is ongeveer 100ohm.



**Die volgende hoofgroep is ongebalanseerde kables** waarvan

koaksiaalkables die bekendste is. Hulle is "ongebalanseerd" omdat een van die geleiers gewoonlik direk aan 'n aarde of raam van die toestel gekoppel word. 'n Koaksiaalkabel bestaan uit 'n binnestegeleier wat omring is deur 'n isolasie materiaal en dan 'n buis wat dien as die 2de geleier. Dus beide geleiers het dieselfde as (koaksiaal). Hierdie kabel is in 1880 deur die Engelse ingenieur en wiskundige, Oliver Heaviside, gepatenteer.



Die voordeel van koaksiaalkabel is dat die elektromagnetiese velde beperk word tot die binneste deel van die kabel. Aan die buitekant vloei daar geen stroom nie. Dus kan hierdie kabel op en teen metaalrame, - rakke ens gemonteer word. Die voorwaarde is net dat die binne- en buitestrome mekaar presies moet kanseller. Sou daar egter 'n gemene stroom in altwee geleiers vloei sal daar wel 'n stroom aan die buitekant vloei.

**Tipiese waardes van die algemeenste kables:**

Tipe	Kenwaarde	SF (VF)(%)	Diëlektiese tipe	Maks V (WGK)	Aangepaste las verlies(dB/100' of 30m)			
					1MHz	10MHz	100MHz	1GHz
RG-58	50	85	Skuim pol.	300	0.3	1	3	9.7
RG-58	52	66	Poliëster	1 400	0.4	1.3	4.3	14.3
RG-213	50	66	Poliëster	3 700	0.2	0.6	1.9	8
Hardline 1/2"	50	81	Skuim pol.	2 500	0.05	0.2	0.8	3.2
Twinlead	300	80	Poliëster	8 000	0.1	0.2	1.1	4.8
WM	440	91	Poliëster	10 000	0.02	0.08	0.3	1.1
CQ552								

Bestudeer gerus hierdie tabel. 'n Paar opmerkings:

1. Hierdie waardes is van toepassing as die las aangepas is by die kenwaarde van die kabel. In die praktyk gebeur dit baie selde dat die staande-golf-verhouding (SGV) 1:1 is. Met 'n swakker SGV is die verliese baie meer a.g.v die groter strome wat op en af vloei!
2. RG-58 is nie lonend by 145Mhz en nog minder by 450MHz.
3. Ooplyne het baie lae verliese maar dit is 'n probleem in die hok – hoe hou jy dit weg van alle metale?
4. Teen 1GHz het ooplyne baie min verliese maar ongelukkig is die antennes nie geskik vir daardie hoë kenwaarde nie. Om die kenwaardes aan te pas deur baluns bring weer sy eie verliese.
5. RG-58 het sy plek in die hok waar kort verbindings tussen toerusting gedoen moet word.
6. RG-58 is ook heel bruikbaar teen minder as 10MHz, met 'n goed aangepaste antenna (nie aanpasser nie) en met kort lengtes.
7. Oppas vir die lae maksimum spanning van RG-58 skuim poliëster.