

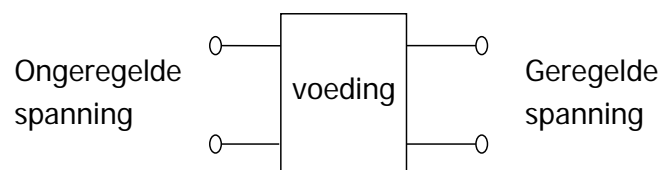
Voedingen

Jan Genoe
KHLim
Universitaire Campus, Gebouw B
3590 Diepenbeek
Belgium

<http://www.khlim.be/~jgenoe>

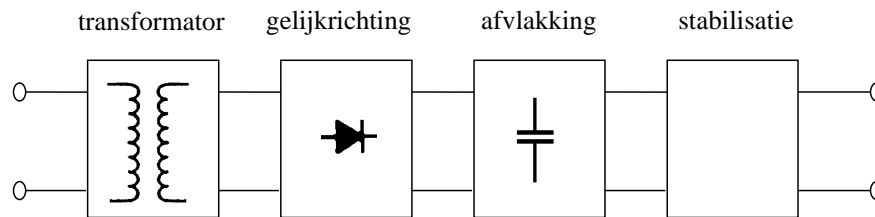
Indeling voedingen

- AC naar DC omzetting
- AC naar AC omzetting
 - dezelfde frequentie
 - andere frequentie
- DC naar AC omzetting
- DC naar DC omzetting



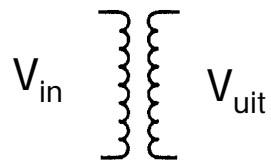
1. AC naar DC omzetting

- Het algemeen basisschema bestaat uit de volgende blokken
 - transformator
 - gelijkrichting
 - afvlakking
 - stabilisatie



De transformator

- Zet de AC spanning om naar het niveau dat de gelijkrichter nodig heeft
- Een galvanische scheiding tussen primaire en secundaire verhoogt de veiligheid in belangrijke mate

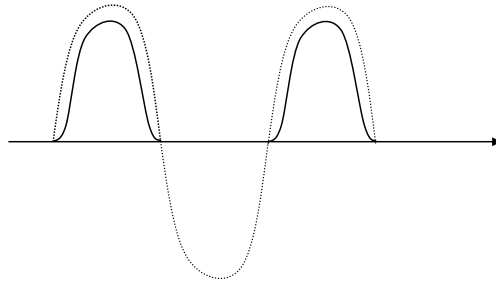
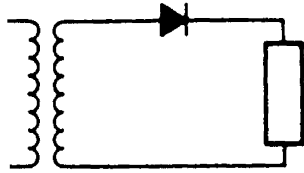


De gelijkrichter en afvlakcondensator

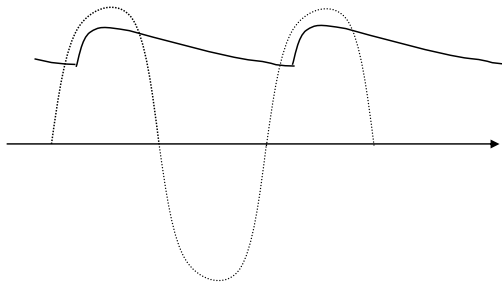
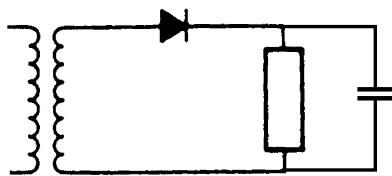
- De gelijkrichter bestaat uit diodes die ervoor zorgen dat de stroom slechts in een richting vloeit
 - Hierdoor is de bekomen spanning slechts van een polariteit
- De afvlakcondensator zorgt voor een afvlakking van deze bekomen spanning
 - Hoe groter de condensator, hoe stabielere de spanning
 - Je kan hiervoor een elektrolytische condensator gebruiken, omdat de spanning een vaste polariteit heeft

De enkelzijdige gelijkrichter

- zonder condensator

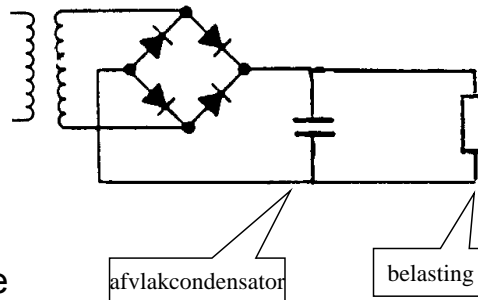
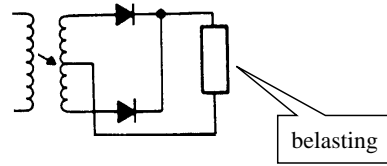


- met condensator



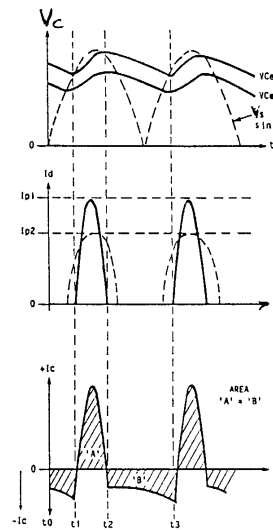
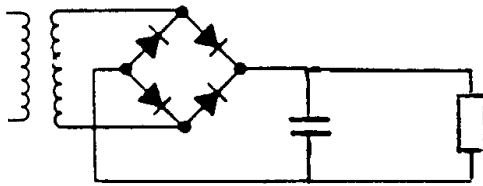
De dubbelzijdige gelijkrichter

- met twee diodes
 - middenaftakking van de transformator is verbonden met de grond
- bruggelijkrichter (met vier diodes)
 - Deze extra diodes zijn goedkoper dan de extra aftakking
 - De secundaire van de transformator mag niet verbonden worden met de massa

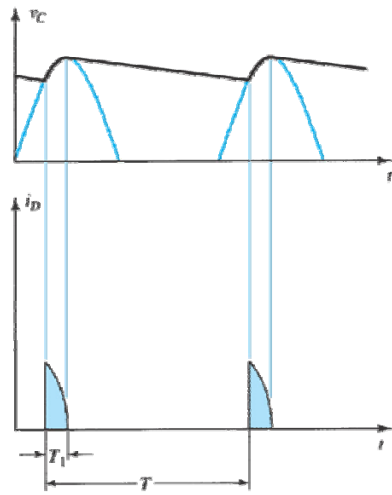


Piekstroom door de diodes

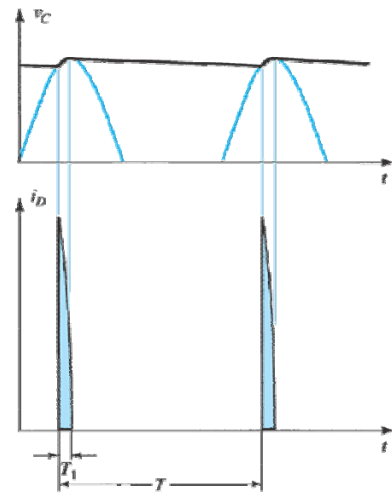
- Hoe groter de condensator, hoe groter de piekstroom door de diodes
- De condensator mag dus niet te groot gekozen worden



Stroom door diode bij opladen



(a)



(b)

Rimpelspanning en piekstroom

- Grootte van de condensator i.f.v. de rimpelspanning, de maximale spanning, de weerstand en de periode (bij enkelzijdige gelijkrichting):

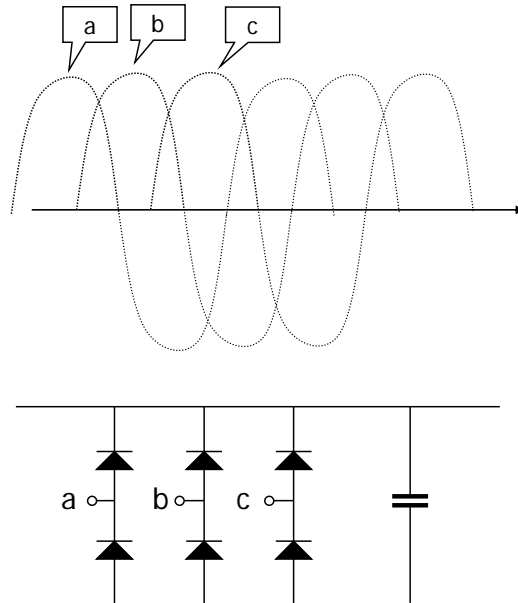
$$C = \frac{V_0 \cdot T}{R \cdot V_{\text{rimpel}}}$$

- Piekstroom door de diode in functie van de rimpelspanning, de maximale spanning en de periode (bij enkelzijdige gelijkrichting):

$$I_{\text{diode}} = C \frac{V_{\text{rimpel}}}{B_g \cos\left(\frac{V_0 - V_{\text{rimpel}}}{V_0}\right) \cdot \frac{T}{2\pi}}$$

Driefasige gelijkrichter

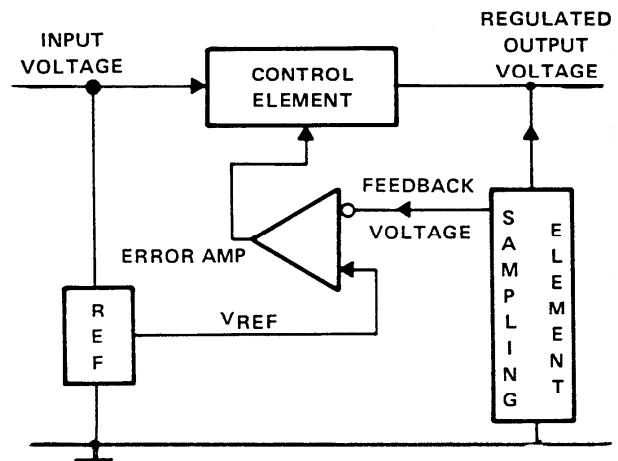
- Een driefasig signaal laat reeds toe een goede gelijkrichting te bekomen zonder afvlakking
- De afvlakking levert een zeer kleine rimpel als resultaat



Spanningsregelaar

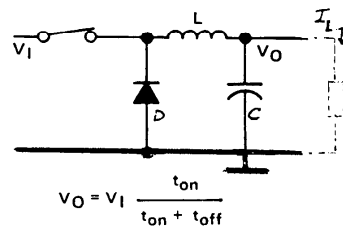
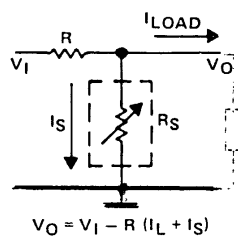
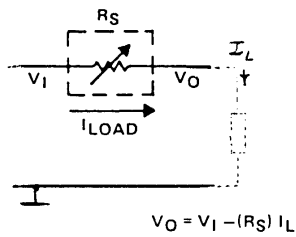
De spanningsregelaar bestaat uit

- referentie element
- meet element
- een verschilversterker tussen referentie en meetwaarde
- controle element dat rekening houdt met
 - veranderende belasting
 - veranderende ingangsspanning



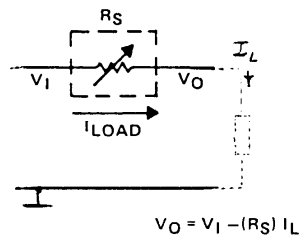
Soorten controle elementen

- serie regelaar
- shunt regelaar
- schakelend controle element

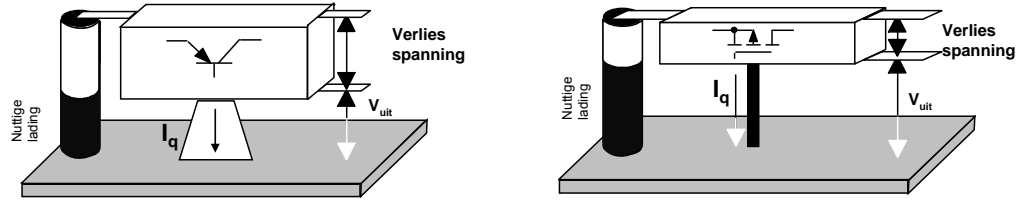


Serie regelaar

- Een vermogentransistor vangt het spanningsverschil op tussen ongeregelde en geregelde voeding
- Een belangrijk vermogenverlies ($P = I_{\text{door}} V_{\text{over}}$) treedt op in deze transistor
- Enkel maar van toepassing voor kleine en middelgrote vermogens met geen al te grote spanningsval tussen ongeregelde en geregelde voeding
 - Dit wordt bepaald door de rimpel op de ongeregelde voeding.



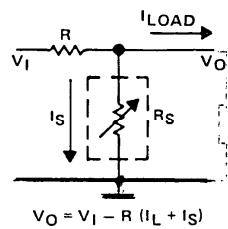
Verschil MOS - bipolaire transistor



- Voor batterij toepassingen (bv GSM, ...) is het beter de verlies spanning en de stroom nodig in de regeltransistor beperkt te houden.
- MOS transistor biedt hier voordelen

Shunt regulator

- De overtollige spanning wordt opgenomen door een toename van de stroom I_S .
- Kan zeer eenvoudig uitgevoerd worden, bijvoorbeeld door een zenerdiode als shuntregelaar
- Geeft echter aanleiding tot belangrijke vermogenverlies
- Enkel maar toepasbaar voor zeer kleine vermogens.



Schakelende voedingen

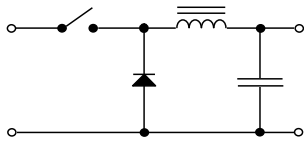
- De ongeregelde voeding wordt aan een hoge snelheid “aan” en “af” geschakeld.
- Een condensator zorgt voor een constante uitgangsspanning
- Een inductantie zorgt voor een stabiele stroom (met rimpel) aan de ingang of aan de uitgang

$$U_L = L \frac{\partial I}{\partial t}$$

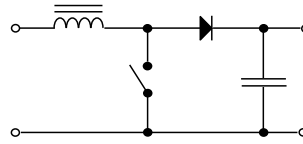
← Een vaste U_L geeft een vaste stroomstijging of een vaste stroomdaling

Onderverdeling schakelende voedingen

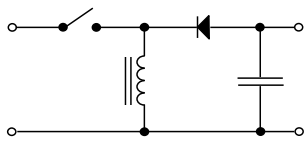
Buck (Step-Down)



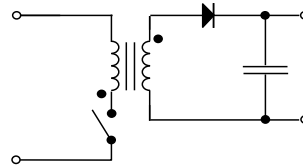
Boost (Step-Up)



Buck-Boost (Inverter)



Flyback



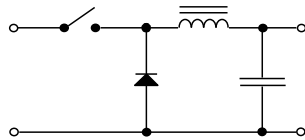
Een praktische uitwerking kan je terugvinden in:

Martin Ossmann, "Netstekervoedingen ontmanteld, vernuft uit China",
Elektuur april 2006, pp 22-26

Dit tijdschrift is raadpleegbaar in de KHLim mediatheek.

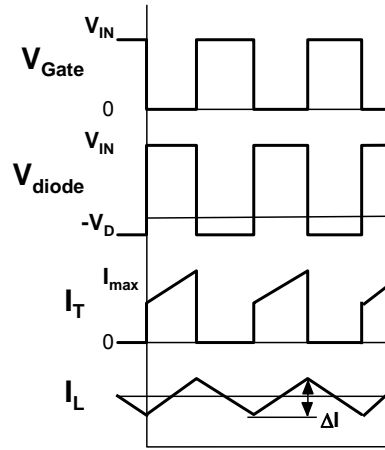
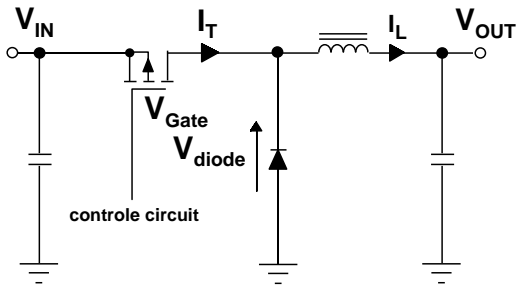
Buck (Step-down) converter: principe

- De Buck (Step-down) converter heeft het volgende werkingsprincipe: de inductantie wordt opgeladen gedurende de “aan” tijd en ontladen gedurende de “af” tijd aan de hand van een clamp diode.
- De spanning over de inductantie is
 - $V_{in} - V_o$: “aan” tijd : de stroom stijgt.
 - $V_d - V_o$: “af” tijd : de stroom daalt.
- De lage uitgangsrimpel maakt deze configuratie zeer geschikt voor ruisgevoelige belastingen.

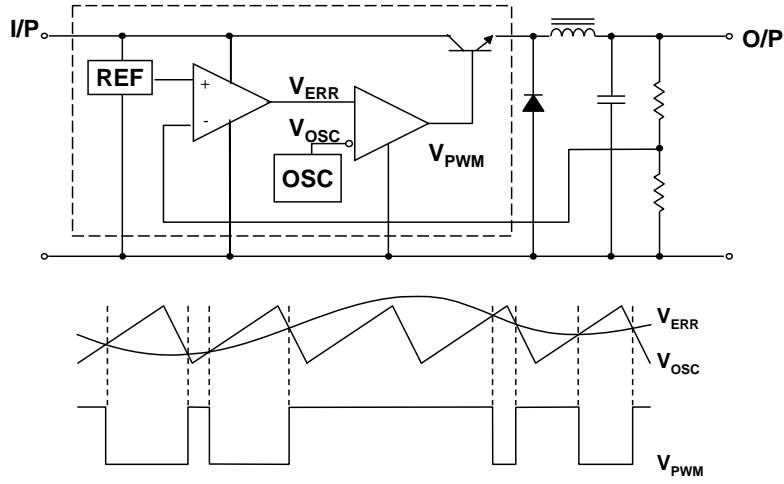


$$D = \frac{t_{on}}{T} = \frac{V_{out} + V_D}{V_{in} + V_D}$$

Buck (Step-down) converter: principe

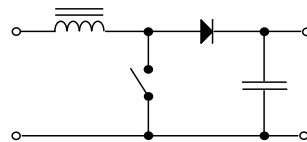


Controle element van een step down voeding

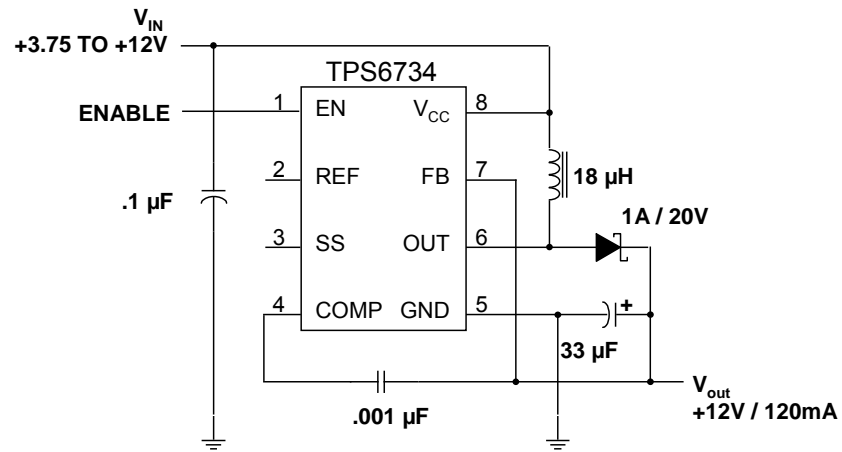


Boost (Step-up) converter: principe

- De Boost (Step-up) converter heeft het volgende werkingsprincipe: de inductantie wordt opgeladen wanneer de schakelaar gesloten is en deze opgeslagen energie wordt overgebracht naar de belastings-capaciteit wanneer de schakelaar open is.
- De uitgangsspanning is altijd groter dan de ingangsspanning.
- De lage inputruis maakt deze configuratie zeer geschikt voor een power correctie met een vaste factor.

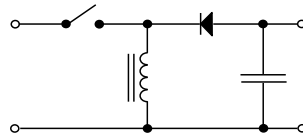


Boost (Step-up) converter: voorbeeld

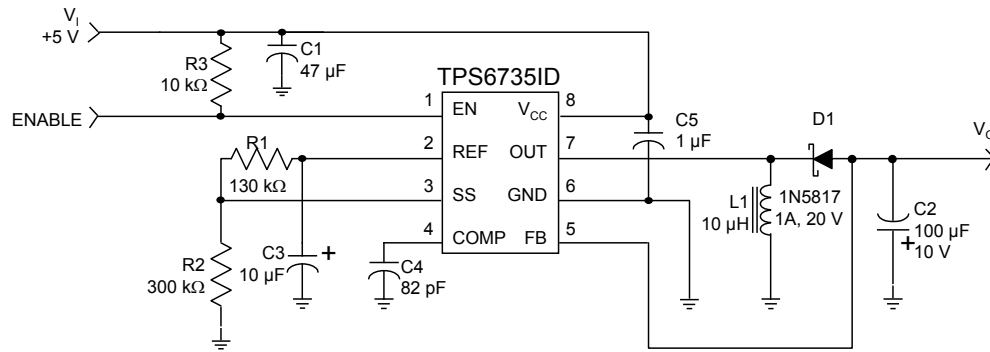


Buck-Boost converter: principe

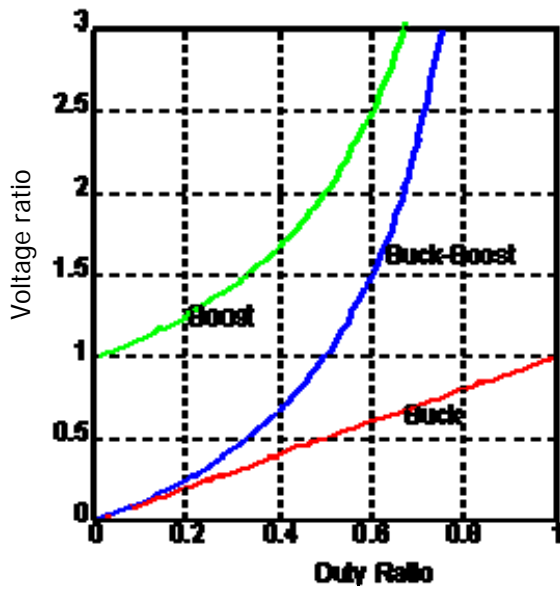
- De Buck-Boost converter (Inverter) heeft een gelijkaardig werkingsprincipe als de boost converter. Energie wordt opgeslagen in de inductantie als de schakelaar gesloten is. Maar wanneer de schakelaar open is krijgen we een negatieve spanning over de inductantie zodat de diode een voorwaartse spanning krijgt.
- Hierdoor geraakt de condensator opgeladen met een negatieve spanning.



Buck-Boost converter: voorbeeld



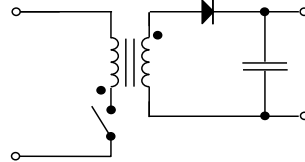
Vergelijken van schakelende voedingen



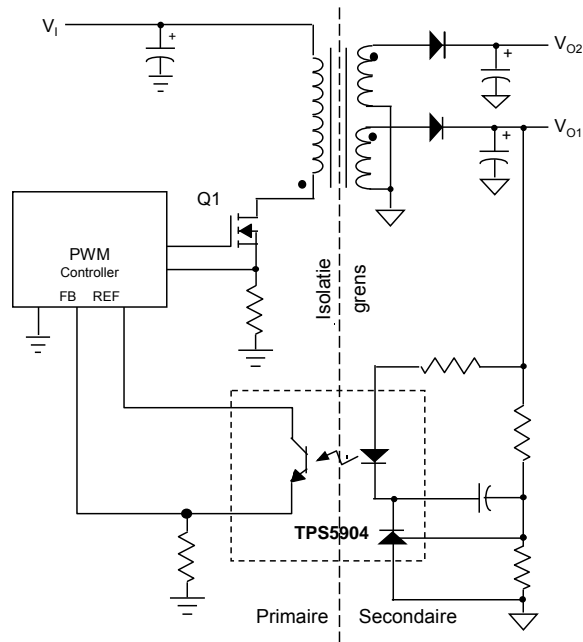
Merk op:
Bij de Buck-boost
is het teken
omgekeerd

Flyback converter: principe

- De Flyback converter gebruikt hetzelfde principe als buck-boost converter. Maar de inductantie is nu vervangen door een transformator waarbij de primaire wikkeling gebruikt wordt om energie op te slaan en de secundaire wikkeling om de energie te dumpen.
- De uitgangsspanning kan ingesteld worden door de wikkelverhouding (1:N) tussen de primaire en de secundaire wikkeling. Omdat de transformator een behoorlijke hoeveelheid energie opslaat kan hiervoor geen normale transformator gebruikt worden.



Flyback converter met meervoudige output



Hoe werkt isolatie feedback?

- Als de spanning groter wordt dan de zenerspanning gaat de LED een voorwaartse stroom trekken
- Het gegenereerde licht zorgt voor de basisstroom in de fototransistor

