

De gecascadeerde H-brug: een nieuw en veelzijdig bouwblok dankzij moderne technologieën

Dr. Ir. R.W.T. (Remco) Bonten
Eindhoven University of Technology

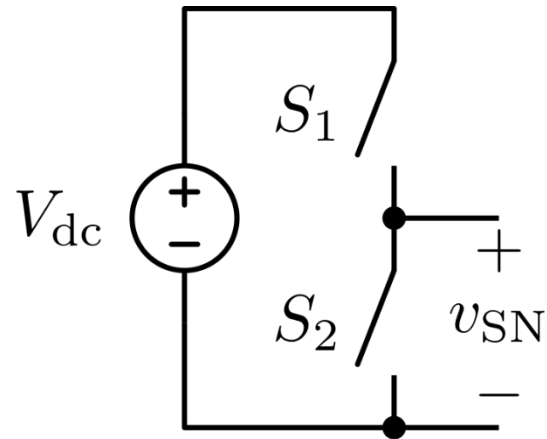


Power Electronics & Energy Storage event
28 mei 2024 | 1931 Congrescentrum 's-Hertogenbosch

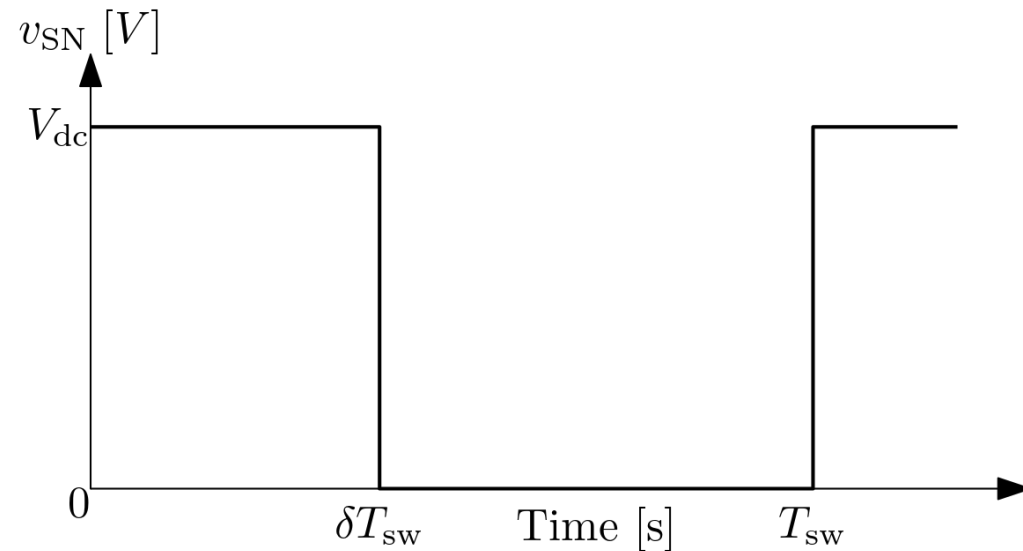
ENERGY STORAGE

A decorative graphic on the right side of the slide. It consists of a horizontal line that transitions into a series of green lines that fan out and curve upwards, resembling a stylized energy flow or a signal waveform. Small white plus signs are scattered along these lines.

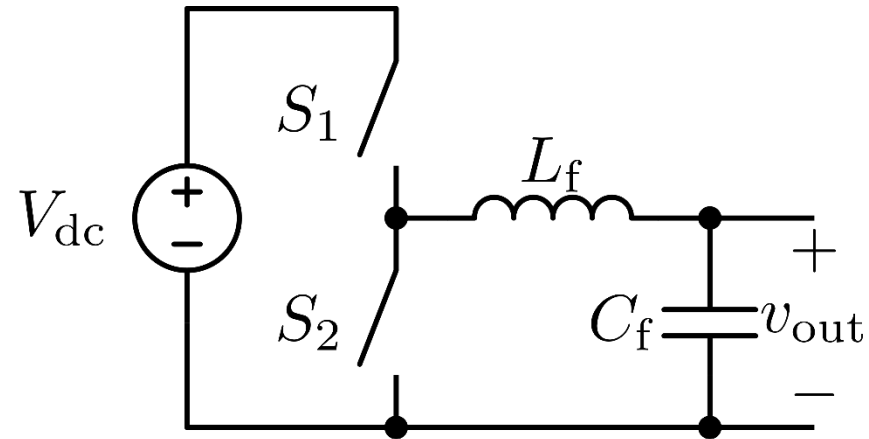
Achtergrond



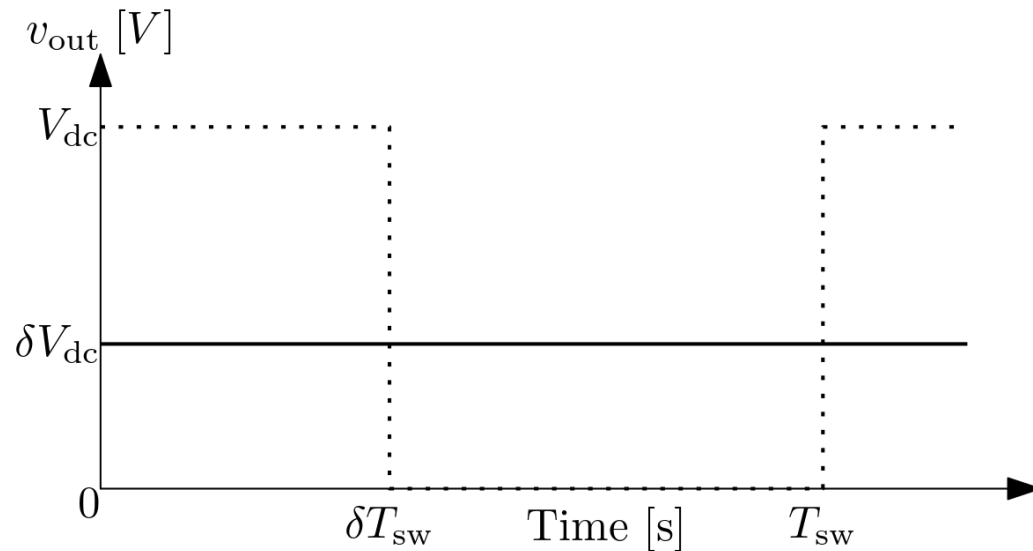
- $$v_{SN} = \begin{cases} V_{dc} & \text{als } S_1 = 1 \\ 0 & \text{als } S_2 = 1 \end{cases}$$



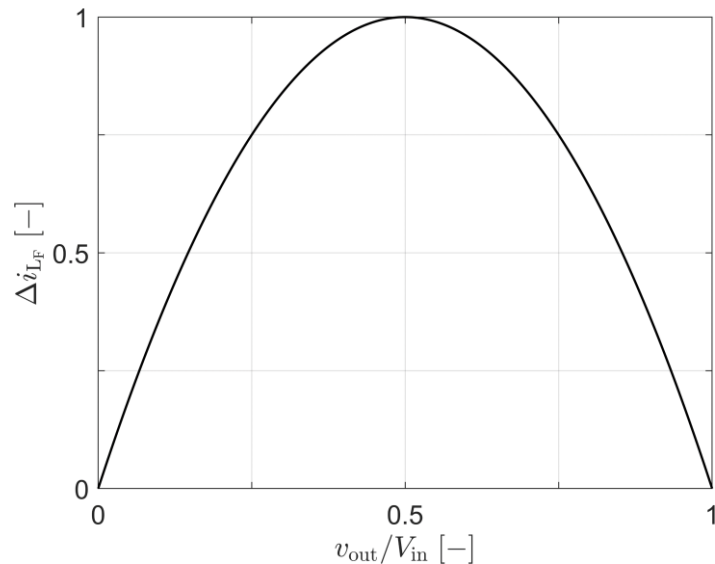
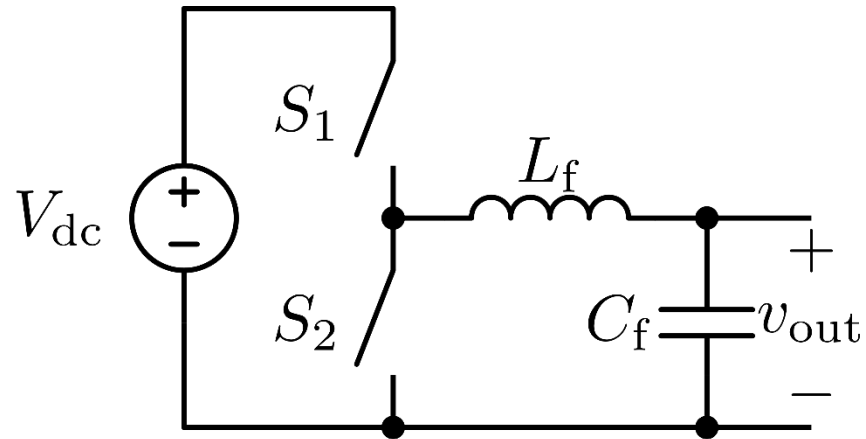
Achtergrond



- $v_{out} = \delta V_{dc}$
- $\delta \rightarrow$ Relatieve aan-tijd S_1



Achtergrond



- $v_{out} = \delta V_{dc}$
- $\delta \rightarrow$ Relatieve aan-tijd S_1
- $\Delta i_{LF} = (1 - \delta)\delta \frac{V_{dc}}{L_f f_{sw}}$

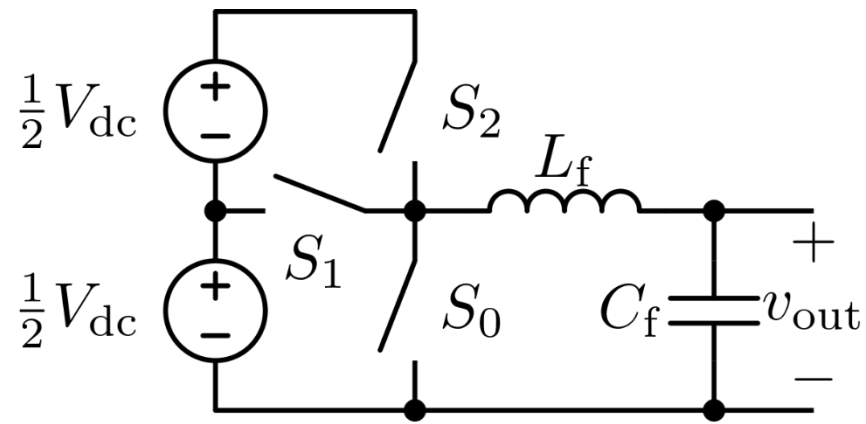
Programma

- Achtergrond
- Omzeters met meerdere spanningsniveaus
- Gecascadeerde H-brug
 - Topologie
 - Aansturing
- (Simulatie) resultaten
- Conclusies

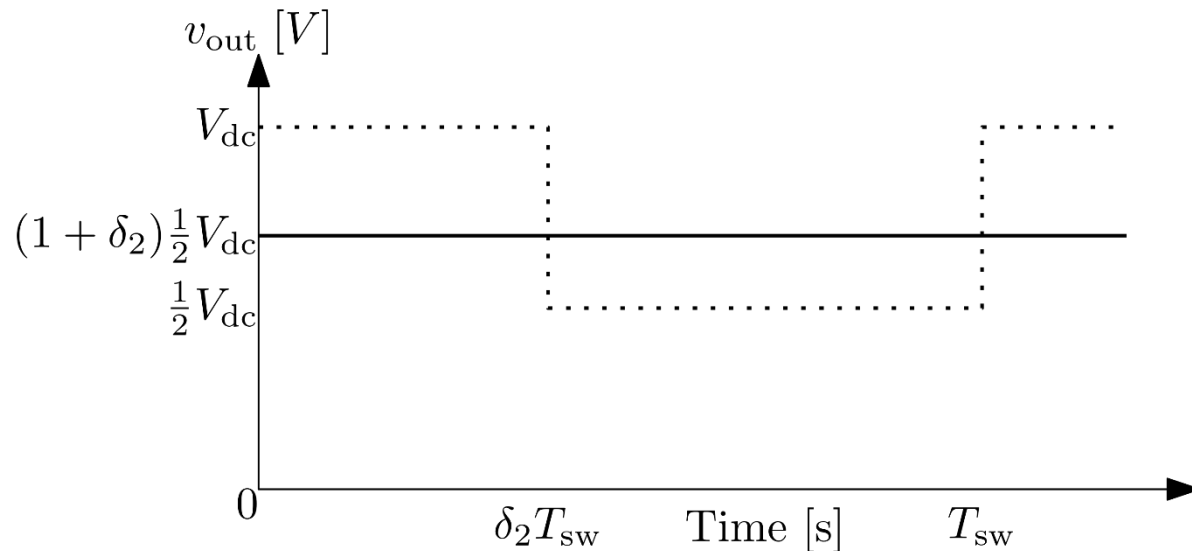
Programma

- Achtergrond
- ***Omzetters met meerdere spanningsniveaus***
- Gecascadeerde H-brug
 - Topologie
 - Aansturing
- (Simulatie) resultaten
- Conclusies

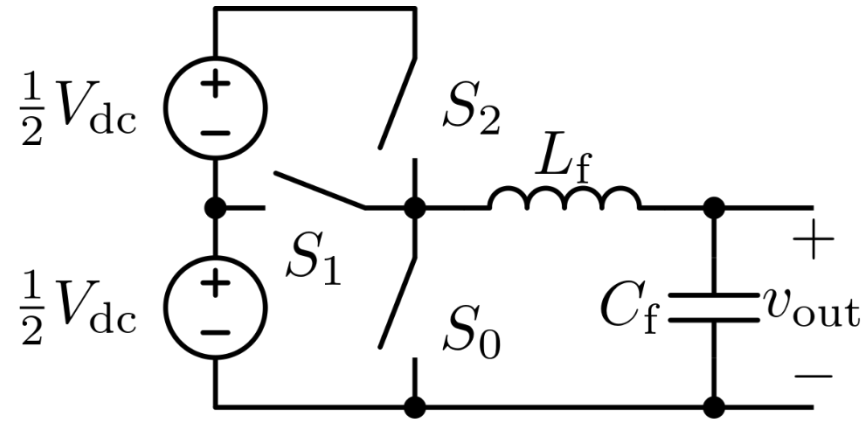
Omzeters met meerdere spanningsniveaus



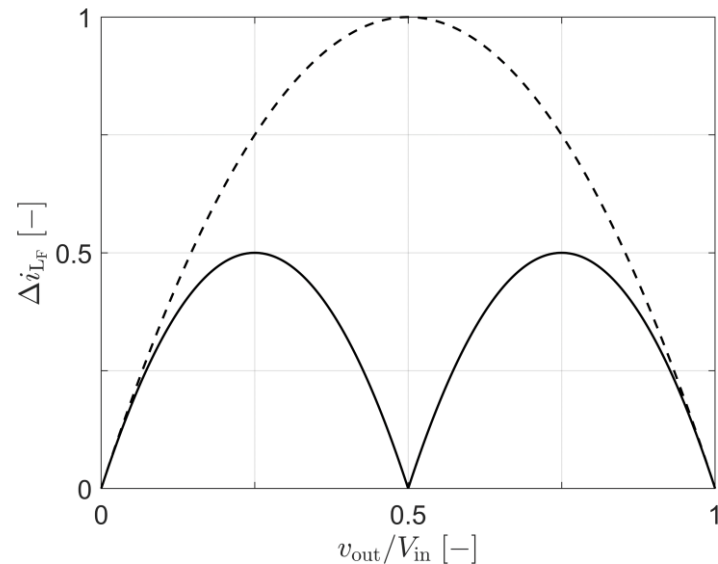
$$\bullet V_{SN} = \begin{cases} V_{dc} & \text{als } S_2 = 1 \\ \frac{1}{2} V_{dc} & \text{als } S_1 = 1 \\ 0 & \text{als } S_0 = 1 \end{cases}$$



Omzeters met meerdere spanningsniveaus



$$\bullet \Delta i_{L_F} = (1 - \delta_i) \delta_i \frac{\frac{1}{2} V_{dc}}{L_f f_{sw}}$$



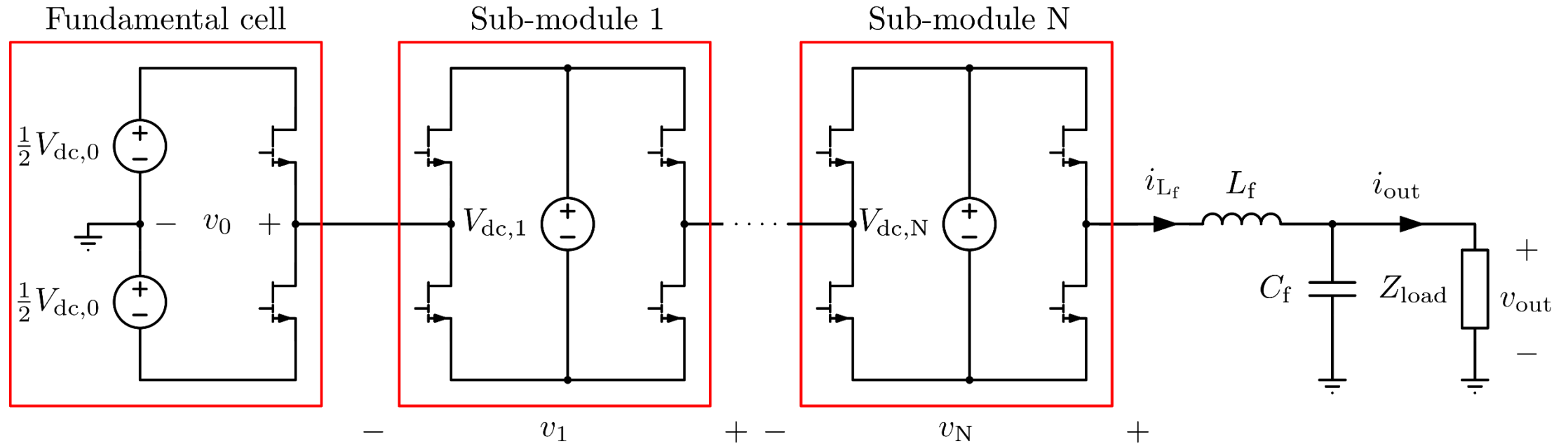
Omzetter met meerdere spanningsniveaus

- $|v_{\text{out}}| \leq V_{\text{dc}}$
 - Neutraal niveau klemmende omzetter
 - T-type
- **Geen limitaties (theoretisch) voor v_{out}**
 - Zwevende condensator
 - Gecascadeerde H-brug

Programma

- Achtergrond
- Omzetters met meerdere spanningsniveaus
- ***Gecascadeerde H-brug***
 - Topologie
 - Aansturing
- (Simulatie) resultaten
- Conclusies

Gecascadeerde H-brug - Topologie



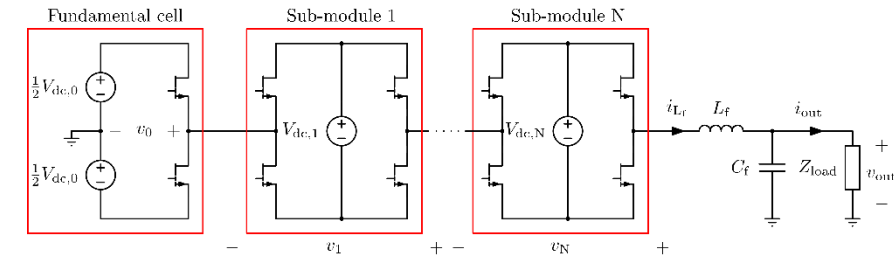
- $v_0 \in \left\{ -\frac{1}{2}V_{dc,0}, \frac{1}{2}V_{dc,0} \right\}$
- $v_i \in \left\{ -V_{dc,i}, 0, V_{dc,i} \right\}$
- $v_{\Sigma_j} = \sum_{i=0}^j v_i$

Gecascadeerde H-brug - Topologie

- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = V_{dc,2} = \dots = V_{dc,N}$

- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = 2V_{dc,2} = \dots = 2^{N-1} V_{dc,N}$

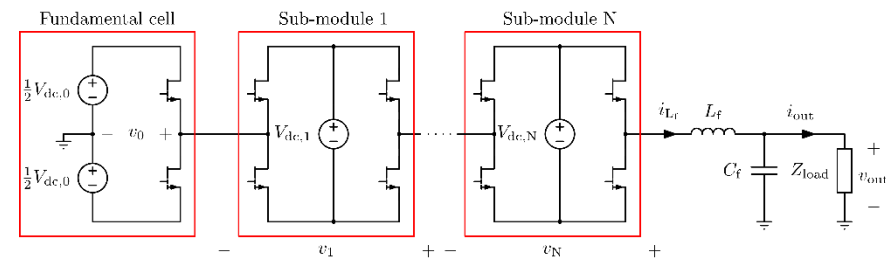
- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = 3V_{dc,2} = \dots = 3^{N-1} V_{dc,N}$



Gecascadeerde H-brug - Topologie

- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = V_{dc,2} = \dots = V_{dc,N}$
 - #L = 2N + 3 (Uniek)

- Rimpelstroom in de spoel vermindert (niet-lineair) per toegevoegd element

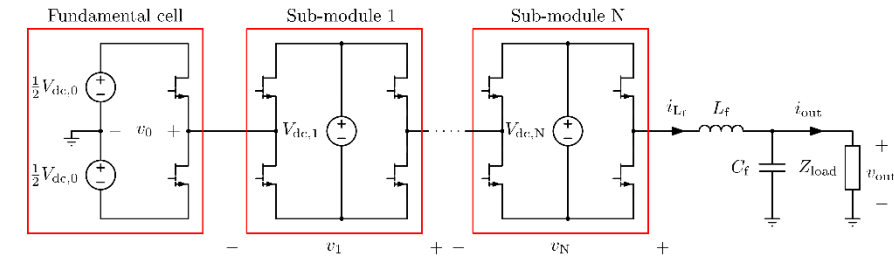


- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = 2V_{dc,2} = \dots = 2^{N-1} V_{dc,N}$

- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = 3V_{dc,2} = \dots = 3^{N-1} V_{dc,N}$

Gecascadeerde H-brug - Topologie

- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = V_{dc,2} = \dots = V_{dc,N}$



- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = 2V_{dc,2} = \dots = 2^{N-1} V_{dc,N}$

- $\#L = 3 \cdot 2^N - 1$ (Uniek)

- Rimpelstroom in de spoel halveert per toegevoegd element

- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = 3V_{dc,2} = \dots = 3^{N-1} V_{dc,N}$

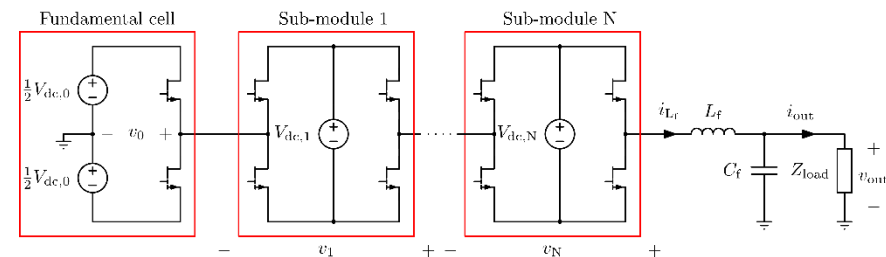
Gecascadeerde H-brug - Topologie

- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = V_{dc,2} = \dots = V_{dc,N}$

- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = 2V_{dc,2} = \dots = 2^{N-1} V_{dc,N}$

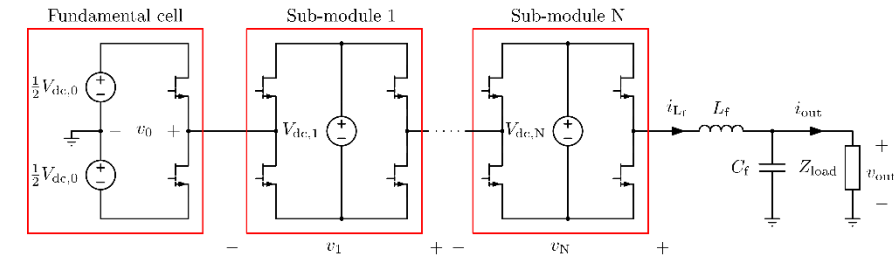
- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = 3V_{dc,2} = \dots = 3^{N-1} V_{dc,N}$
 - $\#L = 5 \cdot 3^{N-1}$ (Uniek)

- Rimpelstroom in de spoel vermindert met een derde macht per toegevoegd element



Gecascadeerde H-brug - Topologie

- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = V_{dc,2} = \dots = V_{dc,N}$



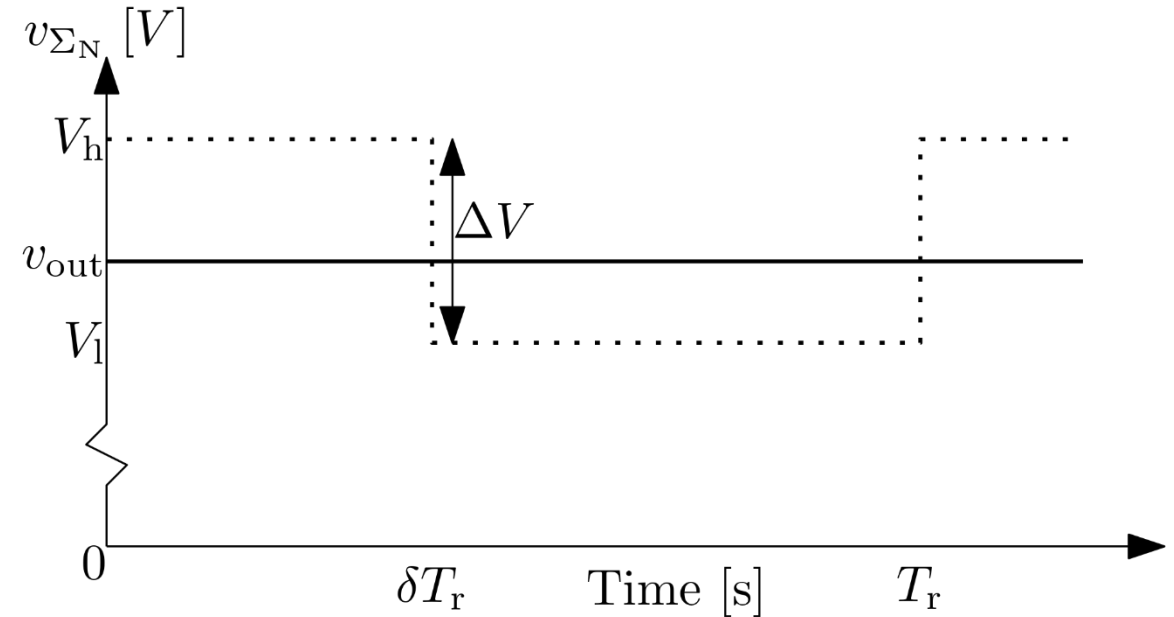
- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = 2V_{dc,2} = \dots = 2^{N-1} V_{dc,N}$

- $\frac{1}{2} V_{dc,0} = V_{dc,1} = 3V_{dc,2} = \dots = 3^{N-1} V_{dc,N}$

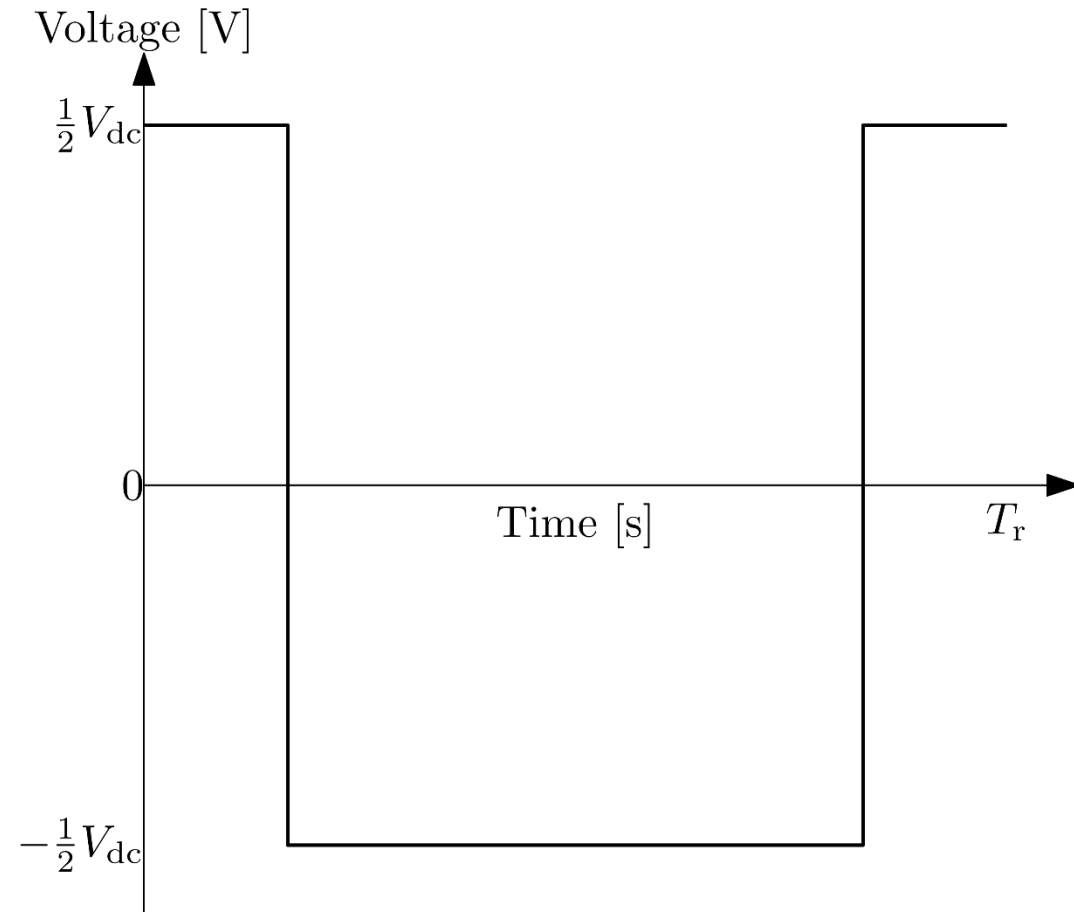
Gecascadeerde H-brug - Aansturing

$$\Delta i_{L_F} = (1 - \delta) \delta \frac{\Delta V}{L_f f_r}$$

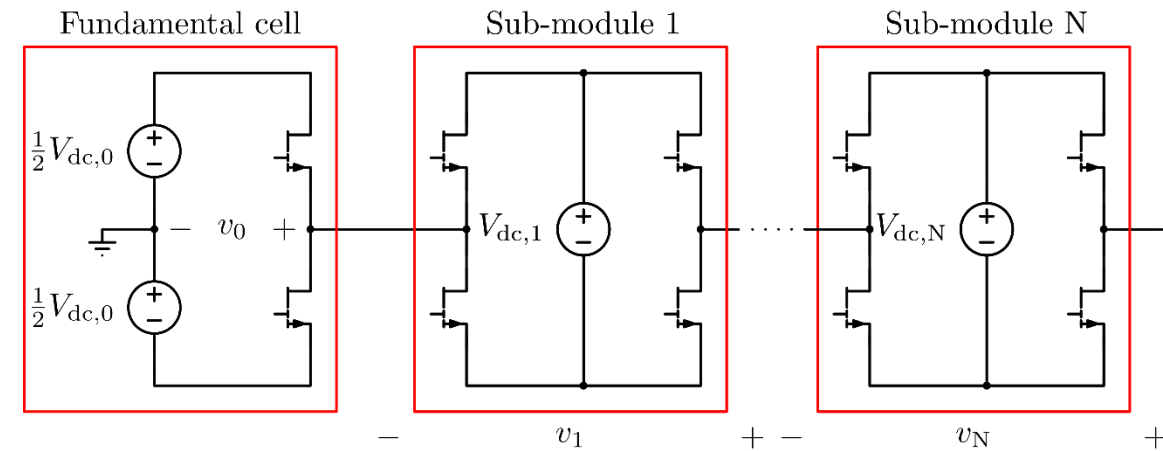
- δ Relatieve tijd “hoog”
- ΔV Spanningsverschil tussen “hoog” en “laag”
- L_f Inductie van de filterspoel
- f_r Frequentie van de blok golf v_{Σ_N}



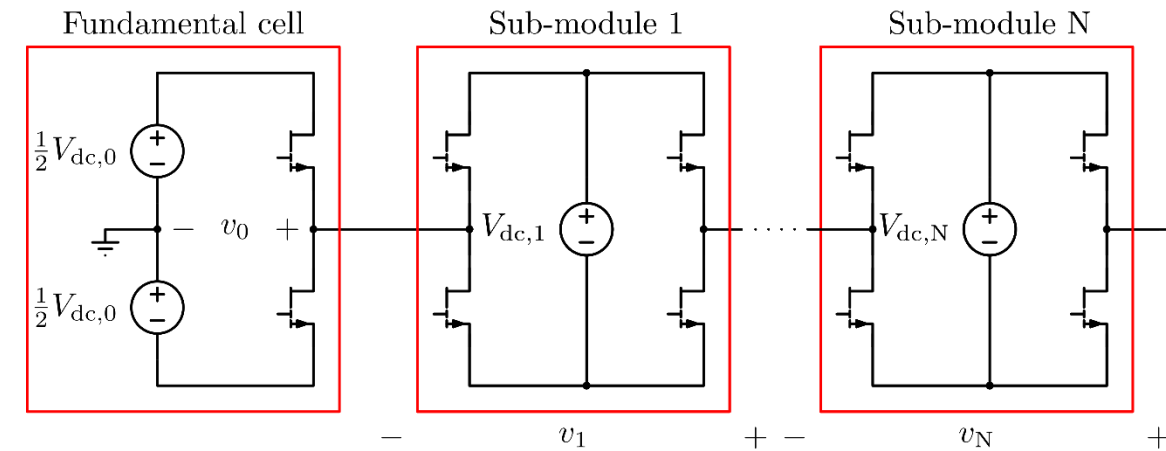
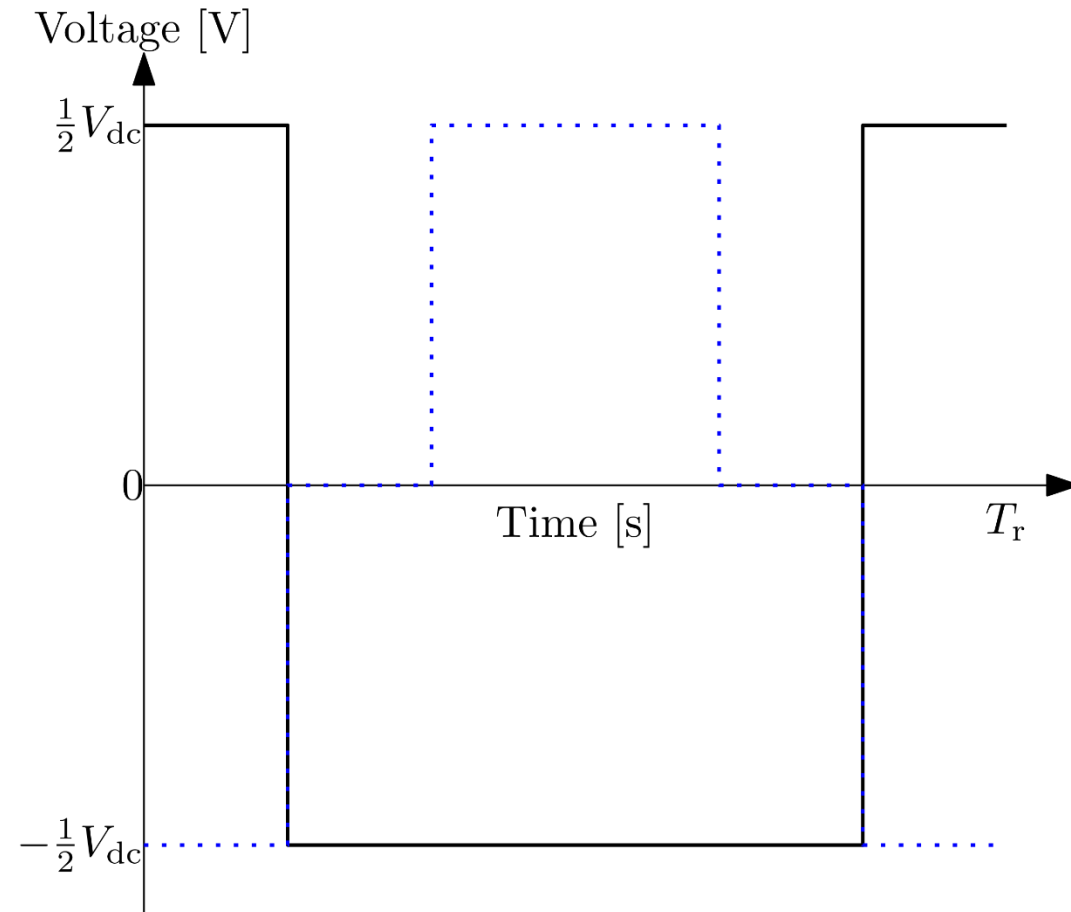
Gecascadeerde H-brug - Aansturing



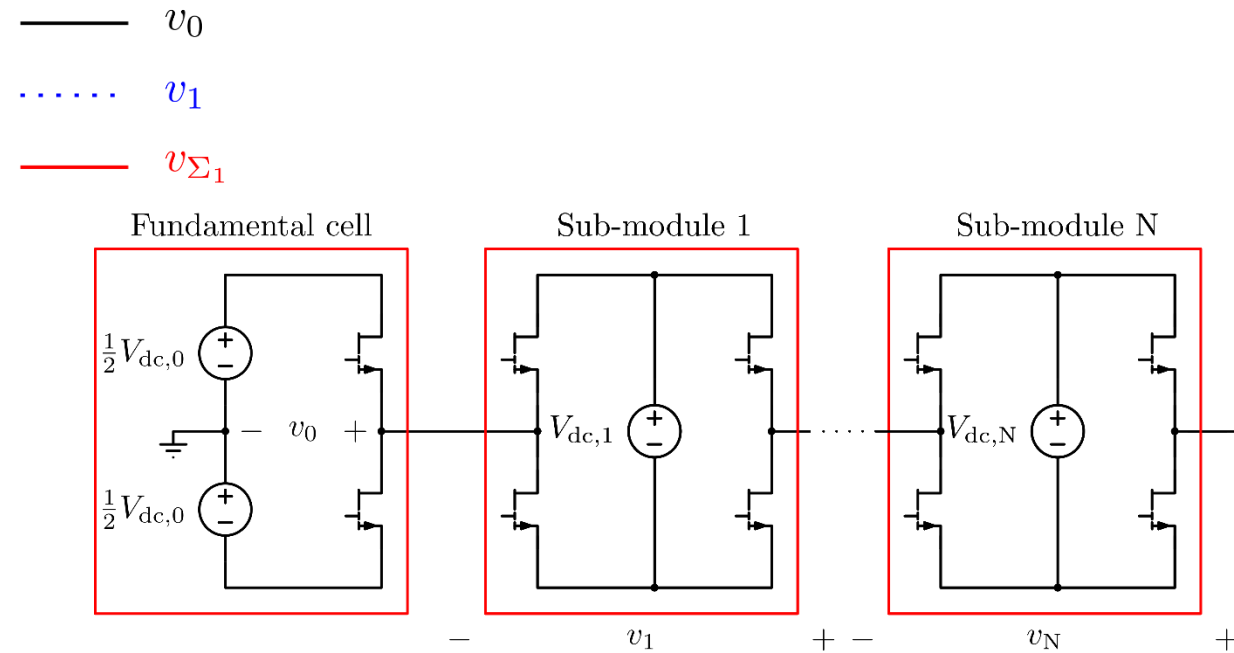
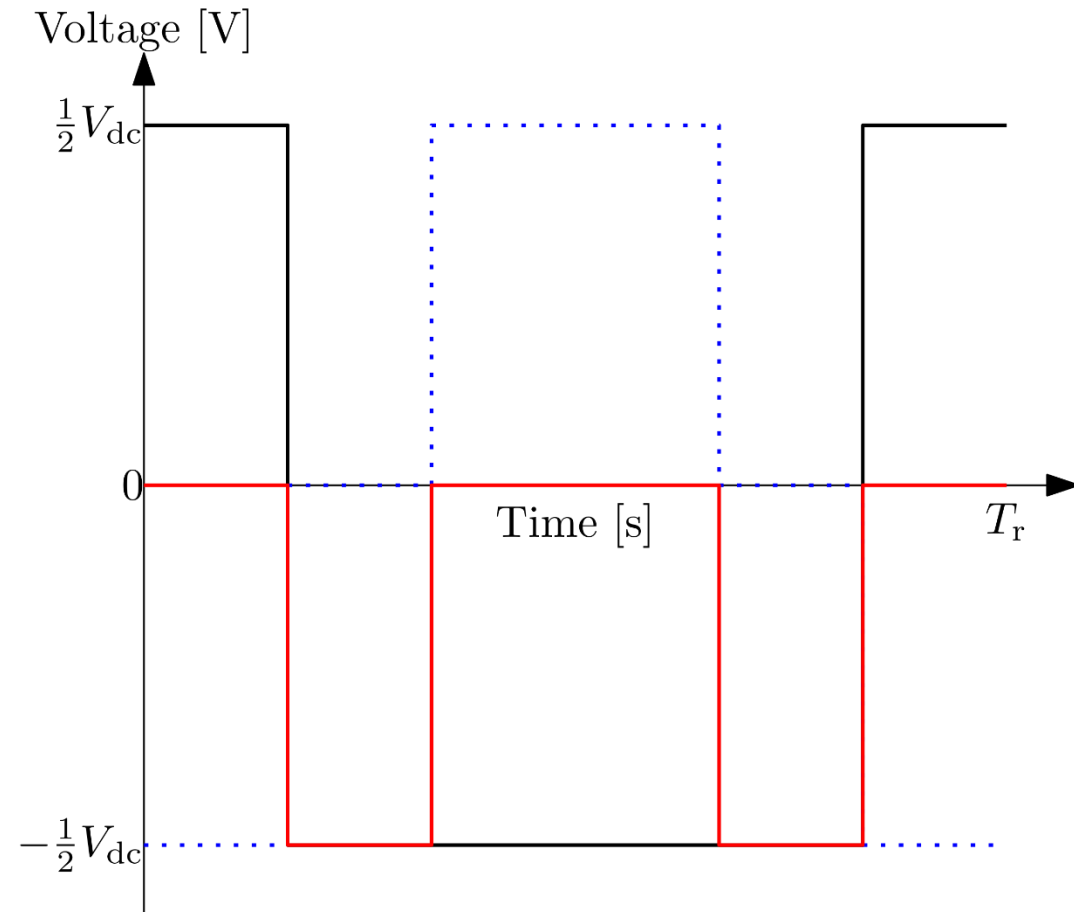
— v_0



Gecascadeerde H-brug - Aansturing



Gecascadeerde H-brug - Aansturing

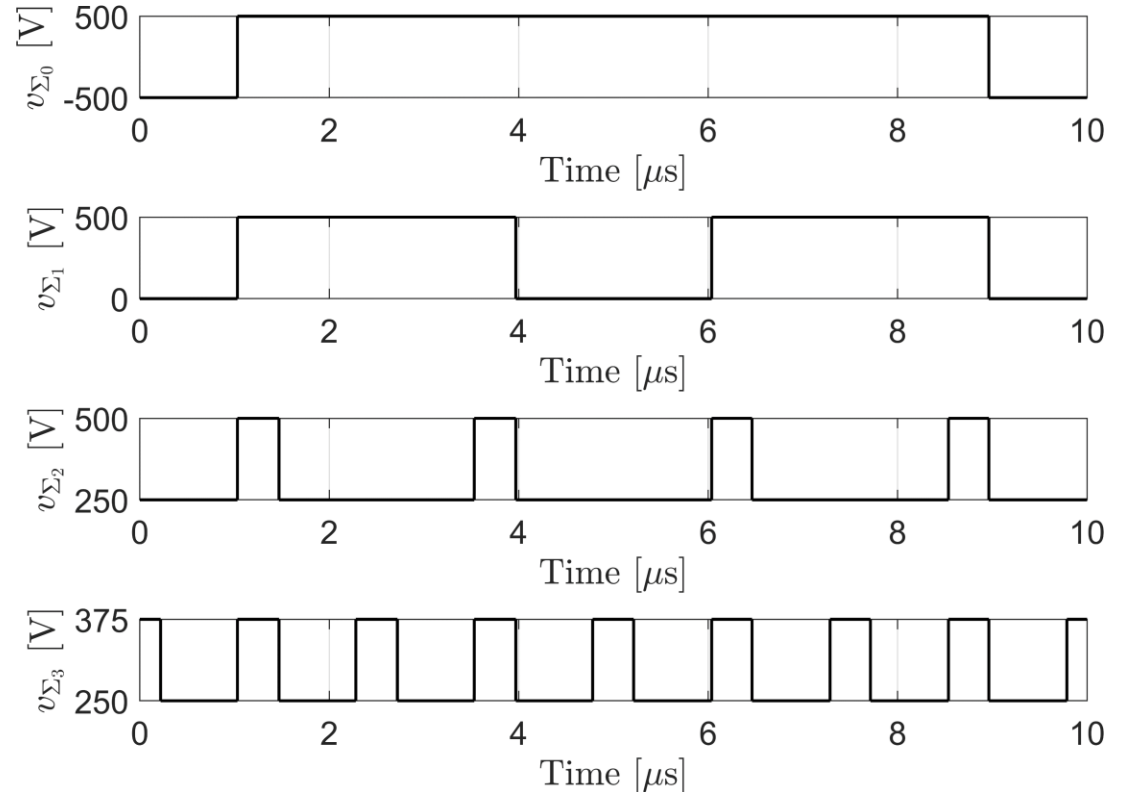


Programma

- Achtergrond
- Omzeters met meerdere spanningsniveaus
- Gecascadeerde H-brug
 - Topologie
 - Aansturing
- ***(Simulatie) resultaten***
- Conclusies

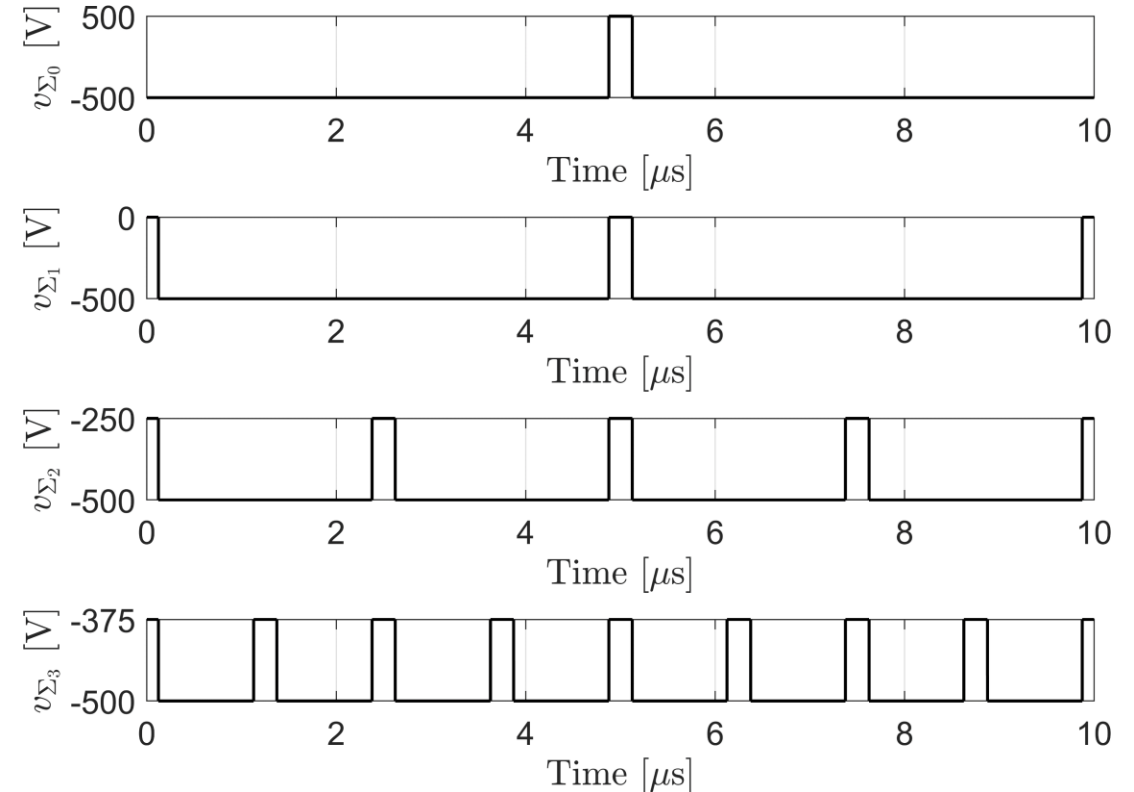
Simulatie resultaten

- $V_{dc} = 1000 \text{ V}$
- $v_{out} = 300 \text{ V}$
- $f_{sw,0} = 100 \text{ kHz}$

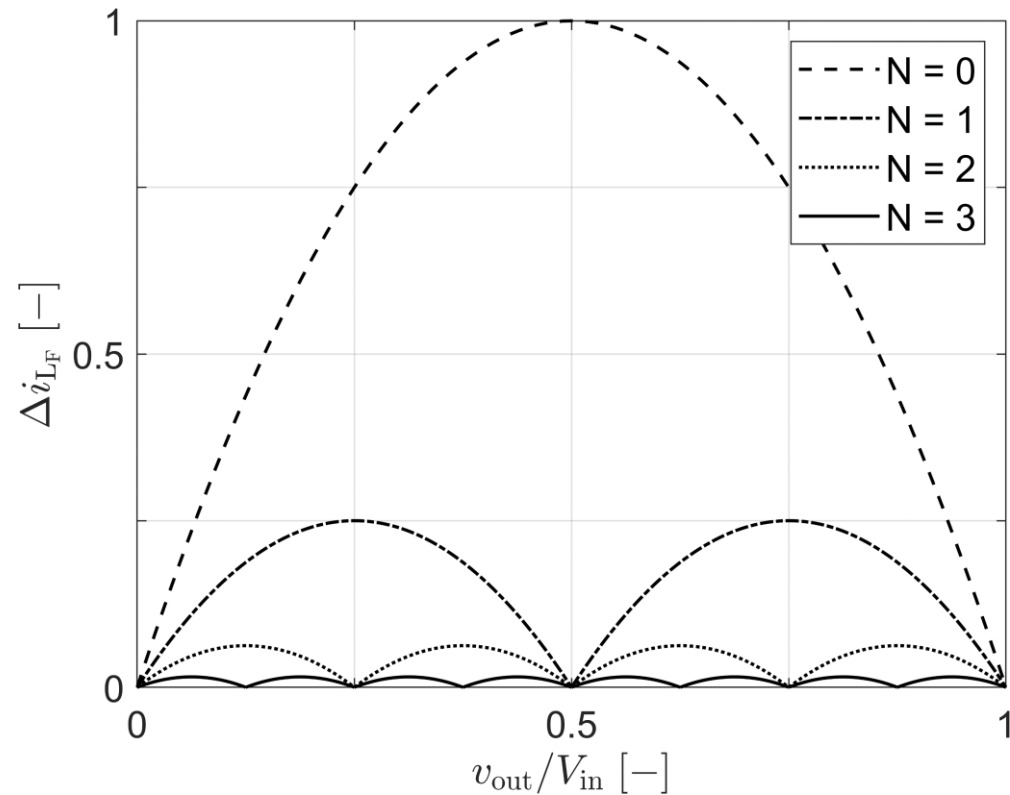


Simulatie resultaten

- $V_{dc} = 1000 \text{ V}$
- $v_{out} = -475 \text{ V}$
- $f_{sw,0} = 100 \text{ kHz}$



Simulatie resultaten



- i_{L_f} vermindert per cel met een factor **4**
- (Erg) hoge schakelfrequenties zijn nodig
- Afknijppunt filter

Programma

- Achtergrond
- Omzeters met meerdere spanningsniveaus
- Gecascadeerde H-brug
 - Topologie
 - Aansturing
- (Simulatie) resultaten
- ***Conclusies***

Conclusies

- Limitaties elementaire schakelcel
- Voordelen omzeters met meerdere spanningsniveaus
- Gecascadeerde H-brug
 - Verschillende tussenliggende spanningsniveaus
 - Verschillende schakelfrequenties

Conclusies

- Limitaties elementaire schakelcel
- Voordelen omzetters met meerdere spanningsniveaus
- Gecascadeerde H-brug
 - Verschillende tussenliggende spanningsniveaus
 - Verschillende schakelfrequenties

**De gecascadeerde H-brug:
een nieuw en veelzijdig bouwblok dankzij moderne technologieën**

Conclusies

Dr. Ir. R.W.T. (Remco) Bonten
r.w.t.bonten@tue.nl
Eindhoven University of Technology

**De gecascadeerde H-brug:
een nieuw en veelzijdig bouwblok dankzij moderne technologieën**



Power Electronics & Energy Storage event
28 mei 2024 | 1931 Congrescentrum 's-Hertogenbosch

ENERGY STORAGE

