



Inhoud

4	Condensatoren en spoelen.....	2
4.1	De bedoeling van dit hoofdstuk.....	2
4.2	Elektrische en magnetische velden	2
4.2.1	Elektrische velden.....	2
4.2.2	Magnetische velden.....	3
4.3	Condensatoren.....	4
4.3.1	Opbouw en schemasymbool.....	4
4.3.2	Een condensator opladen uit een spannings- of stroombron	5
4.3.3	De eenheid van capaciteit.....	5
4.3.4	Waarvan hangt de capaciteit van een condensator af?	5
4.3.5	Doorslagspanning.....	6
4.3.6	Uitvoeringen van condensatoren	6
4.4	Spoelen.....	6
4.4.1	Schemasymbool.....	6
4.4.2	Inductie en zelfinductie	6
4.4.3	Het op gang komen van een stroom in een zelfinductie	7
4.4.4	Wat bepaalt de zelfinductie van een spoel?.....	8
4.5	Weerstand met condensatoren of spoelen; tijdconstante	9
4.6	Parallel- en serieschakeling van condensatoren en spoelen	11
4.6.1	Verschil tussen parallel- en serieschakeling.....	11
4.6.2	Parallelschakeling van condensatoren.....	11
4.6.3	Serieschakeling van condensatoren	11
4.6.4	Parallelschakeling van spoelen.....	12
4.6.5	Serieschakeling van spoelen	12
4.6.6	Samenvattend overzicht	13



4 Condensatoren en spoelen

4.1 De bedoeling van dit hoofdstuk

Je maakt kennis met twee veelgebruikte componenten (=onderdelen) waarin elektrische energie tijdelijk wordt opgeslagen. Condensatoren doen dat in een elektrisch veld, spoelen in een magnetisch veld. We beginnen daarom met elektrische en magnetische velden, daarna volgen condensatoren en spoelen en hoe ze elektrische energie ‘stallen’ in een elektrisch of magnetisch veld en hoe die velden weer worden omgezet naar elektrische energie. Combinaties met weerstanden worden besproken en vooral hoe snel dan stromen en spanningen worden opgebouwd en weer uitdoven.

4.2 Elektrische en magnetische velden

4.2.1 Elektrische velden

Een elektrisch veld is het krachtveld tussen elektrische ladingen. Ladingen kunnen positief of negatief zijn. Positieve lading betekent minder elektronen dan protonen, negatieve lading het omgekeerde: meer elektronen dan protonen.

Tegengestelde ladingen trekken elkaar aan, gelijksoortige ladingen stoten elkaar af. Of elkaar afstotende ladingen positief of negatief zijn, maakt voor de kracht van de afstoting niets uit, de grootte van de ladingen en hun afstand wel. Bij een punt- of bolvormige lading waar de kracht in alle richtingen even sterk is, neemt die af met het kwadraat van de afstand: afstand $2x$ zo groot, kracht $4x$ zo klein. Lading wordt aangeduid met symbool Q . De eenheid is de coulomb, symbool C .

Een elektrisch veld bevat energie. Door elkaar afstotende ladingen te verbinden, bijvoorbeeld via een weerstand, loopt er even een stroom. Daarna zijn ladingsverschil en veld weg en is de weerstand warmer geworden. Dat bewijst dat het om energie gaat.

De afstotings- of aantrekkingskracht in een magnetisch veld is evenredig met de elektrische veldsterkte \vec{E} . De pijl geeft aan dat het een *vectorgrootte* is. Een vectorgrootte heeft behalve een grootte ook een richting. De eenheid is Vm^{-1} , *volt per meter* dus. Bij een spanningsverschil U over een klein afstandje d geldt:

$$\vec{E} = \frac{U}{d} \quad (4.2-1)$$

In de praktijk wordt de pijl vaak achterwege gelaten, vooral als de richting van het veld toch wel duidelijk is. Een elektrisch veld heeft *veldlijnen*, de lijn waarlangs een puntladinkje zich zou bewegen van of naar een lading die het veld veroorzaakt. Veldlijnen zijn dus eigenlijk stroomlijnen. Het aantal veldlijnen is oneindig.

Soms is het nodig, elektrische velden af te schermen, bijvoorbeeld als een deel van een schakeling een ander deel niet mag beïnvloeden. De manier om een elektrisch veld af te schermen is door tussen de delen die elkaar niet mogen ‘zien’, een elektrisch geleidend



scherm te plaatsen en dat aan een vaste spanning als *aarde* of *massa* te leggen. Dat scherm kan een plaatje metaal tussen beide delen zijn, maar het deel dat niet mag storen of worden gestoord, kan ook in zijn geheel worden *ingeblikt*, zoals veel amateurs dat noemen.

Coaxiale kabel of kortweg *coax* is een ander voorbeeld van afscherming: de mantel schermt de kern af, maar heeft een dubbelfunctie: hij transporteert ook retourstroom.

4.2.2 Magnetische velden

Een magnetisch veld is de invloedssfeer van een magneet. In theorie is dat veld oneindig groot. Er zijn permanente magneten die altijd magnetisch zijn en tijdelijke magneten die een elektrische stroom nodig hebben om magnetisch te zijn. Eigenlijk is elke stroom voerende draad zo'n magneet, maar wel een heel zwakke.

Een magnetisch veld lijkt wat vorm betreft op een elektrisch veld. Het kent geen *positief* en *negatief* maar *noord* en *zuid*. Een magneet heeft geen lading, maar polen. Gelijke polen stoten elkaar af en ongelijke polen elkaar aan. Dat is te zien in het filmpje over [aantrekken en afstoten](#). Wat aantrekken en afstoten betreft is er geen verschil met elektrische velden. Met de kracht van aantrekking en afstoting gaat het ook als in een elektrisch veld: afstand 2x zo groot, kracht 4x zo klein.

De noordpool van een kompas wijst naar de magnetische noordpool. De magnetische noordpool moet dus magnetisch gezien een zuidpool zijn.

Een magnetisch veld kan worden gebundeld door materiaal dat het veld goed geleidt. Zulk materiaal heeft een hoge *magnetische permeabiliteit*. Dat kan bijvoorbeeld ijzer, nikkel, ferriet of een permeabel mineraal (bv. magnetiet) zijn. Het filmpje over [magnetische permeabiliteit](#) laat het verschijnsel zien.

Een magnetisch veld heeft net als een elektrisch veld een sterkte (*veldsterkte*), op elke plaats een richting en veldlijnen. Een kompasnaald neemt de richting aan van de veldlijn ter plaatse. De vorm van een magnetisch veld is in het [filmpje daarover](#) te zien.

Een permanente magneet heeft een magnetisch veld, maar een magnetisch veld ontstaat ook als een stroom door een geleider, bijvoorbeeld een draad, loopt. Tussen beide vormen van magnetisme is geen verschil. Wel geeft dit aan dat magnetisme verband houdt met stroom, terwijl een elektrisch veld verband houdt met spanning.

De veldlijnen van het magnetisch veld van een stroom voerende draad liggen als cirkels rondom de draad. Keert de stroom om, dan keert ook het veld om. We kunnen dat zien in het [filmpje](#) over de omkering van stroom en het bijbehorende magnetische veld. De vorm van het veld verandert door de omkering niet.

Een sterker magnetisch veld dan met een draad bij dezelfde stroomsterkte maak je met een spoel. Een spoel is eigenlijk een herhaling van steeds dezelfde draad. Een spoel met

een magnetisch permeabel materiaal er binnenin maakt een nog sterker magnetisch veld. Dat is te zien in het filmpje over [elektromagnetisme](#).

Magnetische veldsterkte heeft net als elektrische veldsterkte een richting en een grootte. Het gebruikelijke symbool voor magnetische veldsterkte is \vec{H} omdat het -net als de elektrische veldsterkte- een vectorgrootheid is. Ook hier laten we in de praktijk de pijl vrijwel altijd weg, dus H . De eenheid is A/m, ampère per meter. Dat geeft aan dat een magnetisch veld samenhangt met stroom.

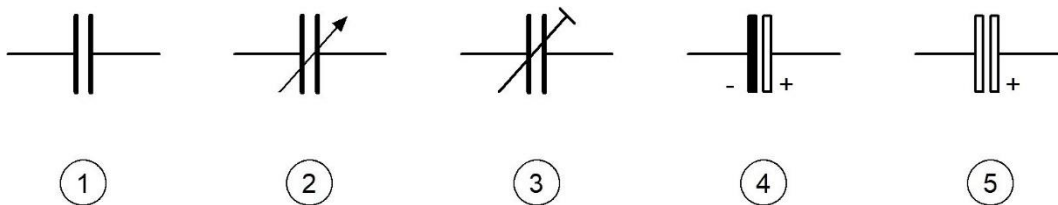
Afscherming van magnetische velden wordt toegepast om dezelfde reden als afscherming van elektrische velden. Het gaat op een vergelijkbare manier, maar een goede elektrische afscherming is niet automatisch ook een goede magnetische afscherming. Voor een magnetische afscherming is goed magnetisch geleidend materiaal, dus met een hoge magnetische permeabiliteit nodig. Daarvoor bestaan speciale metaallegeringen (mengsels) die bekend staan onder de naam *mu-metaal*. Meer informatie vind je op <https://nl.wikipedia.org/wiki/Mumetaal>. Mu-metaal is ook elektrisch geleidend en kan dus ook elektrische velden redelijk afschermen.

Ferrieten zijn in principe ook bruikbaar voor magnetische afscherming. Ze zijn niet of slecht elektrisch geleidend en schermen elektrische velden dus niet af.

4.3 Condensatoren

4.3.1 Opbouw en schemasymbool

Een condensator slaat energie op in een elektrisch veld. Dat veld zit tussen twee platen. Tussen die platen zit een isolator, het diëlektricum. De opbouw zien we terug in de verschillende schemasymbolen voor condensatoren (Figuur 4.3-1).



Figuur 4.3-1. Schemasymbolen voor condensatoren. 1: vaste condensator; 2: variabele condensator; 3: instelbare condensator (heet ook trimcondensator of trimmer) 4: elektrolytische condensator (elco), oud symbool; 5: elektrolytische condensator (elco), modern symbool.

De elektrolytische condensator in Figuur 4.3-1 heeft een + en een – aansluiting. De diëlektricum in dit type condensatoren ontstaat uit een elektrochemische reactie. Verkeerd aansluiten vernielt het diëlektricum.

Het elektrisch veld wordt in stand gehouden zolang er een spanningsverschil U tussen de platen is. De richting van het veld is loodrecht op de platen. Als de afstand tussen de

platen d is, geldt voor de elektrische veldsterkte E (zonder pijl boven de E , want de richting is overal dezelfde)

$$E = \frac{U}{d} \quad (4.3-1)$$

4.3.2 Een condensator opladen uit een spannings- of stroombron

Als een condensator wordt opgeladen uit een stroombron, loopt de lading Q (eenheid: coulomb) evenredig op met de oplaadtijd t en met de stroomsterkte I . Als de lading 0 is als de stroom begint (dus als $t=0$), geldt:

$$Q = It \quad (4.3-2)$$

De spanning U is evenredig met de lading Q en omgekeerd evenredig met de capaciteit C :

$$U = \frac{Q}{C} \quad (4.3-3)$$

Dat is hetzelfde als:

$$Q = UC \quad (4.3-4)$$

Een condensator die wordt opgeladen uit een spanningsbron neemt letterlijk 'in no time' de spanning van de bron over als de weerstand tussen bron en condensator 0 is en de bron een oneindig grote stroom kan leveren. In de praktijk wordt aan geen van beide voorwaarden voldaan en duurt het dus heel even, totdat de condensator is opgeladen.

4.3.3 De eenheid van capaciteit

Bij een condensator is de capaciteit C de evenredigheidsfactor tussen lading en spanning, zie (4.3-4). Capaciteit wordt uitgedrukt in farad. De farad F is C/V (of CV⁻¹). In woorden: een condensator van 1 F heeft bij een spanning van 1 V een lading van 1 C. Let op het verschil in schrijfwijze tussen de C voor c(4.3-5)apaciteit en de C voor coulomb. De afkorting voor condensator in schema's is meestal ook C. Rechttop, want een condensator is een ding en geen grootheid. Zodra het symbool als grootheid wordt opgevat, wordt het C .

4.3.4 Waarvan hangt de capaciteit van een condensator af?

De capaciteit C van een condensator hangt af van

- De oppervlakte A van de platen (eenheid: cm²)
- De afstand d tussen de platen (eenheid: cm)
- De relatieve diëlektrische constante ϵ_r .

$$C = 0,0885 \epsilon_r \frac{A}{d} \quad (4.3-5)$$

Let op!! C is hier in pF!

Het verband dat (4.3-5) weergeeft is examenstof, maar het getal 0,0885 niet. Dat een n maal zo grote relatieve diëlektrische constante ϵ_r leidt tot een n maal zo grote capaciteit, weer wel.

Een moderner woord voor relatieve diëlektrische constante is relatieve *permittiviteit*. *Relatief* is hier ten opzichte van vacuüm ofwel luchtledig. De grootte ϵ_r geeft het aantal malen dat ϵ_r groter is dan de ϵ van luchtledig met symbool ϵ_0 . Dat verklaart de vreemde constante 0,0885 in vergelijking (4.3-5). Voor vacuüm geldt $\epsilon_r = 1$, net als (bijna) voor lucht. Voor de meeste vaste stoffen geldt een waarde tussen 1 en 10 die per stof verschilt.

4.3.5 Doorslagspanning

Als de spanning over een condensator te groot wordt, dan ontstaat vonkoverslag en brandt er een gat in het diëlektricum. Sommige soorten zijn zelfherstellend, de meeste niet. Op condensatoren is de maximale spanning vrijwel altijd aangegeven.

4.3.6 Uitvoeringen van condensatoren

Condensatoren kunnen verschillen in diëlektricum en opbouw. De verschillen worden vooral bepaald door de beoogde toepassing. Condensatoren kunnen een vaste waarde hebben (nr. 1 in Figuur 4.3-1) maar van sommige is de waarde binnen bepaalde grenzen instelbaar. De instelling kan éénmalig zijn (*trimcondensatoren* of *trimmers*, nr. 3 in Figuur 4.3-1) of permanent mogelijk (*variabele condensatoren*, nr. 2 in Figuur 4.3-1). Elco's (zie 4.3.1) hebben een grote, maar onnauwkeurige capaciteit en mogen niet verkeerd om worden aangesloten.

4.4 Spoelen

4.4.1 Schemasymbool

In Figuur 4.4-1 staan een oud en een modern schemasymbool voor een spoel

Schemasymbolen spoel

Oud 

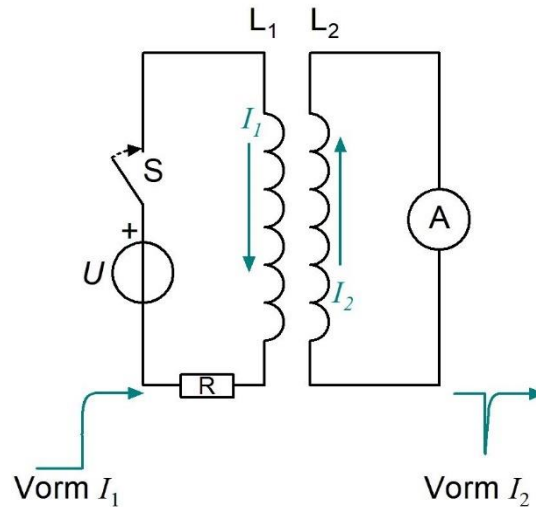
Modern 

Figuur 4.4-1. Schemasymbool van een spoel. Boven: oud; onder: modern.

4.4.2 Inductie en zelfinductie

Stroom door een draad of spoel laat een magnetisch veld ontstaan. Dat heet *elektromagnetisme* (filmpje [elektromagnetisme](#), al eerder genoemd in 4.2.2). Een veranderend magnetisch veld in een spoel laat een stroom ontstaan. Dat heet *inductie* (filmpje [inductie](#)).

Inschakelen van een stroom in een spoel betekent de opbouw van een magnetisch veld in en rondom de spoel. Als in dat veld nog een tweede spoel aanwezig is, veroorzaakt het veranderende veld daarin een stroom (Figuur 4.4-2).



Figuur 4.4-2. Twee spoelen; links met spanningsbron, schakelaar en weerstand, rechts met ampèremeter.

Na het sluiten van de schakelaar S gaat er door de linker spoel (L_1) een stroom lopen die een magnetisch veld veroorzaakt. Daardoor ontstaat een korte stroompiek I_2 in tegengestelde richting in de rechter spoel (L_2). Die valt terug op 0, zodra de stroom in de linker spoel de sterkte bereikt die door de spanning van de bron links en de weerstand R wordt bepaald (Wet van Ohm, $U=IR$ en $I=U/R$). De stroom I_2 heet *inductiestroom*.

Omdat I_2 heeft de omgekeerde richting heeft van de stroom die hem veroorzaakt werken I_2 en spoel L_2 de vorming van het magnetisch veld van spoel L_1 en stroom I_1 tegen.

Als er maar één spoel is, zit die spoel midden in zijn eigen magnetisch veld. Als daarin een stroom ontstaat, bouwt die een magnetisch veld op. De opbouw van dat veld veroorzaakt een tegenstroom in de spoel. De netto stroom in de spoel is dan de som van twee tegengestelde stromen. Daardoor komt de stroom in de enkelvoudige spoel niet ineens, maar geleidelijk op gang.

Ook dit is inductie, maar doordat de inductiestroom als tegenstroom in dezelfde spoel loopt als de stroom die het magnetisch veld veroorzaakt, heet dit verschijnsel *zelfinductie* in plaats van *inductie*.

Een stroomverandering in een zelfinductie werkt zichzelf tegen. Dit is een gevolg van de wet van Lenz. Meer hierover is te vinden op (bijvoorbeeld)

<https://www.natuurkunde.nl/artikelen/2091/53-de-wet-van-lenz>.

4.4.3 Het op gang komen van een stroom in een zelfinductie

Als een zelfinductie zonder verdere weerstand met een spanningsbron met spanning U wordt verbonden, zal de stroom I op 0 beginnen en daarna evenredig met de tijd t ($t=0$ op het moment van aansluiten) oplopen. In vergelijkingvorm:

$$I = \frac{Ut}{L} \quad (4.4-1)$$

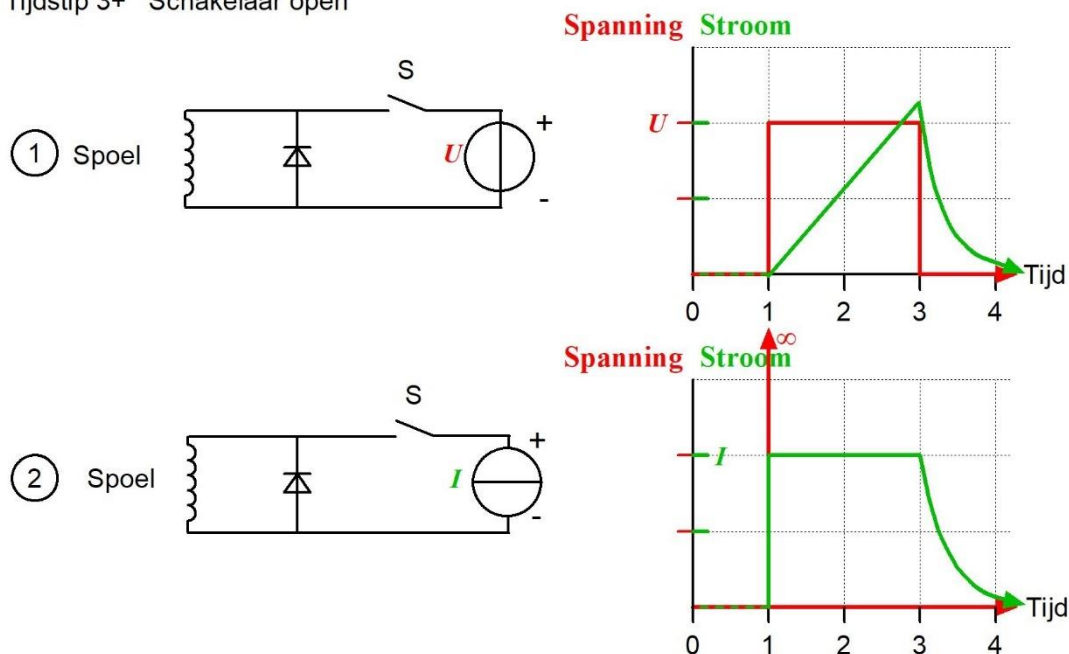
L is de zelfinductie. De eenheid is de henry (H). In een spoel van 1 H loopt bij een spanning van 1V de stroom met 1 A/s op. Bij 2 H wordt dat $\frac{1}{2}$ A/s, want L staat in de noemer van (4.4-1). Hoe groter de zelfinductie, des te trager verloopt de groei van I met de tijd.

Wordt de verbinding met de bron verbroken, dan moet de energie in het gevormde magneetveld ergens naar toe, want zonder stroom is er geen magnetisch veld. Er ontstaat dan tijdelijk een elektrisch veld tussen de schakelcontacten en meestal, afhankelijk van de stroomsterkte en de grootte van de zelfinductie, met vonkvorming.

Vonkvorming is te voorkomen met een vonkblusdiode (Figuur 4.4-3). Op tijdstip 3 gaat daar de schakelaar open en wordt de stroom afgebroken. Deze blijft nog even doorlopen via de diode, maar dooft onder invloed van de onvermijdelijke weerstand van de schakeling meer of minder snel uit.

De start van de stroom in deel 2 van Figuur 4.4-3 vraagt toelichting. Een theoretische stroombron maakt desnoods een oneindig hoge spanning om de stroom op gang te krijgen, vandaar het teken ∞ (oneindig) voor de beginspanning in de grafiek. Een werkelijk bestaande stroombron levert die spanning natuurlijk niet, maar gaat niet hoger dan zijn schakeling en bijbehorende voedingsspanning toelaten.

Tijdstip 0-1: Schakelaar open
 Tijdstip 1-3: Schakelaar dicht
 Tijdstip 3+ Schakelaar open



Figuur 4.4-3. Op gang komen en stoppen van stroom door een zelfinductie (spoel), gevoed door een spanningsbron (1) en door een stroombron (2), met vonkblusdiode.

4.4.4 Wat bepaalt de zelfinductie van een spoel?

De zelfinductie L van een spoel hangt af van



- Het aantal windingen n
- De dwarsdoorsnede A van de spoel (cm^2)
- De bewikkelde lengte l van de spoel (cm)
- De relatieve magnetische permeabiliteit μ_r van het kernmateriaal

De magnetische permeabiliteit wordt meestal gegeven als de *relatieve* permeabiliteit μ_r . Deze grootheid zit net zo in elkaar als de relatieve diëlektrische constante. *Relatief* is hier dus opnieuw ten opzichte van luchtledig (vacuüm). De permeabiliteit van vacuüm wordt aangegeven met μ_0 . De permeabiliteit van lucht verschilt nauwelijks van die van vacuüm. Voor lucht geldt dus $\mu_r \approx 1$.

Een vergelijking die voor spoelen met één wikkellaag wordt gebruikt, is

$$L = \frac{\mu_0 \mu_r n^2 A}{l} \quad (4.4-2)$$

De zelfinductie L is in μH . In tegenstelling tot de vergelijking voor capaciteit komt in vergelijking (4.4-2) geen lastig getal voor. Let vooral op het kwadraat van n , l die in de noemer staat en het gebruik van doorsnede A en dus niet de diameter D . Deze vergelijking geldt voor spoelen waarvan de lengte heel groot is ten opzichte van de dikte.

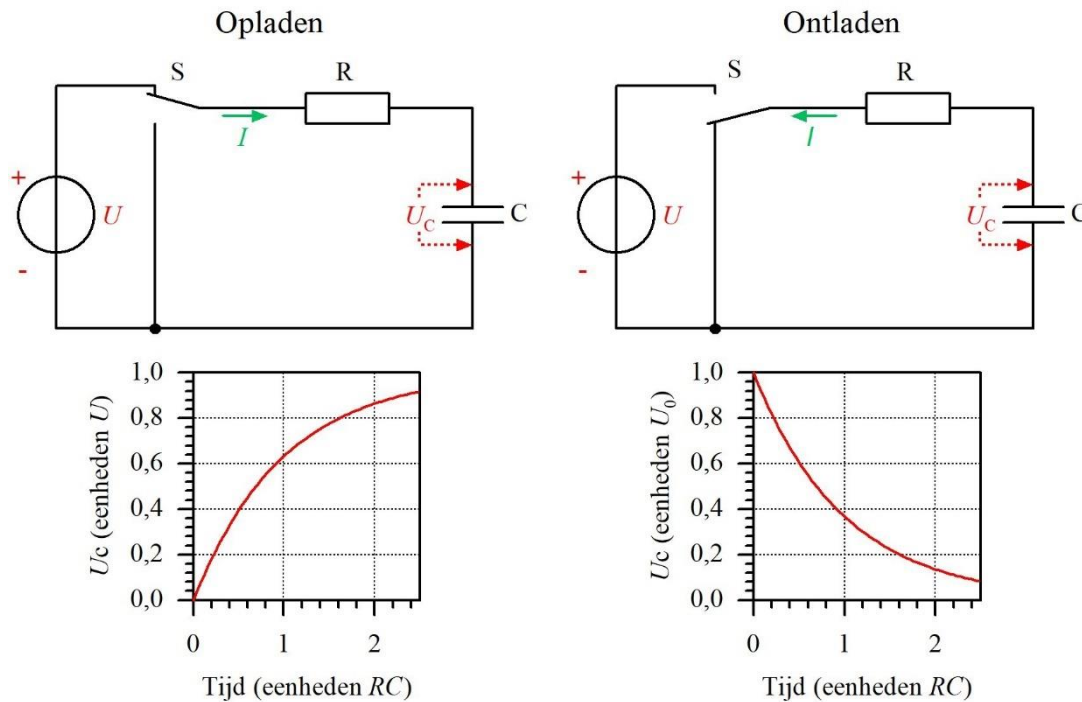
4.5 Weerstanden met condensatoren of spoelen; tijdconstante

In veel schakelingen komen condensatoren in serie met een weerstand voor. Wat minder vaak zien we ook zelfinducties in serie met een weerstand. Van belang is daarbij hoe snel een condensator zich op- of ontladst en hoe snel de stroom in de zelfinductie zich ontwikkelt of uitdooft. Al dit soort schakelingen heeft een tijdconstante, symbool de Griekse letter τ (tau).

Voor een RC-schakeling geldt

$$\tau = RC \quad (4.5-1)$$

Het product RC is daadwerkelijk tijd. $1 \Omega\text{F} = 1 \text{ s}$. Het opladen en ontladen van een condensator C via een weerstand R zien we hieronder in Figuur 4.5-1.



Figuur 4.5-1. Opladen en ontladen van een condensator C via een weerstand R .

Na inschakelen van de spanning (linkerdeel van Figuur 4.5-1) loopt de spanning op de condensator in RC seconden op tot afgerond 63% van de bronspanning U . Na een tijd van $2RC$ is 63% van de resterende 37% overbrugd. Samen met de eerste 63% wordt dat 86,5% en zo gaat dat door. In theorie wordt 100% nooit bereikt; in de praktijk gaan we ervan uit dat dit na $5RC$ (of 5τ) wel het geval is.

Bij het ontladen gaat alles in omgekeerde richting (rechterdeel van Figuur 4.5-1). Ook de stroomrichting keert om, want C wordt nu ontladen. Omdat er geen bron aan te pas komt, maar een opgeladen condensator, gebruiken we als symbool voor de beginspanning U_0 . De 0 staat voor tijdstip 0. Na 1 RC is 63% van U_0 verdwenen. Er is dus nog 37% over. Na $2RC$ is van de resterende 37% weer 63% verdwenen. Je kunt ook zeggen dat er dan nog 37% van 37%, dat is 13,5%, over is en zo vervolgens. Ook hier mag je er in de praktijk van uitgaan dat na $5RC$ (of 5τ) dat de condensator volledig ontladen is.

Bij een RL -schakeling gebeurt ongeveer hetzelfde, alleen is het dan de stroom die op gang komt en vervolgens weer uitdooft. Voor τ geldt bij een RL -schakeling

$$\tau = \frac{L}{R} \quad (4.5-2)$$

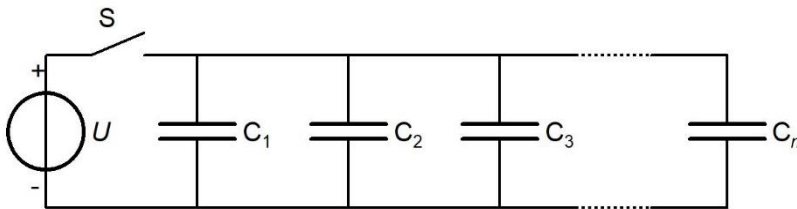
Dus $H/\Omega = s$. De opbouw- en uitdovingsgrafieken zien er precies zo uit als die in Figuur 4.5-1, alleen staat er op de verticale as stroom in plaats van spanning. De maximale stroom wordt bepaald door de weerstand R en de bronspanning U , dus $I_{max} = U/R$.

4.6 Parallel- en serieschakeling van condensatoren en spoelen

4.6.1 Verschil tussen parallel- en serieschakeling

Bij parallelschakeling is de spanning gemeenschappelijk, bij serieschakeling de stroom. Voor elke schakeling is met dat uitgangspunt de vergelijking voor de vervangende condensator- of spoelwaarde te bepalen. We geven hier alleen de uitkomsten; die zijn voor het zendexamen voldoende.

4.6.2 Parallelschakeling van condensatoren



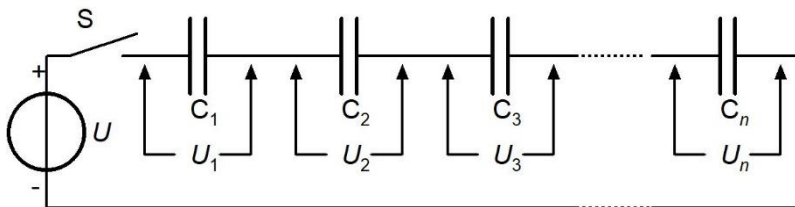
Figuur 4.6-1. Parallelschakeling van condensatoren

De vergelijking voor de vervangingswaarde C_{tot} is

$$C_{tot} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n \quad (4.6-1)$$

Tel alle capaciteiten bij elkaar op en je vindt de vervangingswaarde. Het eindresultaat is groter dan de grootste capaciteit in het rijtje.

4.6.3 Serieschakeling van condensatoren



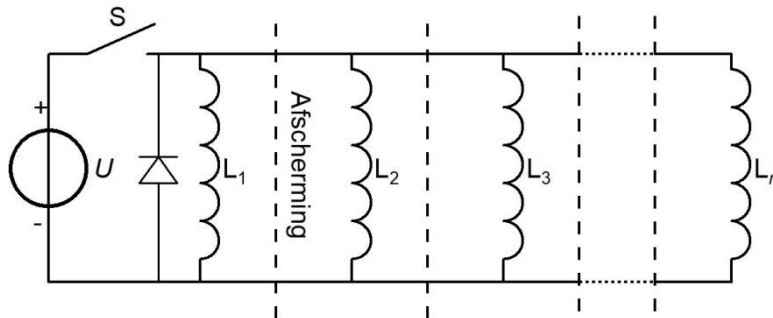
Figuur 4.6-2. Serieschakeling van condensatoren

De vergelijking voor de vervangingswaarde C_{tot} is

$$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad (4.6-2)$$

Je vindt de omgekeerde waarde van de vervangingswaarde C_{tot} door de omgekeerde waarden van alle capaciteiten bij elkaar op te tellen. C_{tot} is kleiner dan de kleinste capaciteit in het rijtje.

4.6.4 Parallelschakeling van spoelen



Figuur 4.6-3. Parallelschakeling van onderling afgeschermdde spoelen (met vonkblusdiode)

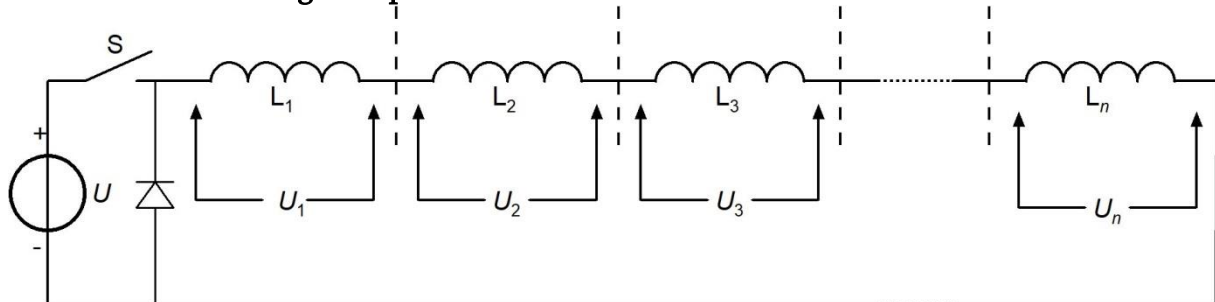
De berekening geldt alleen voor parallel geschakelde spoelen die elkaar niet mogen beïnvloeden. Ze mogen elkaar niet ‘zien’; dat is: ze mogen niet binnen (een deel van) elkaars veld liggen. Vandaar de afschermingen in Figuur 4.6-3. De vonkblusdiode blijft buiten de berekening.

De vergelijking voor de vervangingswaarde L_{tot} is:

$$\frac{1}{L_{tot}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n} \quad (4.6-3)$$

De vergelijking voor parallel geschakelde spoelen is dezelfde als die voor in serie geschakelde condensatoren. L_{tot} is kleiner dan de kleinste zelfinductie in het rijtje.

4.6.5 Serieschakeling van spoelen



Figuur 4.6-4. Serieschakeling van onderling afgeschermdde spoelen (met vonkblusdiode)

Ook hier geldt de berekening alleen voor spoelen die elkaar niet ‘zien’, vandaar de afscherming. De diode heeft geen functie in de vergelijking. Die luidt:

$$L_{tot} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n \quad (4.6-4)$$

De vergelijking voor in serie geschakelde spoelen is dus dezelfde als die voor parallel geschakelde condensatoren. L_{tot} is groter dan de grootste zelfinductie in het rijtje.

4.6.6 Samenvattend overzicht

Tabel 4.6-1 geeft een overzicht van de vergelijkingen voor parallel- en serieschakeling. Om alles compleet te maken zijn ook de vergelijkingen voor serie- en parallelschakeling van weerstanden opgenomen.

Tabel 4.6-1. Overzicht van vergelijkingen voor de vervangingswaarde bij parallel- en serieschakeling van weerstanden, condensatoren en spoelen. De stof voor weerstanden is behandeld in Hoofdstuk 3.

Soort schakeling	Weerstand R	Capaciteit C	Zelfinductie L
Serie	$R_{tot} = R_1 + \dots + R_n$	$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \dots + \frac{1}{C_n}$	$L_{tot} = L_1 + \dots + L_n$
Parallel	$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \dots + \frac{1}{R_n}$	$C_{tot} = C_1 + \dots + C_n$	$\frac{1}{L_{tot}} = \frac{1}{L_1} + \dots + \frac{1}{L_n}$