

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Förstudie och redovisning av dellösningar

Denna förstudie är ett exempel på hur vi lägger upp ett utvecklingsuppdrags första fas.

Resultatet av förstudien presenteras och diskuteras i ett projektmöte där tillkommande synpunkter ”bakas in” i projektet och beslut om fortsatt arbete tas.

Se även ”GKE Utvecklingsmetodik” som finns att ladda ner från vår hemsida.

## Rusningsskydd för frekvensomriktare

Funktionen "rusningsskydd" är avsedd att förhindra okontrollerad varvtalsökning vid frekvensomriktarmatade asynkronmotorer

Det aktuella förslaget är optimerat med avseende på:

- Funktionssäkerhet vid överfrekvens
- Felsäkerhet. Fel i installation/apparat ger alltid stopp
- Minimal påverkan på anläggningens tillgänglighet
- Säkerhet även vid 690 V system
- Säkerhet mot manipulering av funktionsvärden
- Enkel och säker verifiering av funktionsvärde/funktion

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Funktionssäkerhet vid överfrekvens

Funktionssäkerhet nås genom ett antal bitvis överlappande konstruktionsprinciper:

- Två samverkande program med olika mätprinciper
- Finite State-programmering
- Övervakning av statepekare och programräknare
- Dubblade hårdvarukanaler med övervakning
- Watch-Dog

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

**Felsäkerhet. Fel i installation/apparat ger alltid stopp**

Denna säkerhet får ej åstadkommas i programvara.  
Hårdvarukonstruktionen gör att:

- Utebliven insignal ger stopp
- Alla typer av processorhaveri ger stopp
- Lossad ledare ger stopp
- Avbrott i enskild komponent ger stopp
- Kortslutning i enskild komponent övervakas/meddelas
- Fortsatt funktion även vid kortslutning i komponent

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Minimal påverkan på anläggningens tillgänglighet

Även detta är en säkerhetsaspekt. En utrustning som orsakar stopp i anläggningen kommer slutligen att kopplas ur. God tillgänglighet åstadkoms genom:

- Sund och enkel konstruktion
- Väl filtrerad matningsspänning
- Filtrerade insignaler
- Galvanisk separation
- God avskärmning från störande miljö
- Accelererat prov vid hög temperatur (inbränning)

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Säkerhet även vid 690 V system

Det främsta problemet här är att garantera kortslutningssäkerhet. Säkringar för 1 mm<sup>2</sup> ledare och 690 V är stora, dyra och svåra att finna.

Vår lösning är att ansluta omriktarens utsignal via ett strömbegränsande anslutningsblock som i huvudsak består av motstånd med god isolation och hög arbetsspänning. Viss filtrering ingår.

Rusningsskyddet utförs för 110 V. Anslutningsblock för 400, 500 och 690 V.

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Säkerhet mot manipulering av funktionsvärden

Den yttersta säkerheten nås om alla funktionsvärden ligger fast i programmet. Det är därför intressant att veta om ett antal fasta funktionsvärden kan accepteras. Förslagsvis 30, 40, 50, 60 Hz. Tätare steg eller andra frekvenser är givetvis möjliga.

Alternativ är att ställa in funktionsvärdet via terminal eller via enkel "PMU" i panelen. I båda fallen måste någon form av skydd mot manipulation åstadkommas.

Kommentarer emotses.

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Enkel och säker verifiering av funktionsvärde

Oavsett hur funktionsvärden ställs in så måste det vara enkelt att ta reda på vilket värde som gäller och även att kontrollera att skyddet reagerar när inställt värde uppnåtts.

Om terminal eller PMU används kan funktionsvärdet läsas via dessa. Om fast funktionsvärde används kan detta dels läsas på skyddets märkskylt dels kontrolleras genom att pulsutgång läses med skop eller DMM. Utfrekvens = inställd frekvens. Pulskvot = uppmätt frekvens. Område 1 – 99 Hz möjligt.

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Enkel och säker verifiering av funktion

Om driften utan fara kan köras upp till otillåten frekvens är detta det enklaste sättet att verifiera funktionen.

I det allmänna fallet kan detta inte förutsättas. Funktionskontroll måste då ske vid stoppad drift. Antingen i särskild provrigg eller genom att utbildningsomriktare används för provet.

Kommentarer emotses.

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

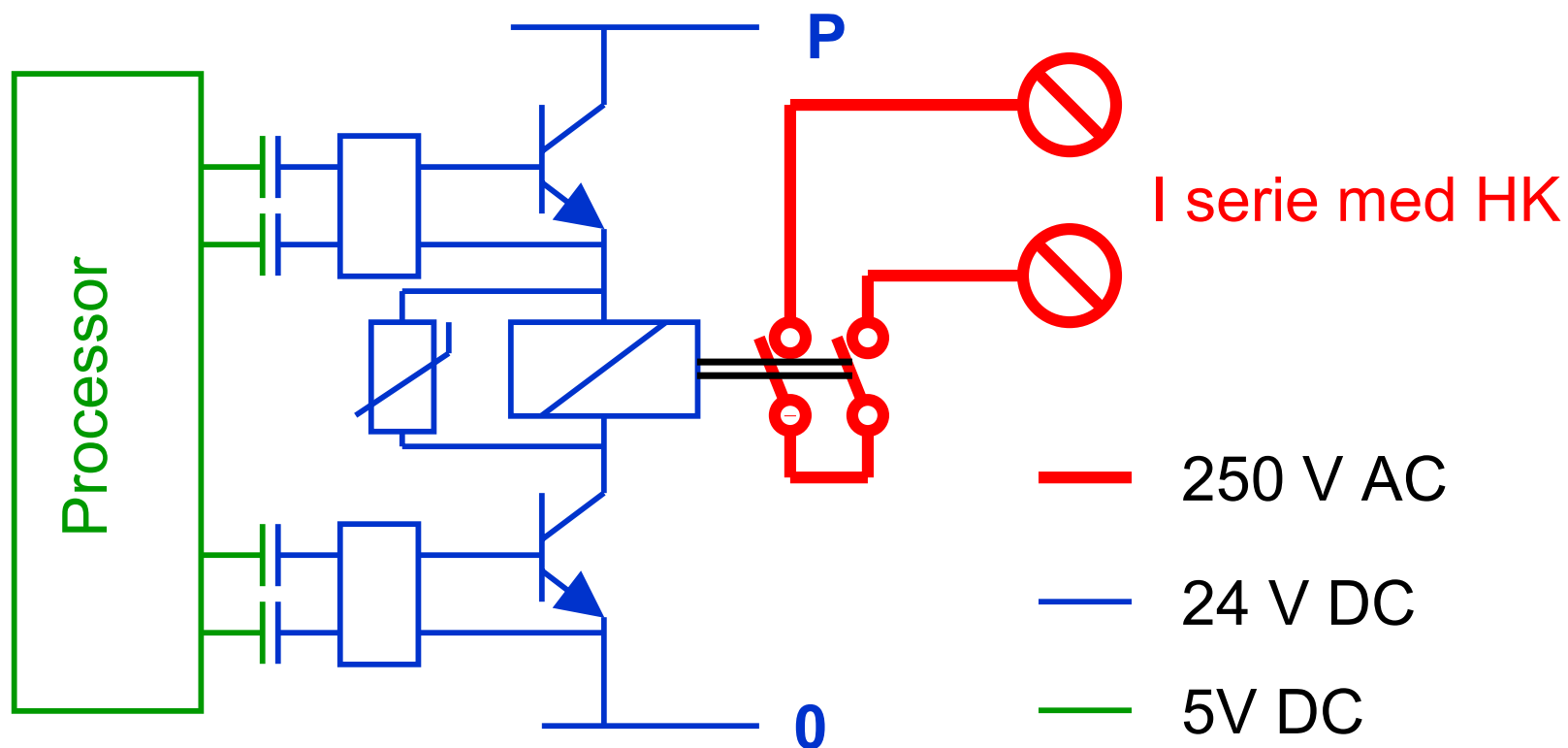
## Finite State Machine, även kallad "Ändlig Automat"

FSM arbetar med ett antal numrerade tillstånd. Övergång från ett tillstånd till nästa styrs av specifika villkor, ett eller flera för varje övergång. FSM ger enkla, överskådliga och lätt verifierbara sekvenser. Koden skrivs i processorns egen assembler, vilket eliminerar behovet av validerade kompilatorer. I SWSIL-sammanhang är dessa egenskaper ovärderliga.

Eftersom antalet möjliga tillstånd är fördefinierat kan tillståndspekaren lätt övervakas så att orimliga tillstånd fångas och hanteras på ett definierat sätt.

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Felsäker hårdvara. Exempel på relästyrning



# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Dubblerad programvara kräver skilda algoritmer

Vitsen med att ha dubblerad programvara är att ett systemfel i det ena programmet inte ska kunna uppstå i det andra programmet. Det kräver att man tänker radikalt olika vid konstruktion av de två programdelarna.

Frekvensmätning ger två olika angreppspunkter:

- Frekvensmätning, dvs antal händelser/tidsenhet
- Reciprok mätning, dvs 1/periodtid

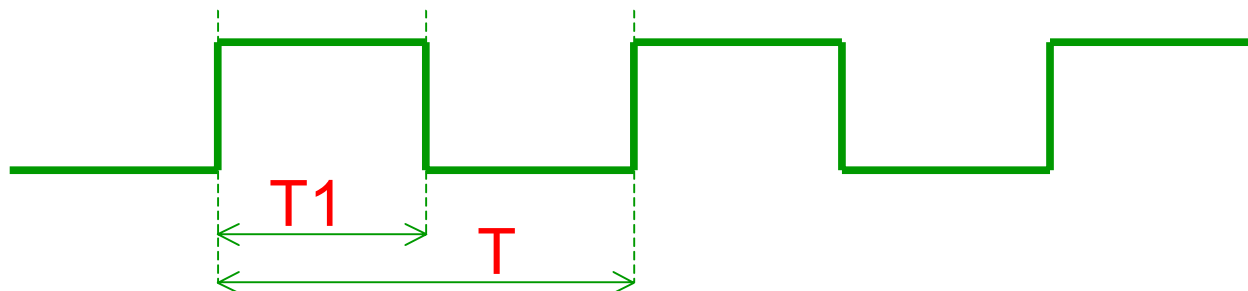
Båda mätningarna ska alltid ge samma resultat

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Rimlighetskontroll

Ett antal kriterier kan ställas upp:

- Uppmätt frekvens ska ligga inom ett rimligt intervall
- Frekvensen kan inte variera med mer än med ett bestämt belopp per tidsenhet
- Periodtiden ska alltid vara dubbla halvperiodtiden



# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Anpassning till omriktartyp

VSI, CSI, PWM, PAM ger olika utseende på motorspänningen.

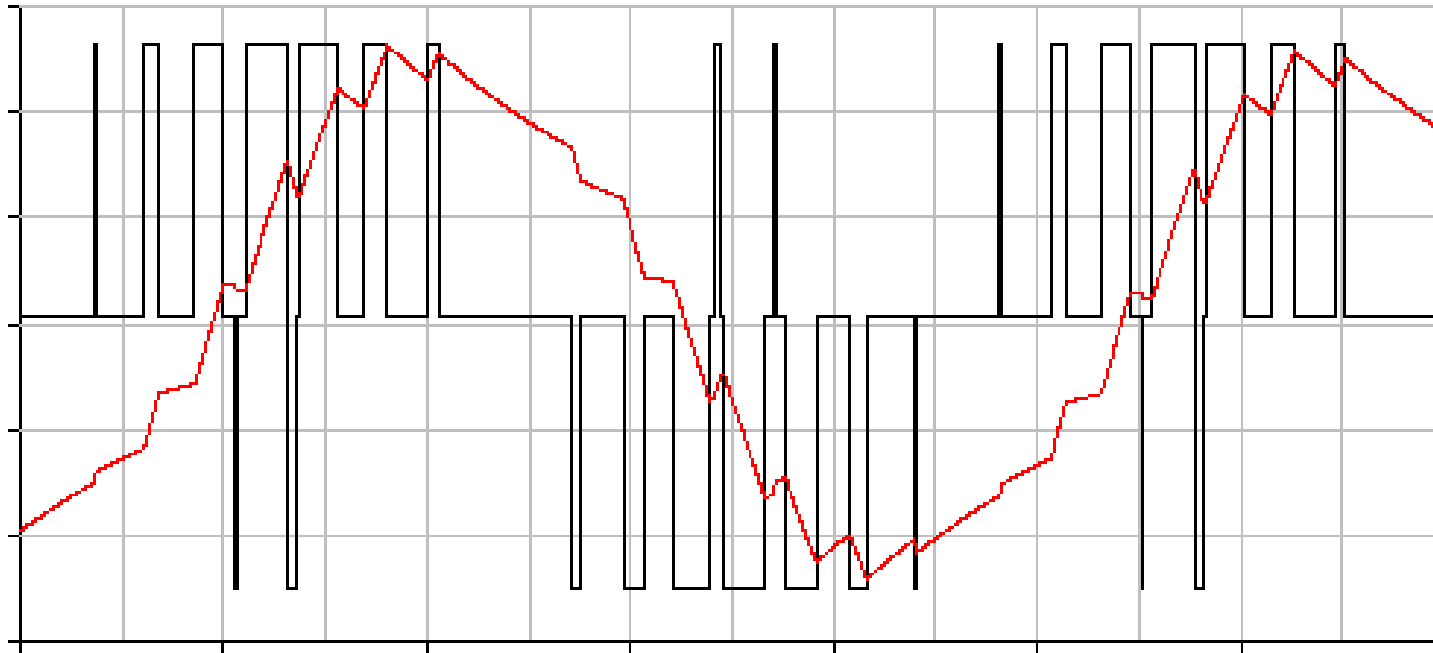
VSI med PWM och switchfrekvens över ca 1 kHz är okritiskt. Enkelt tvåpoligt filter kan användas vid grundton upp till ca 100 Hz.

CSI och PAM ger fullblockssignal med överlagrade kommuteringshack. Även här duger enkelt filter.

VSI med fullblock och "kanthack" kan ge problem som inte kan hanteras med enkla filter. Utreds.

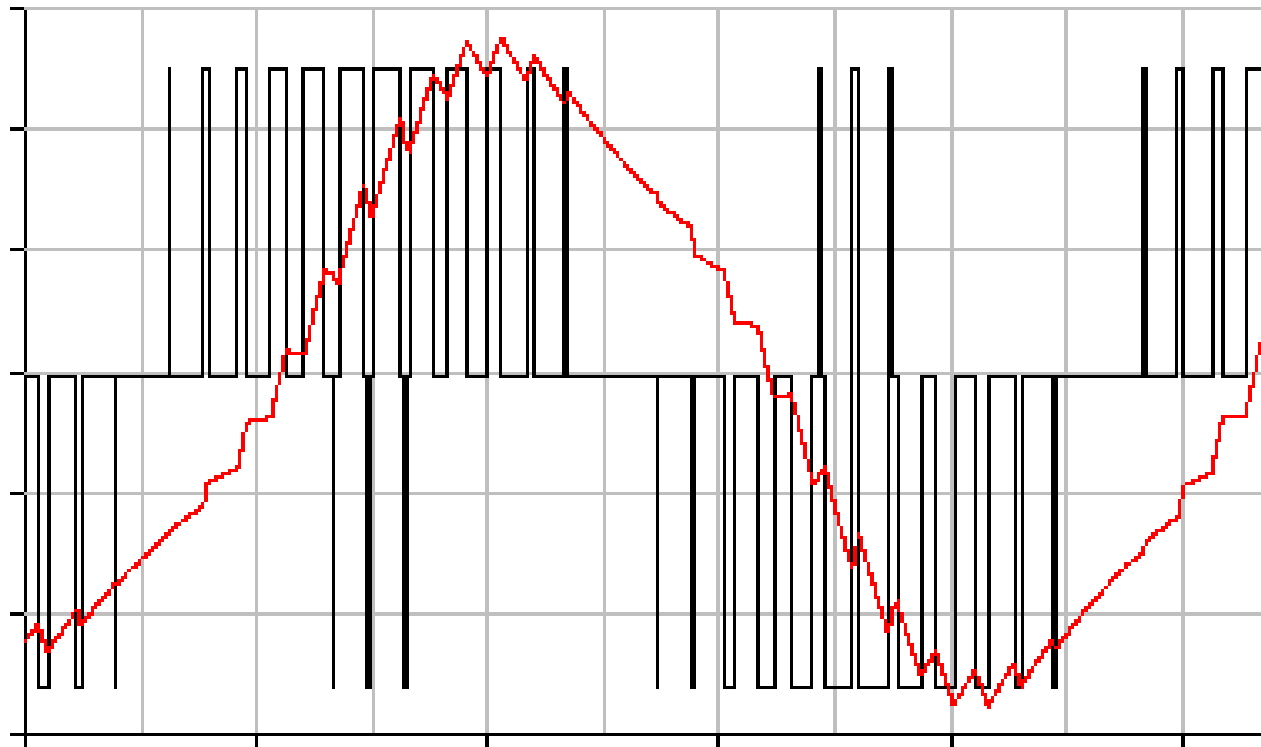
# Rusningsskydd för frekvensomriktare

**VSI/PWM med 100 Hz omriktarfrekvens och 1,0 kHz switchfrekvens. Återskapad sinus efter enpoligt filter.**



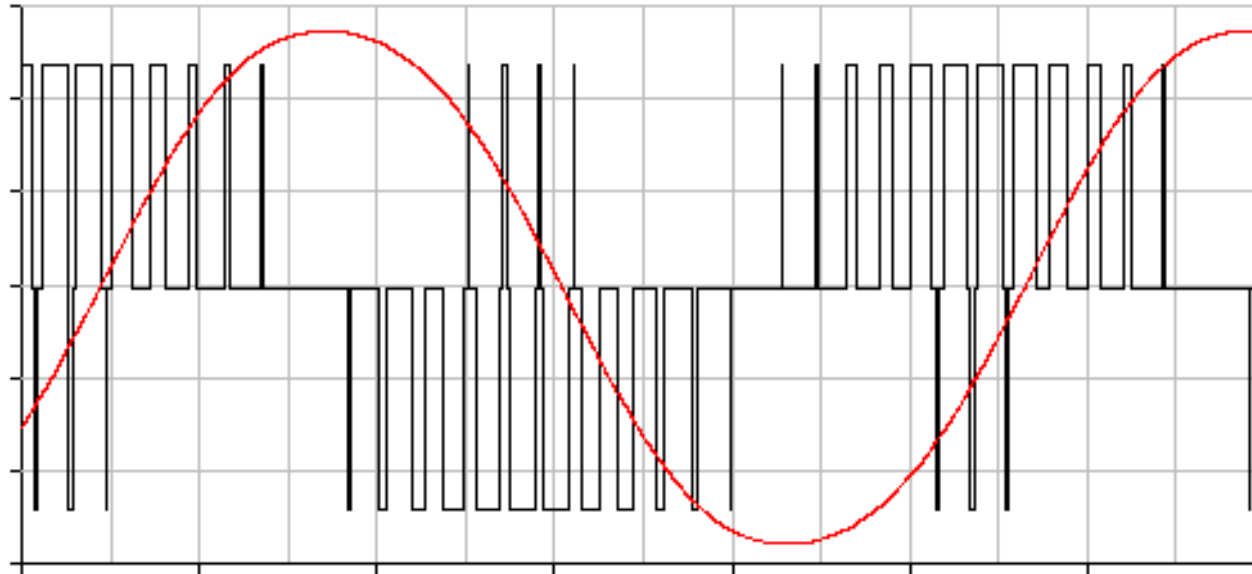
# Rusningsskydd för frekvensomriktare

**VSI/PWM med 60 Hz omriktarfrekvens och 1,0 kHz switchfrekvens. Återskapad sinus efter enpoligt filter.**



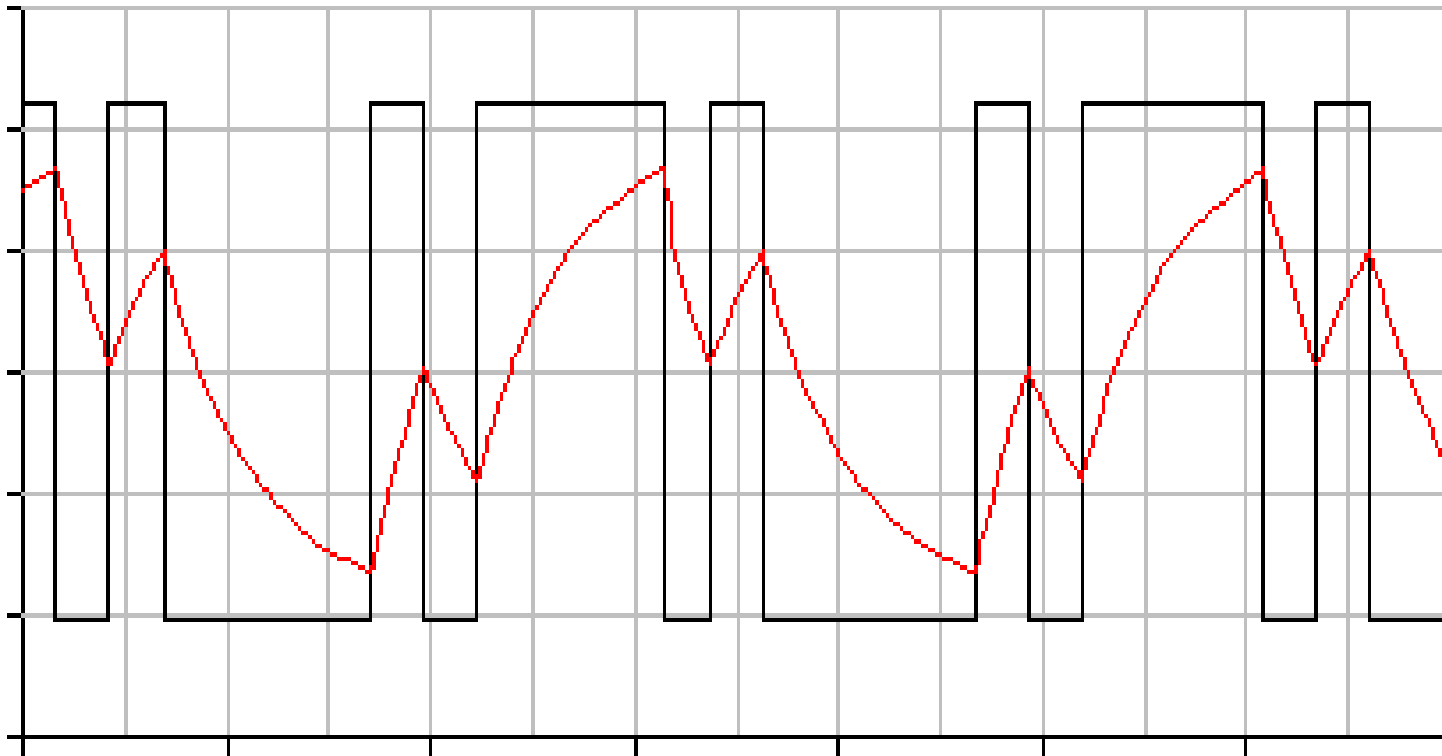
# Rusningsskydd för frekvensomriktare

**VSI/PWM med 60 Hz omriktarfrekvens och 1,0 kHz switchfrekvens. Återskapad sinus efter tvåpoligt filter.**



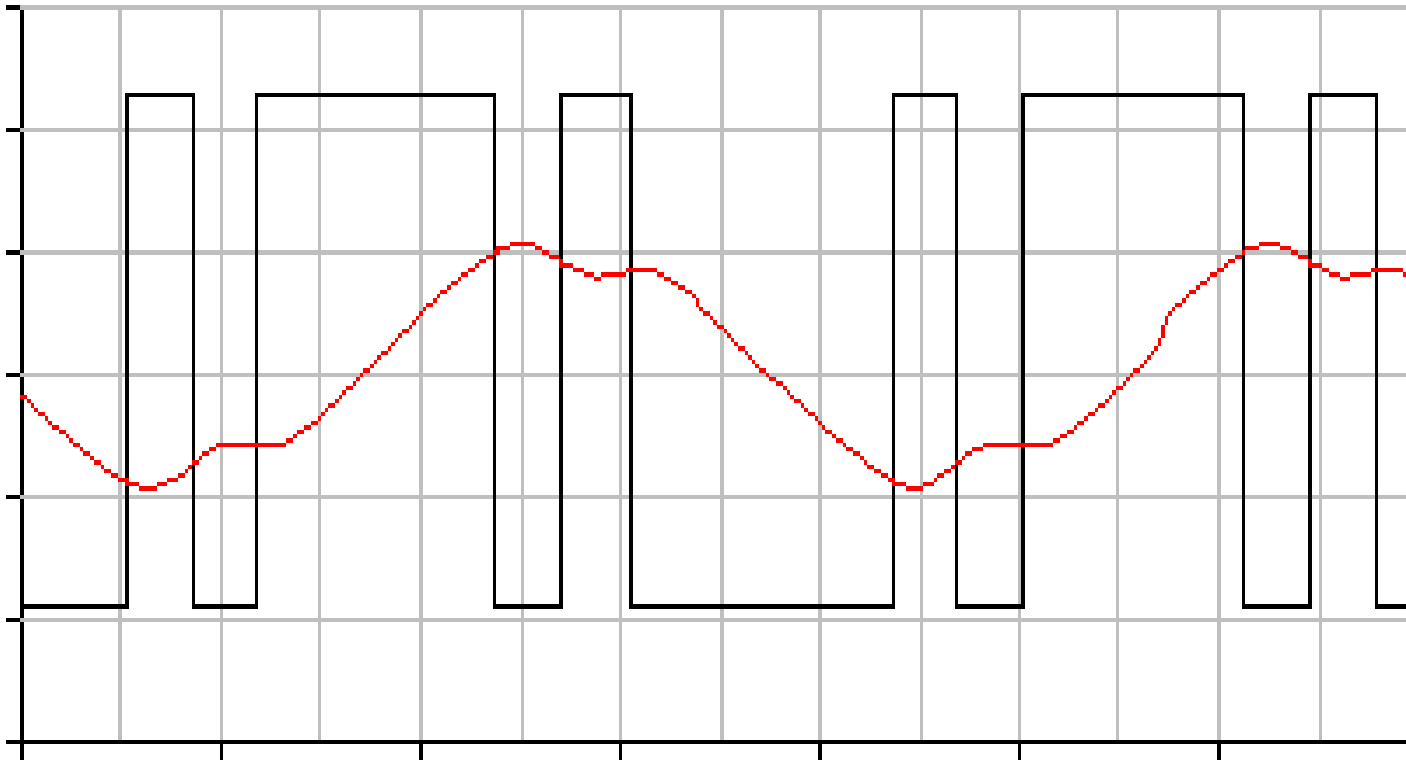
# Rusningskydd för frekvensomriktare

**Fullblock med Edge Notches. Enpoligt filter.**



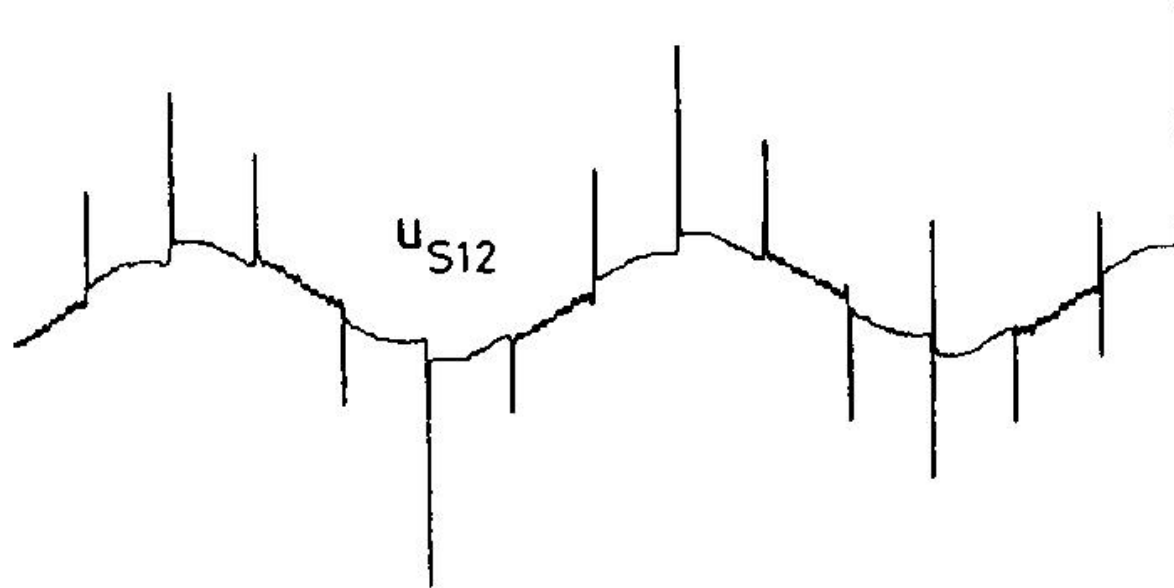
# Rusningsskydd för frekvensomriktare

**Fullblock med Edge Notches. Tvåpoligt filter.**



# Rusningsskydd för frekvensomriktare

Utspänning från CSI-omriktare. Grundton med kraftiga kommuteringsspikar.



Ur W. Leonhard "Control of Electrical Drives"

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Speciella omständigheter

1 Äldre omriktare med släcktyristorer startar ofta med en uppladdningssekvens som innebär att utsignalen övergående innehåller höga frekvenskomponenter

2 Felsäkerhet innebär att utebliven signal ska stoppa driften. Man måste därför ha en mekanism som medger start innan omriktaren avger utsignal. (Undvik Moment 22-situation)

Lösningen på punkt 2 ger troligen lösningen på punkt 1.

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Detaljutförande

- Varningsgräns + brytgräns?
- Undre gräns? Drift när man passerat denna gräns.
- Start/drift i fel riktning?

Start i fel riktning är självförklarande

Drift i fel riktning. När man startat i en viss riktning ska larm/stopp ges om riktningen ändras.

Riktningsovervakning kräver trefasig anslutning.

# Rusningsskydd för frekvensomriktare

## Detaljutförande

- Anslutning. Enfas eller trefas?
- Ett SIL 2 relä eller dubblerade SIL 0 reläer?
- Matning
- Största mått
- Kapslingsklass
- EMC-miljö
- Brytförmåga