



F11:
**Transistor- och tyristordrivers,
ström- och spänningsmätning**



Om dagens föreläsning (I)

Transistor- och tyristor drivdon (eller svengelska: drivers) är en viktig del av kraftelektroniken speciellt i bryggapplikationer. I bryggapplikationer ställs nämligen inte bara krav på att drivern ska kunna driva transistorn på ett säkert sätt utan dessutom ska tillhandahålla galvanisk separation för, åtminstone den övre av, transistorerna i halvbyggorna.

Anledningen till detta är att exempelvis MOSFET:en och IGBT:en styrs genom att anbringa en spänning mellan gate och source. MEN – det är frestande att ansluta source till elektronikreferens dvs GND vilket inte går i brygg-applikationer då source för övre och undre transistorn inte ligger på samma potential (inte ens nästan).



Om dagens föreläsning (II)

Framställningen i boken blir väldigt kretslösningsorienterad. I verkligheten finns en hel uppsjö av färdiga opto-kopplare som är avsedda för att driva MOSFET:ar och IGBT:er.

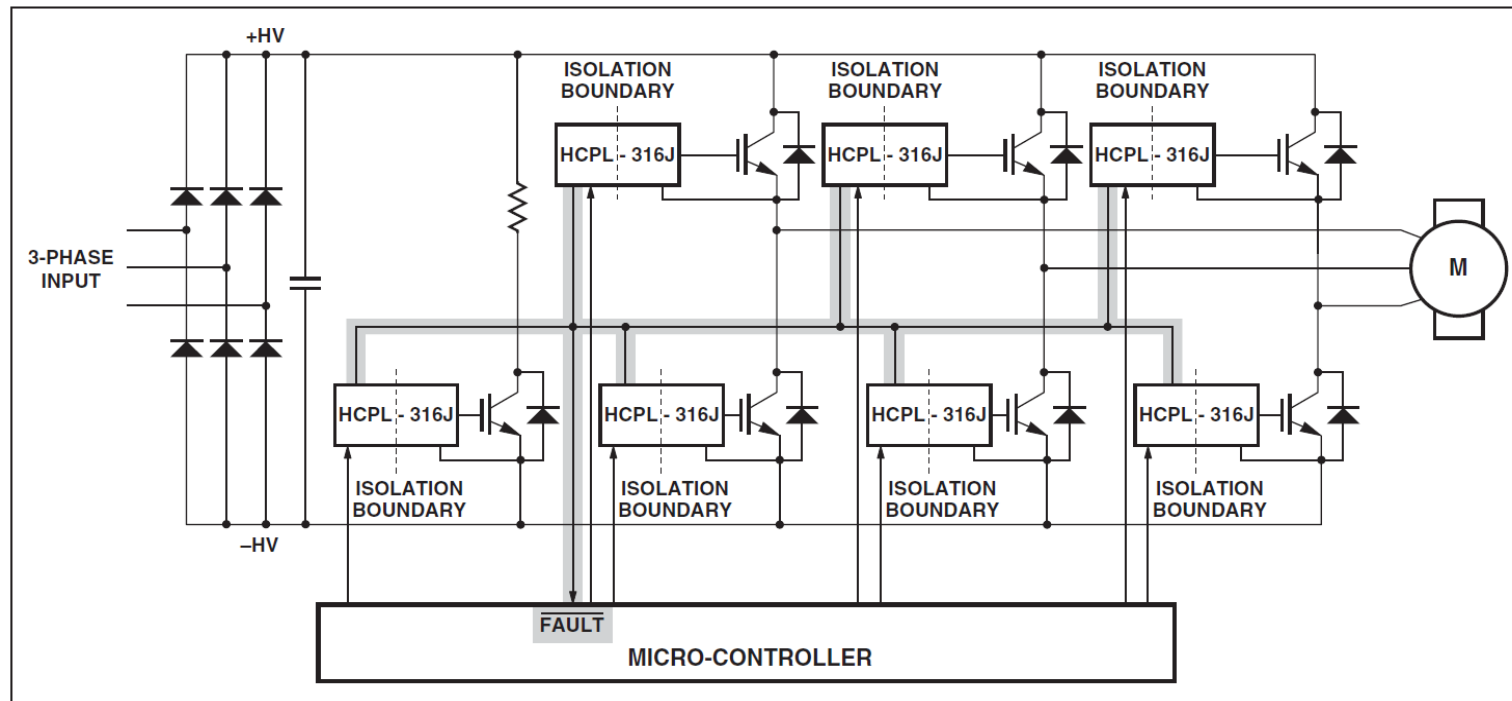
Överhuvudtaget är kapitlet om drivsteg (speciellt för transistorer) gammalmodigt. Därför är det fullt tillräckligt om det läses kursivt bortsett från avsnittet om drivsteg för tyristorer (Kap 7.2) speciellt Fig 7.6 och Fig 7.7 (f).

Istället för transistordrivstegen i kursboken kan man titta på applikationsnoten för den kommersiella drivkretsen (opto-kopplaren): AVAGO HCPL-316J.



AVAGO HCPL-316J

Fault Protected IGBT Gate Drive



- Komplet IGBT/MOSFET-drivkrets med kortslutnings- och överströmsskydd.
- Felsignal som kan kopplas ihop och skickas till μC
- Tillsätt endast matning och några kringkomponenter



AVAGO HCPL-316J

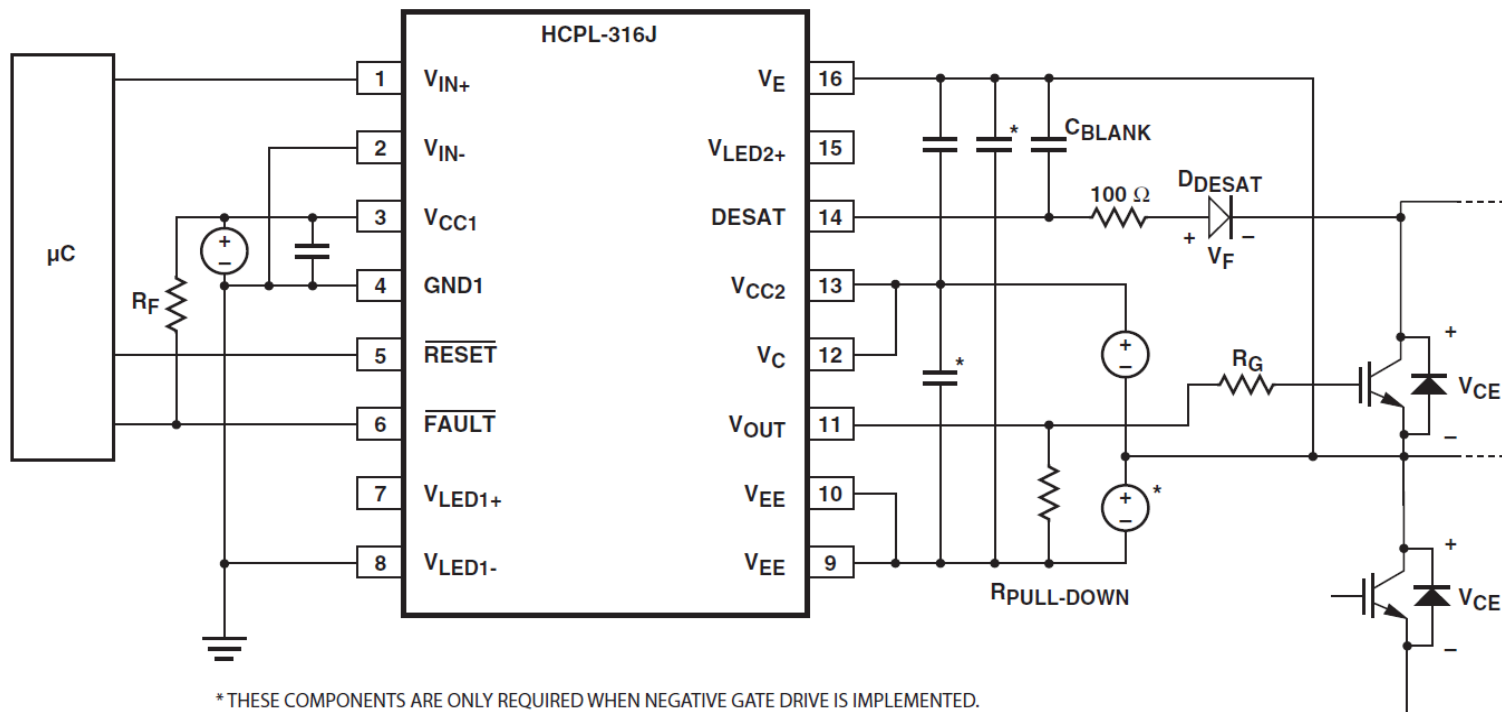


Figure 1. Typical desaturation protected gate drive circuit, noninverting.

- Endast ett fåtal kringkomponenter behövs!
- Denna krets har varit oerhört populär i flera år och har fått pin-kompatibla konkurrenter från både Fairchild och TI



AVAGO HCPL-316J

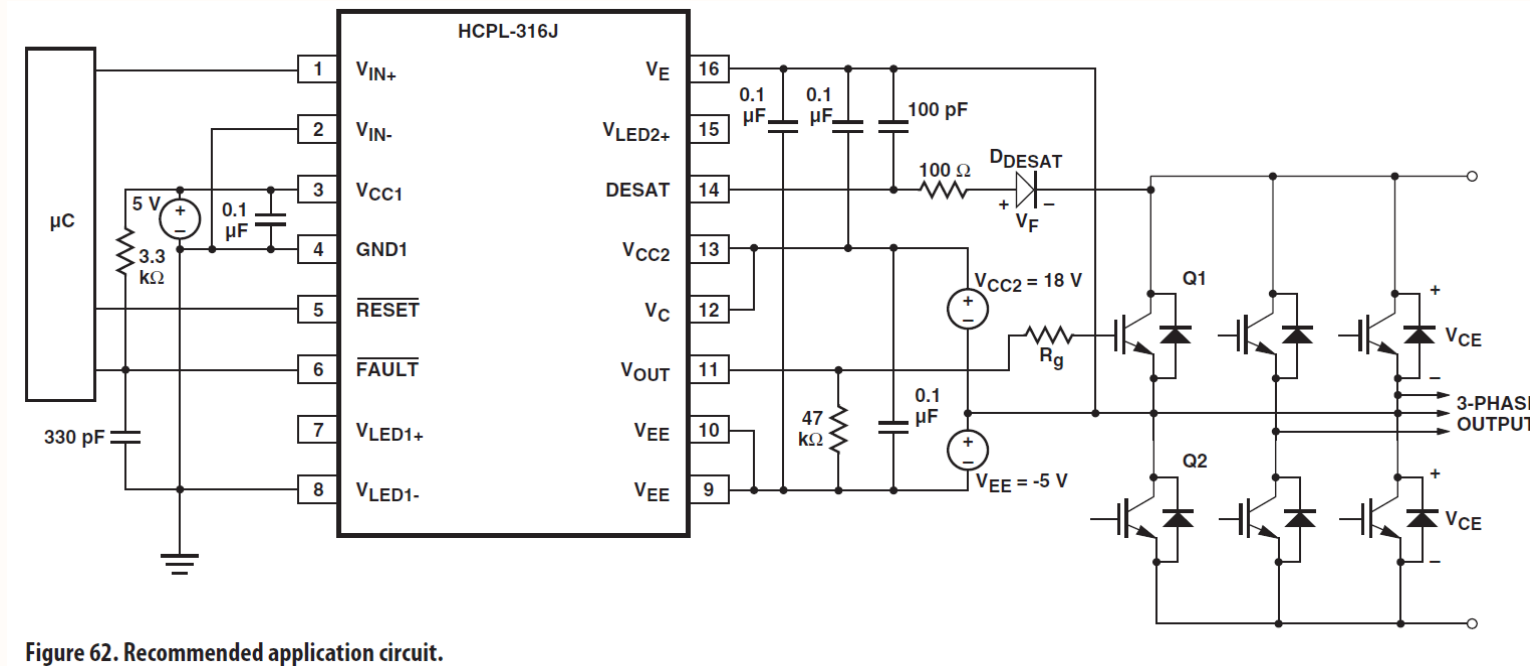
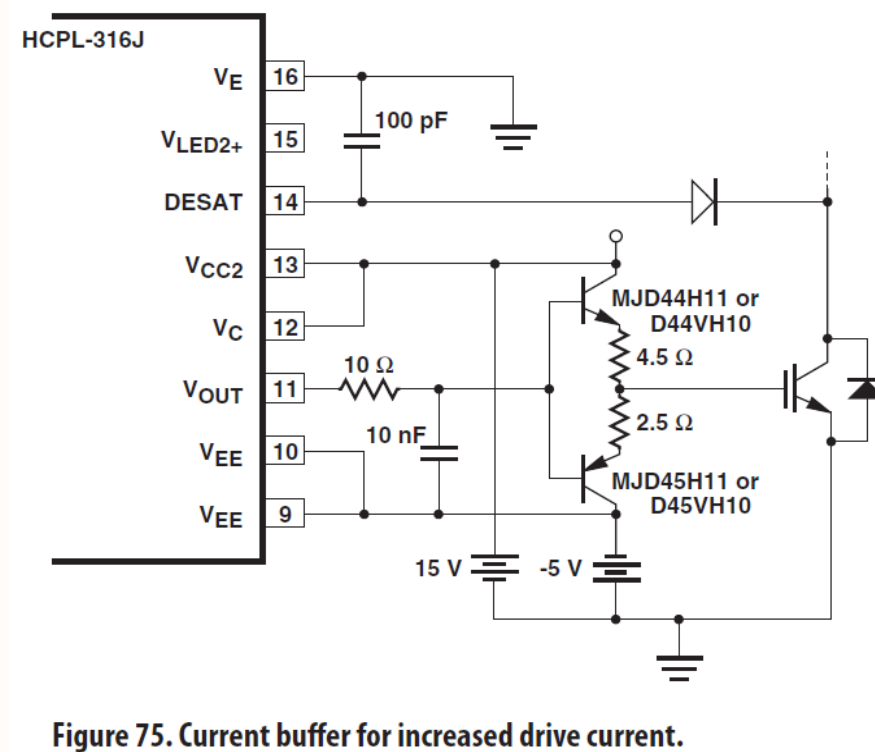


Figure 62. Recommended application circuit.

- Notera de asymmetriska matningsspänningarna på High-Side – Våldigt vanligt!



AVAGO HCPL-316J



- HCPL-316J kan leverera maximalt 2.5 A (vilket RG motsvarar detta med +15/-5 V matning?)
- Behöver man mer ström används ett push-pull steg



Varför behövs separata matningsspänningar?

- För det första vill man ha galvanisk separation mellan signalelektronik och högeffektelektronik.
- För det andra så ligger potentialen $V_E = DC$ - fast för de undre transistorerna. För de övre transistorerna ligger V_E på en potential som varierar. Dessutom är $V_E \neq DC$ -

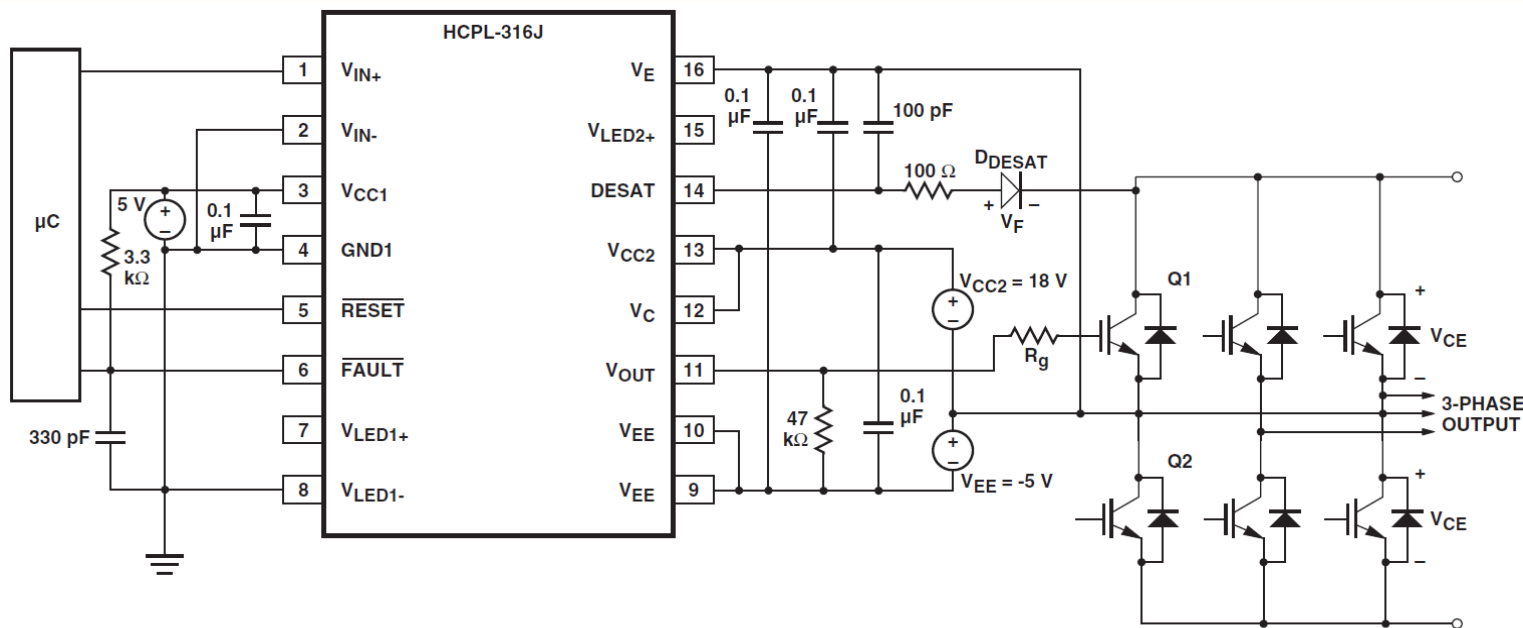
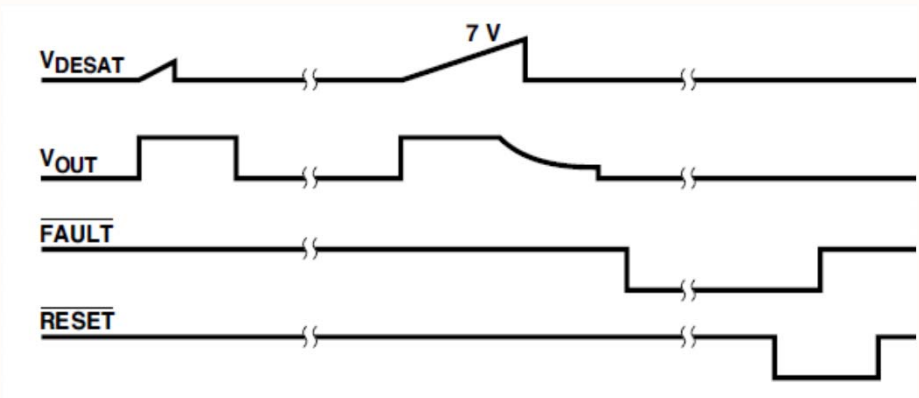
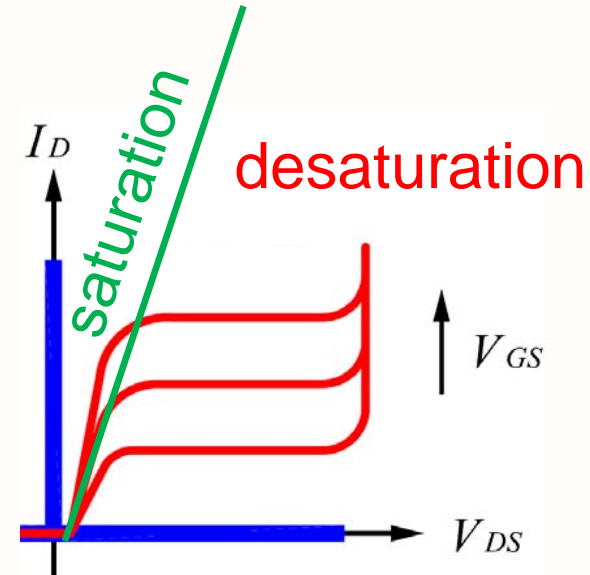
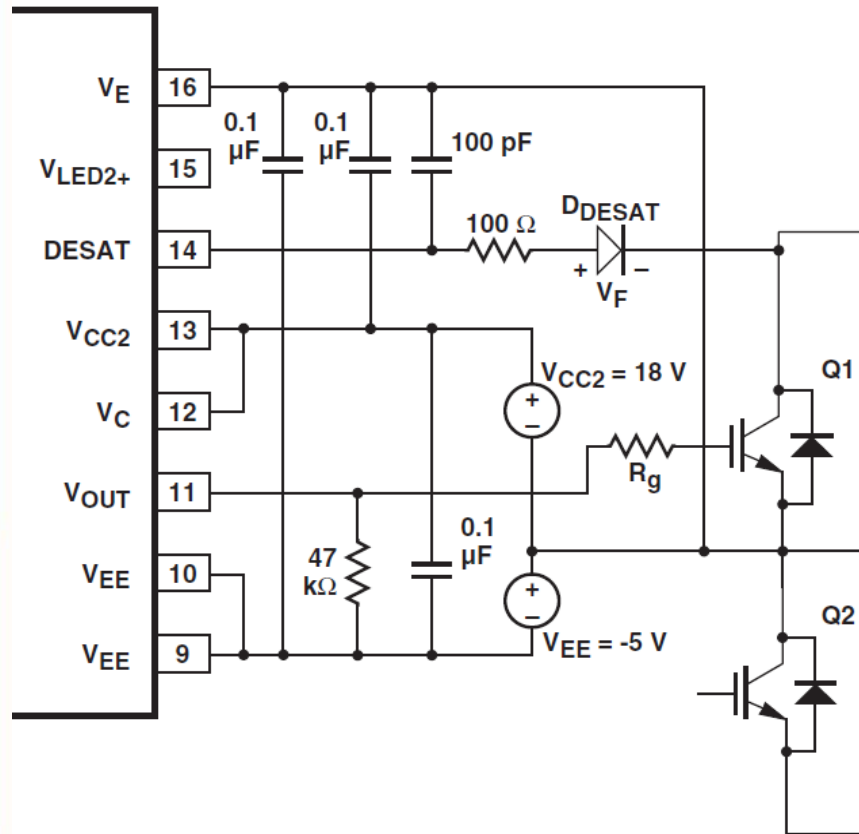


Figure 62. Recommended application circuit.



Skydd

- DESAT, överströmsskydd
- Underspänning



Semikron SKHI 10

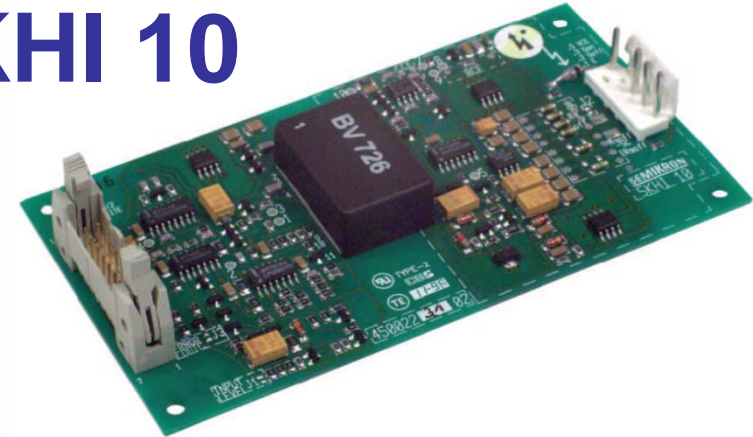


Figure 5.6.14 PCB of a SKHI10 driver stage

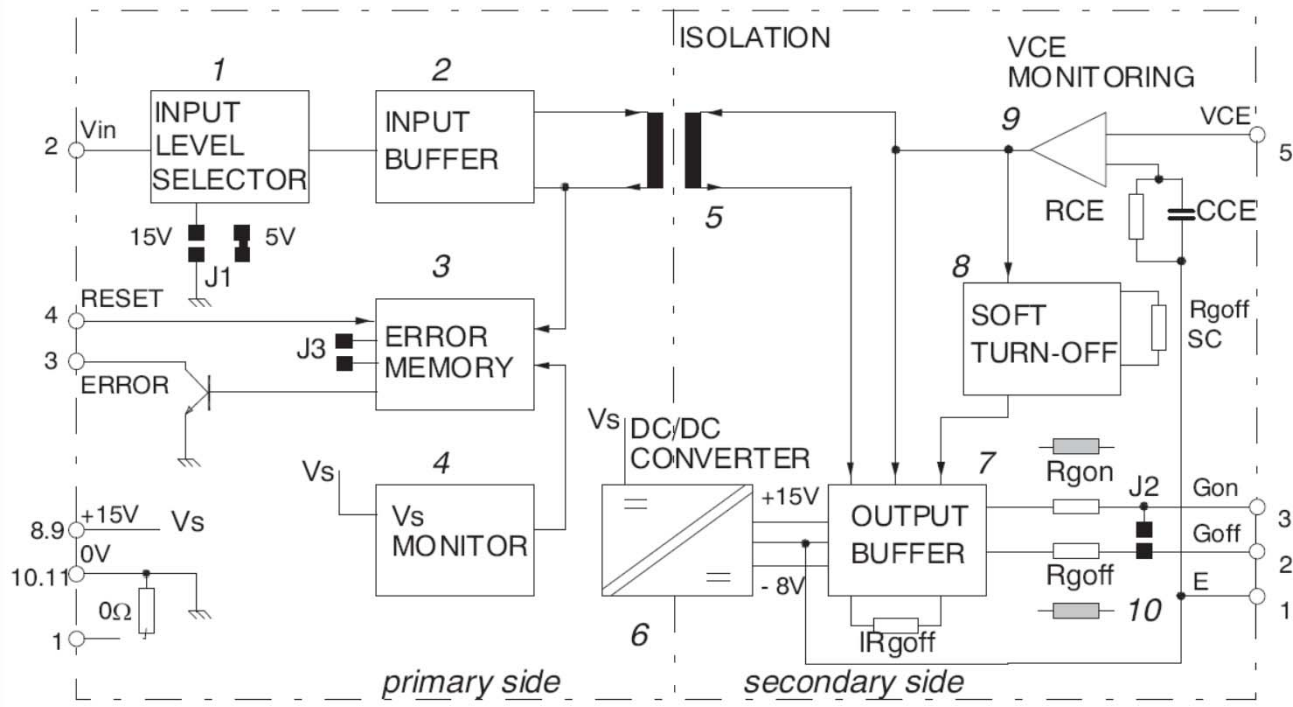


Figure 5.6.15 Block diagram of a SKHI10 driver stage



AVAGO ACPL-H342/K342

Driver med Bootstrap Power Supply (I)

- Bootstrap kretsen är till för att ge matningsspänning (icke-isolerade sidan) till drivern för den övre IGBT:n.
- Energin den övre IGBT-drivern behöver tas från den undres matningsspänning.
- Den undre driverns matningsspänning refereras till DC-. För riktiga low-cost designer är denna matningsspänning ej isolerade utan man använder DC- som GND för styrelektronik även på den sidan som brukar kallas den isolerade sidan.



Driver med Bootstrap Power Supply (II)

- Uppladdning av C_{BS}

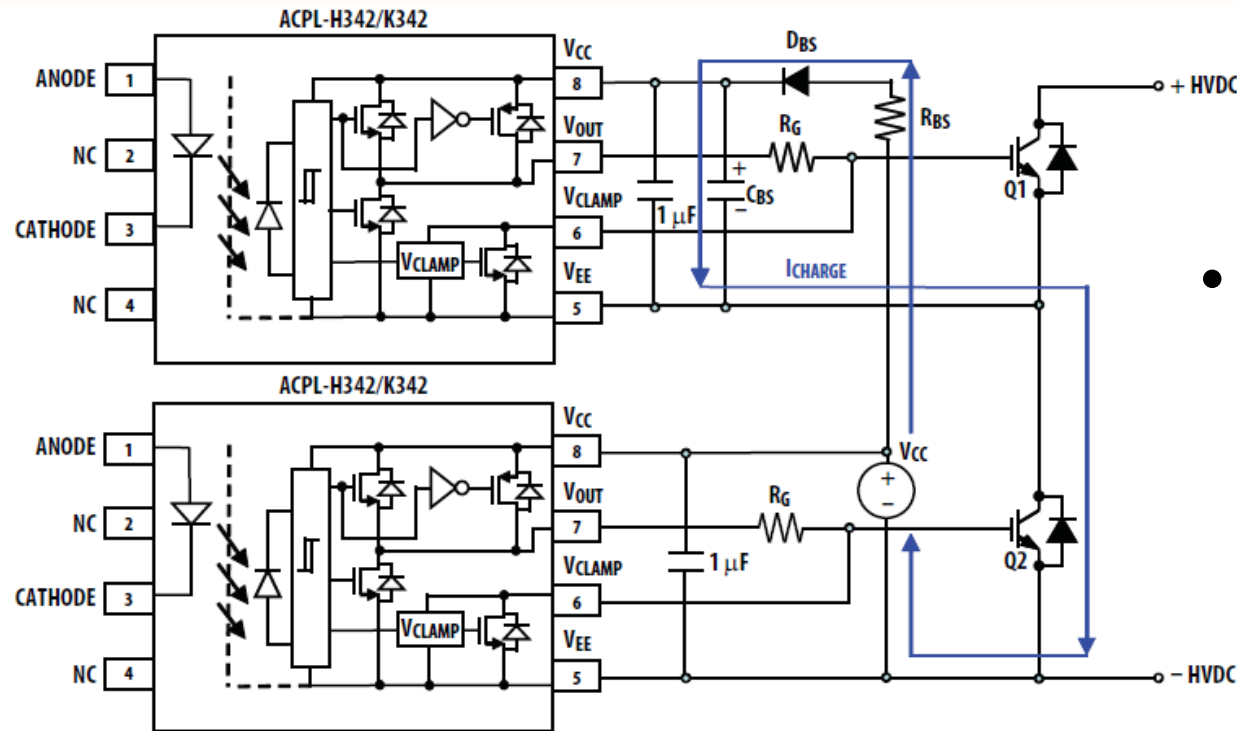


Figure 2. Bootstrap circuit charging

- Observera att:

$$\Delta t_{charge} = (1 - \delta) \cdot T_{sw}$$

$$(V_{CC} - V_{CE(on)} - V_{D_{BS}}) - v_{C_{BS}} - v_{R_{BS}} = 0 \Rightarrow$$

$$(V_{CC} - V_{CE(on)} - V_{D_{BS}}) - v_{C_{BS}} - R_{BS} C_{BS} \frac{dv_{C_{BS}}}{dt} = 0$$



Driver med Bootstrap Power Supply (III)

- Urladdning av C_{BS}

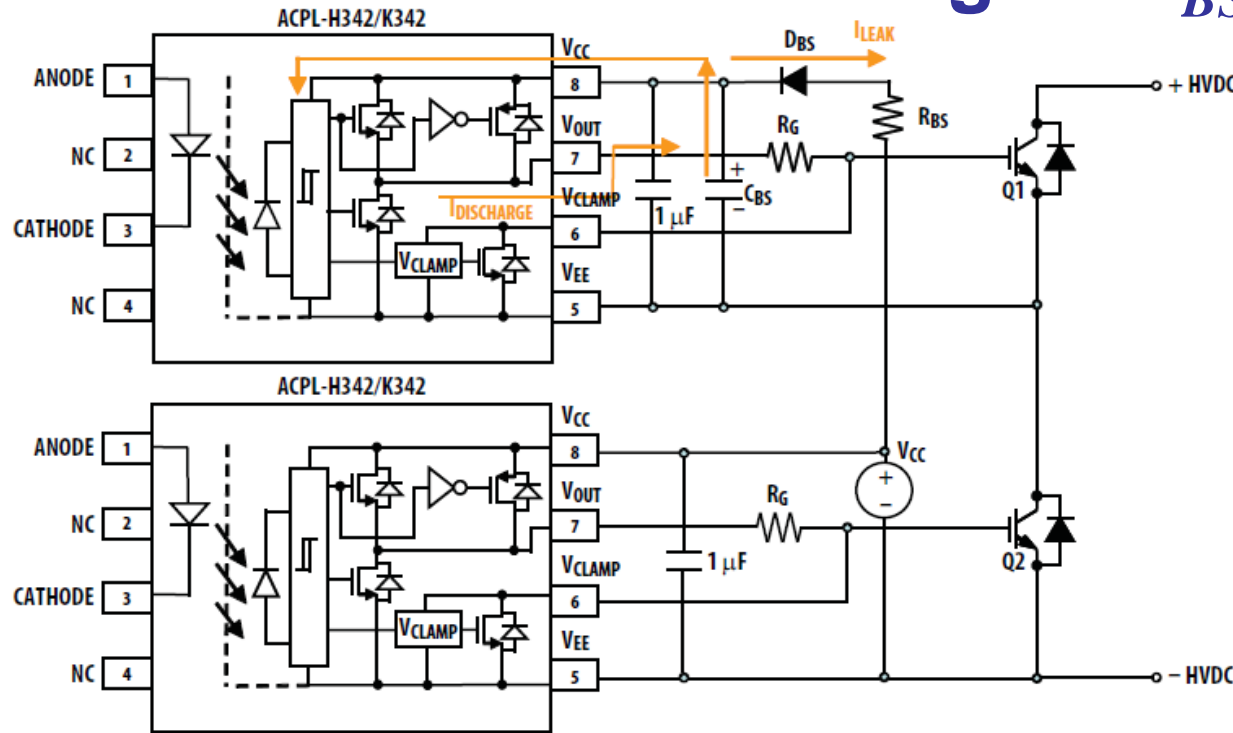


Figure 3. Bootstrap circuit discharging

$$C_{BS} \frac{dv_{CBS}}{dt} = i_{CBS} = i_G + i_{CC} + i_{LEAK} \Rightarrow$$

$$\Delta v_{CBS} = \frac{1}{C_{BS}} (\bar{I}_G + \bar{I}_{CC} + \bar{I}_{LEAK}) \Delta t_{discharge}$$

- Gate-laddningen motsvarar:

$$Q_g = \int i_G dt \Rightarrow$$

$$\bar{I}_G = \frac{Q_g}{\Delta t_{discharge}}$$

- Drivern drar: \bar{I}_{CC}
- Bootstrapdiodens läckström: \bar{I}_{LEAK}
- Observera att: $\Delta t_{discharge} = \delta \cdot T_{sw}$



Driver with Bootstrap Power Supply (IV)

- Selecting C_{BS} and R_{BS}

- För att bestämma minsta storlek på kondensatorn används urladdningsintervallet (i applikationsnoten Avago AN5490 lägger man på en säkerhetsmarginal på 50%):

$$v_{ripple} = \frac{1}{C_{BS}} \cdot \left(Q_G + \frac{\bar{I}_{CC} \cdot \delta}{f_{sw}} + \frac{\bar{I}_{LEAK} \cdot \delta}{f_{sw}} \right) \Rightarrow$$

$$C_{BS} \geq \frac{1}{v_{ripple}} \cdot \left(Q_G + \frac{\bar{I}_{CC} \cdot \delta}{f_{sw}} + \frac{\bar{I}_{LEAK} \cdot \delta}{f_{sw}} \right)$$

- För att bestämma högsta värde på resistorn jämför man laddningstiden med tidskonstanten dvs

$$\tau = R_{BS} C_{BS} \leq \Delta t_{charge} = (1 - \delta) \cdot T_{sw} \Rightarrow$$

$$R_{BS} \leq \frac{1}{C_{BS}} \cdot \frac{(1 - \delta)}{f_{sw}}$$



Tyristor-drivsteg

- Med galvanisk separation (Forward-omvandlare!)

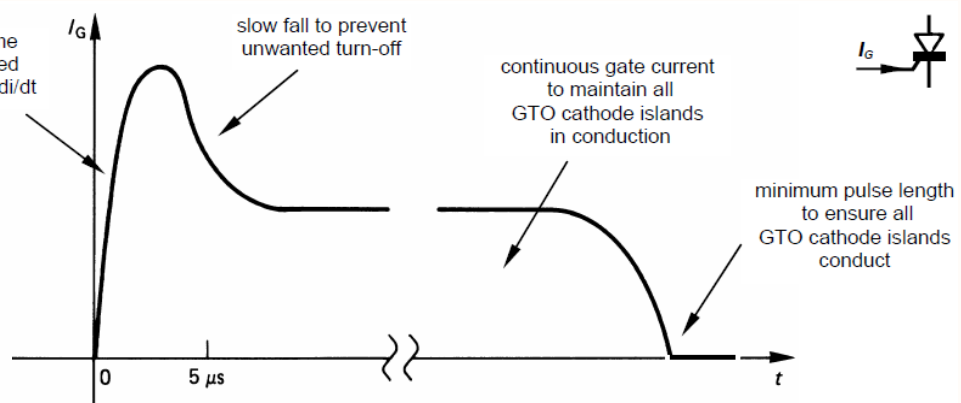
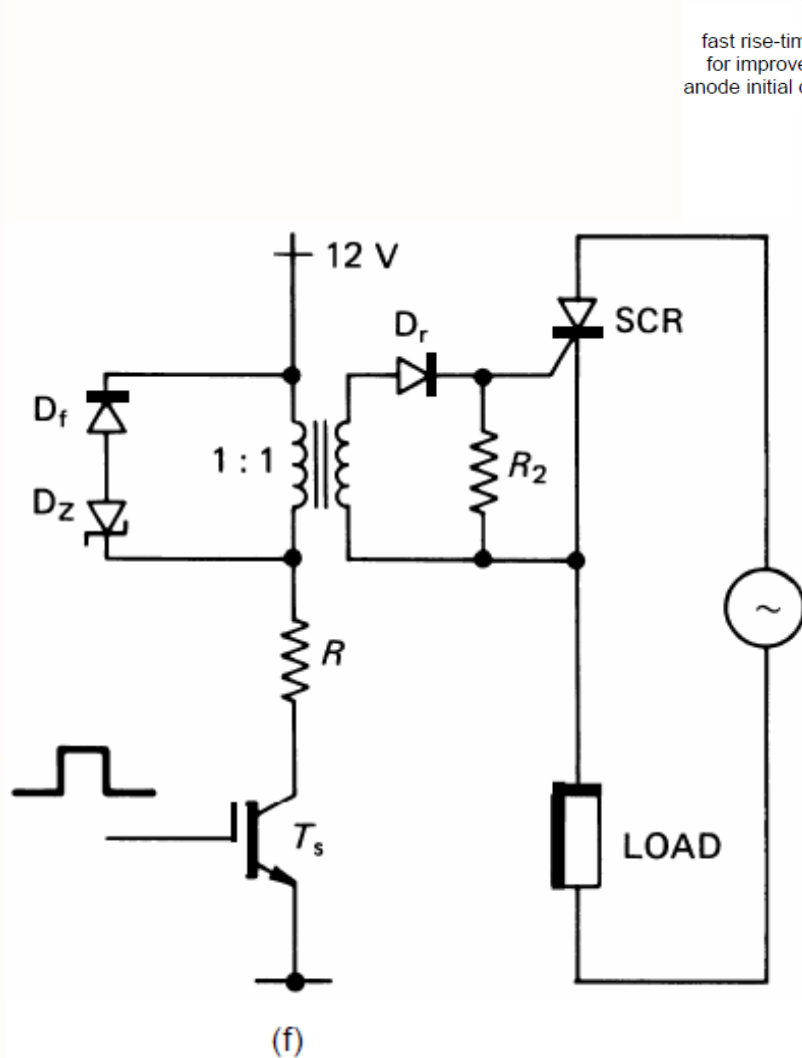
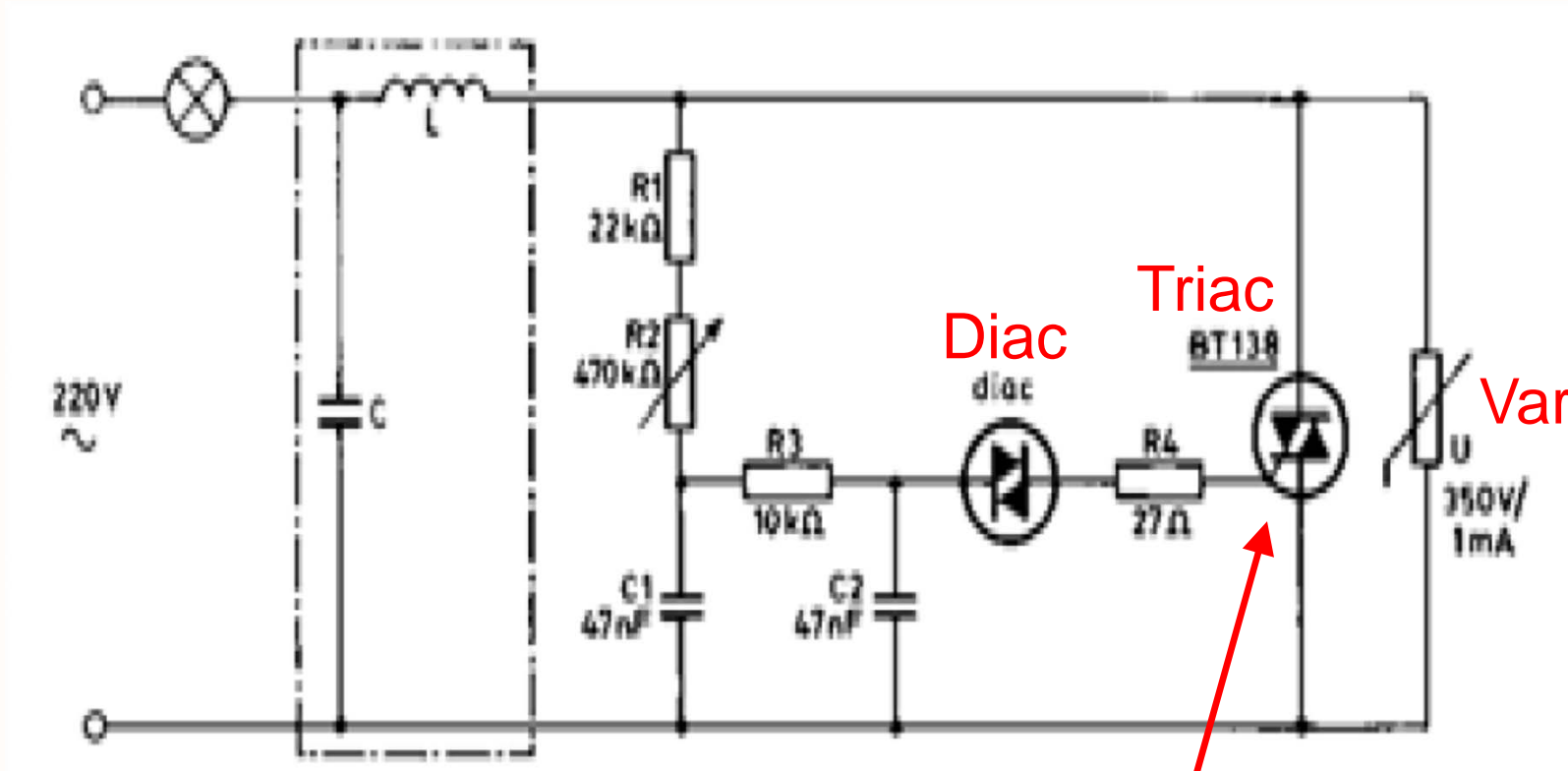


Fig. 7.7

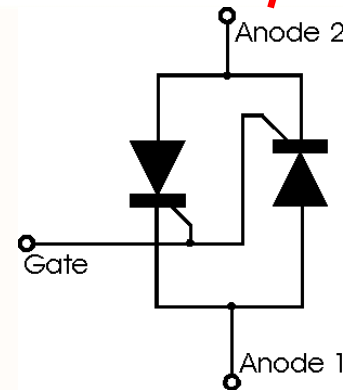


Tyristor-drivsteg - Dimmer

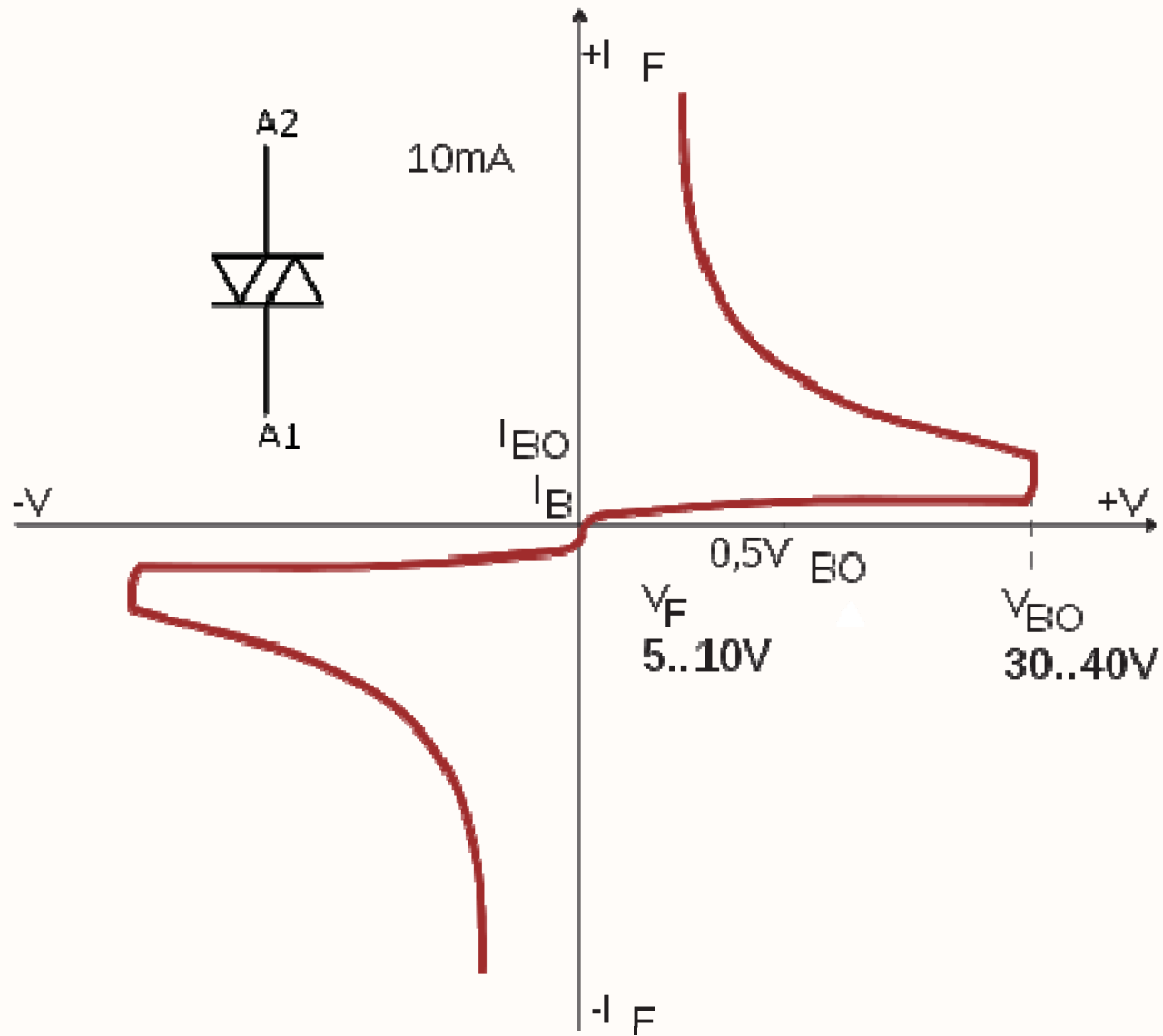


Nätfilter

Diac
BT138
Varistor



DIAC



Strömmätning

- Shunt



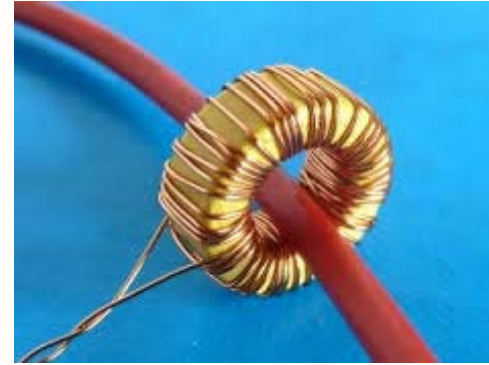
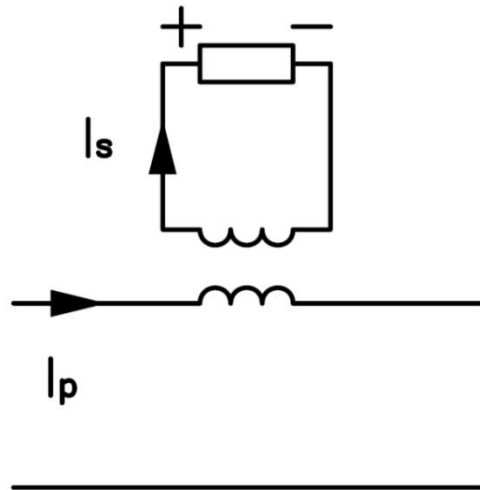
- Fungerar för DC
- Hög bandbredd
- Inget vinkelfel
- Ingen galvanisk separation



Strömmätning

- Strömtransformator

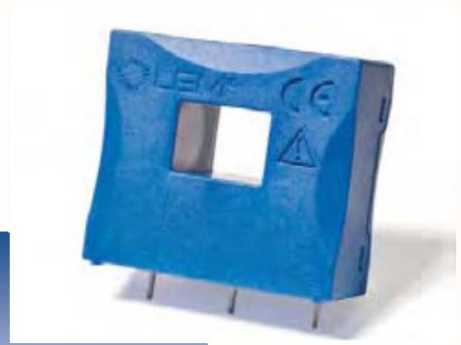
$$V = R_{\text{börda}} \cdot I_p (N_p / N_s)$$



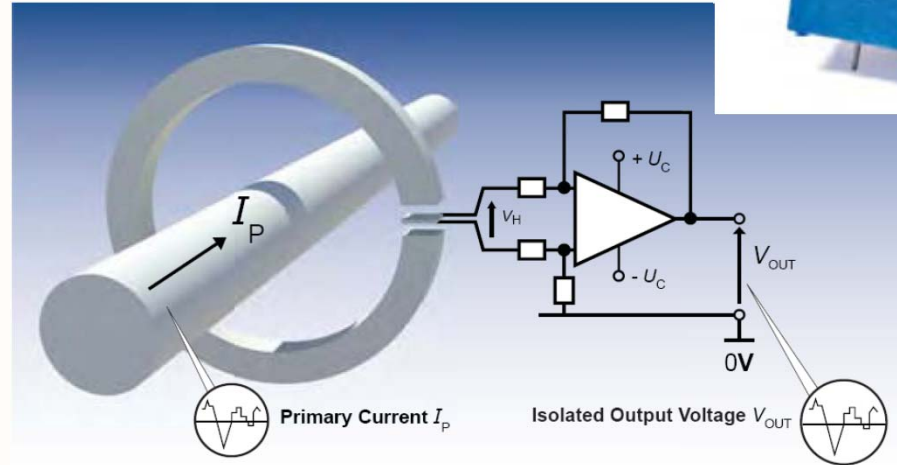
- Fungerar inte för DC
- Begränsad bandbredd
- Vinkelfel
- Syns som en induktans i huvudkretsen
- Galvanisk separation



Strömmätning - Halleffekt

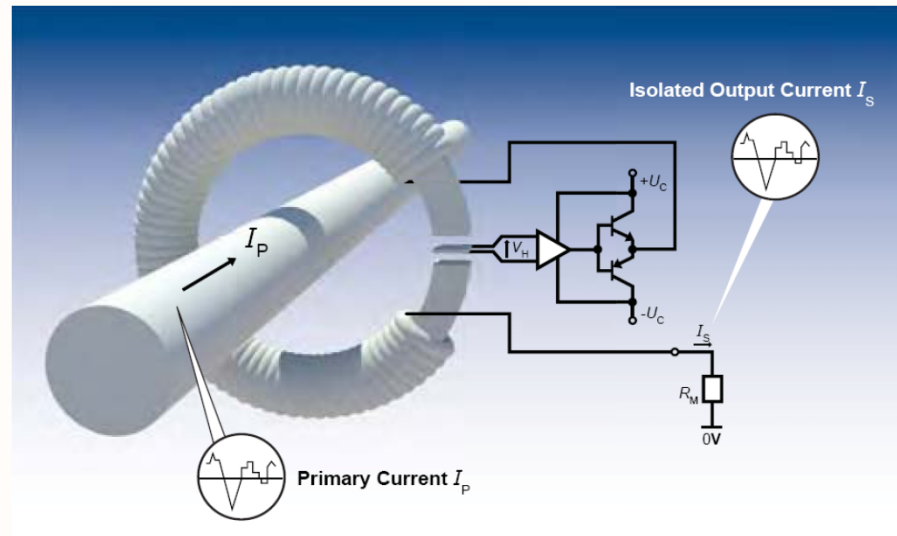


Open loop



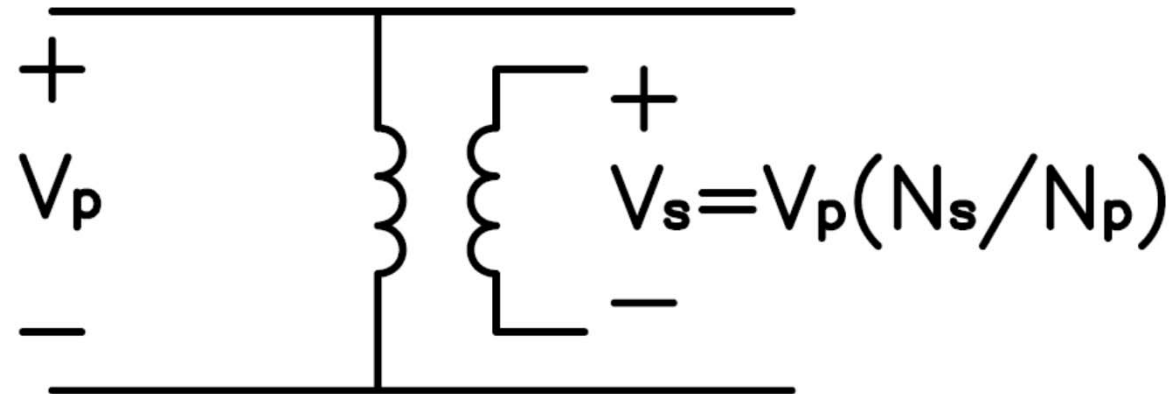
Closed loop

- Fungerar för DC
- Hög bandbredd
- Litet vinkelfel
- Galvanisk separation



Spänningsmätning

- Spänningstransformator

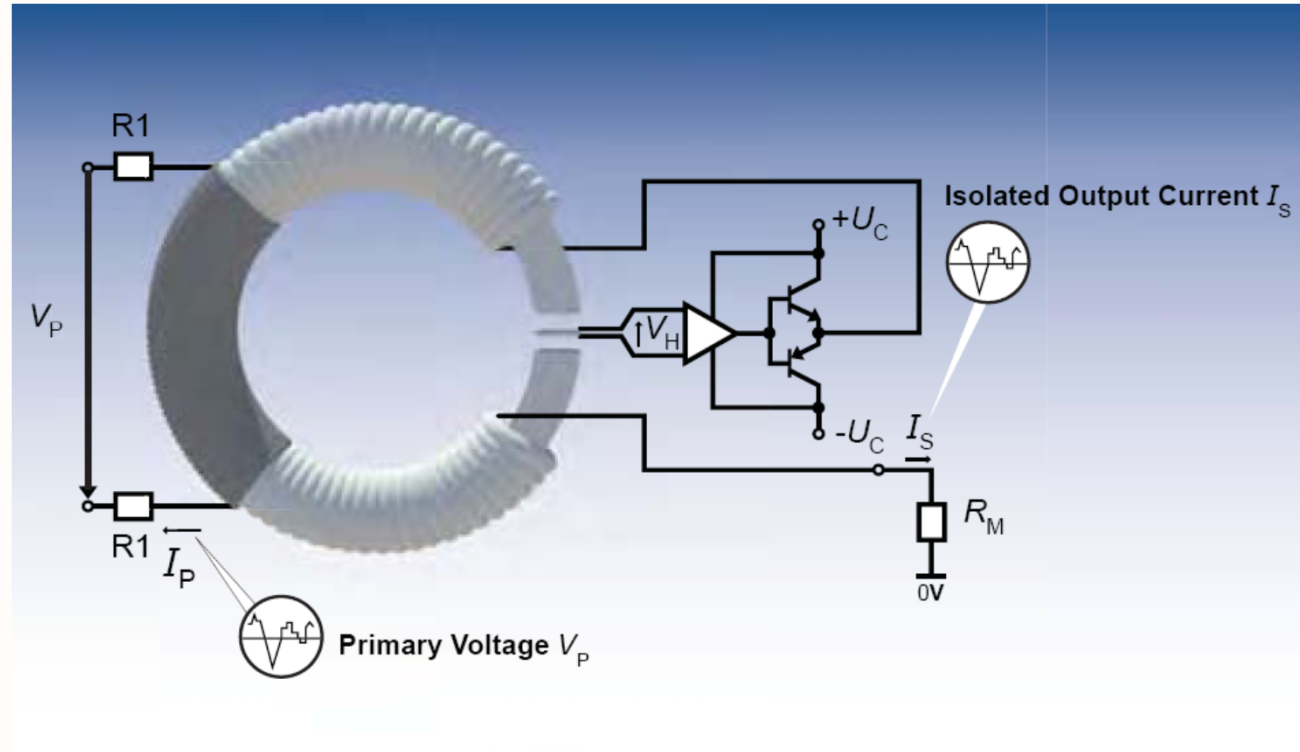


- Fungerar inte för DC
- Begränsad bandbredd
- Vinkelfel
- Galvanisk separation



Spänningsmätning - Halleffekt

Closed loop



- Fungerar för DC
- Hög bandbredd
- Litet vinkelfel
- Galvanisk separation



Mer att läsa...

www.semikron.com

