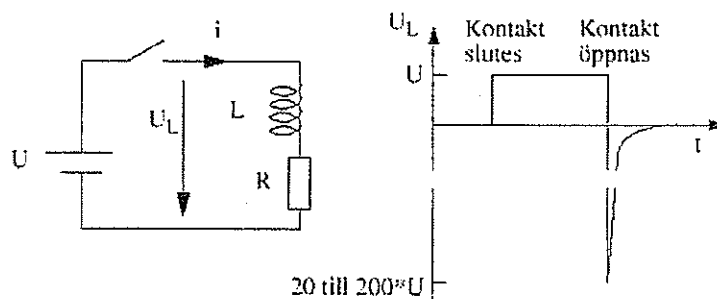


Kapitel 9 Kontakt urladdning

Kontaktskydd vid brytning eller slutning av last.



Figur 9-1 Ekvivalentschema av en kontakt

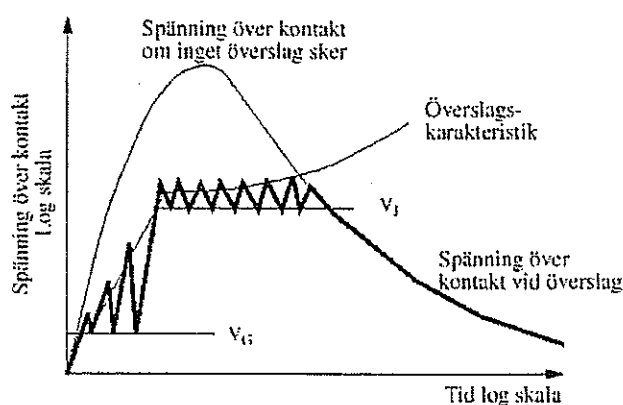
En induktans får en mycket hög spänning över sig när dess ström bryts ($U=L \cdot di/dt$). Denna spänning kommer över den brytande kontakten och kan orsaka överslag i kontakten.

Det är i huvudsak två förlopp som förstör en brytande eller slutande kontakt. Det ena är att bryta en hög induktiv last så att överslag sker i kontakten. Det andra är att sluta en låg resistiv last med strömrusning som följd.

Överslag i kontakten får man t.ex vid brytning av en induktiv last utan skydd. Vid ett överslag utvecklas hög effekt i kontakten. Denna effektutveckling kan lokalt värma metallen i kontakten så att den smälter och kontakten förstörs. Vid varje smältning förstörs en liten del av kontaktövergången. Med tiden blir en allt större del förstörd och tillslut blir kontakten så dålig att den inte kan upprätthålla sin funktion. Vid ett överslag bildas även högfrekventa störningar som kan störa annan utrustning.

Vid slutning av en kontakt med låg resistiv last fås en hög ström som kan smälta kontaktmaterialet och därmed förstöra kontakten. Hög ström kan man få vid inkoppling av kondensator, lampor, start av motorer mm. Dessa laster är lågresistiva i början och går över till en högre resistans när lampan blir varm eller motorn går upp i varv strömmen går därmed ned från en hög nivå till normal arbetsström.

Spänningsförlopp vid överslag i en kontakt utan skydd.



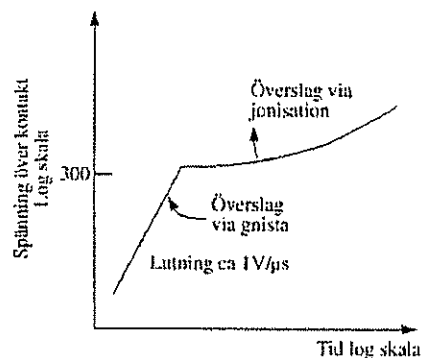
V_G = Lägst spänning för att upprätthålla en gnista.

V_I = Lägst spänning för att upprätthålla joniseringsström.

Figur 9-2 Spänningsförlopp vid en överslag

Vid brytning av induktiv last stiger spänningen över kontakten till dess ett överslag sker. Ett överslag 'kortsletter' kontakten med gnistan och spänningen sjunker över kontakten. När spänningen sjunkit tillräckligt lågt, normalt ca 12-15V, kan inte gnistan leva vidare utan den släcks. 'Kortsletteringen' upphör varmed spänningen växer igen till dess ett nytt överslag uppstår. Allt efter det att gapet mellan kontaktarna växer så behövs en högre spänning för att få ett nytt överslag. När spänningen blir tillräckligt hög så joniserar luften mellan kontaktarna och en ström flyter mellan kontaktarna i den joniserande gasen. Spänningen som behövs för att jonisera luften är avståndsberoende. Den har ett minimum vid avstånd mellan kontaktarna på ca $1\mu\text{m}$ till $100\mu\text{m}$. Vid detta avstånd joniserar luften vid ca 300V. När ett överslag har uppstått behövs en ström på några hundra mA för att gnistan ska vara skadlig för kontakten. Vid en lägre ström släcks gnistan.

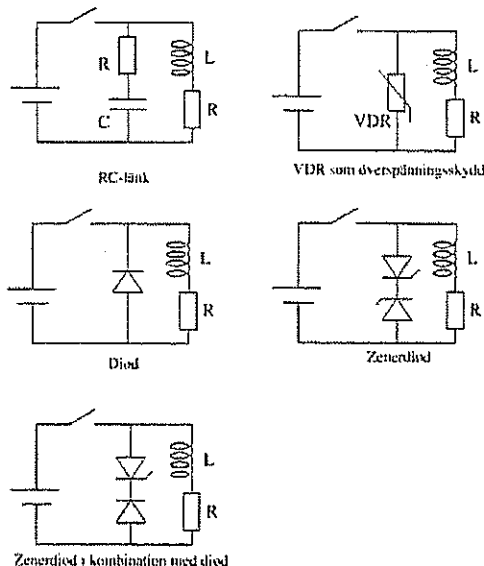
Spänningsförlopp över kontakt.



Figur 9-3 Spänningsförlopp över kontakt

En kontakt skyddas från överslag om dess brytkarakteristik för spänningen över kontakten ligger under kurvan i figuren ovan. Under ca 12-15V kan man inte få någon skadlig gnista. En normal kontakt öppnar sig med en hastighet så att om spänningen växer långsammare än $1\text{ V}/\mu\text{s}$ så blir den elektriska fältstyrkan över kontakten för låg för att en gnista ska bildas. Om spänningen är under ca 300V så är spänningen för låg för att jonisera luften och därmed förhindrar man överslag via jonisation. Ligger spänningen under de kriterier som anges ovan så klarar man normalt en brytning utan överslag i en kontakt.

Olika typer av kontaktskydd.



Figur 9-4 Kontaktskydd

RC-länken är den vanligaste typen av skydd. Normalt fungerar den bra, den kan ge hög spänning över kondensator och kontakt vid brytning av höginduktiv last. RC-länken fungerar både vid lik- och växelströmsmatad last. Vid växelströmsmatad last får den dock en effektutveckling i RC-skyddet.

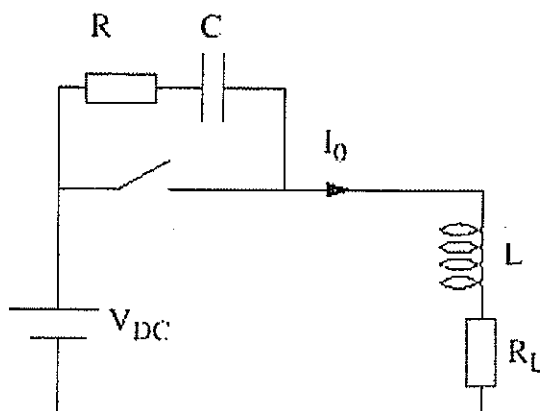
En varistor (VDR) är ett spänningsberoende motstånd som hög resistans vid låg spänning och som får en låg resistans vid hög spänning. När spänningen över kontakten blir tillräckligt hög börjar VDR att leda. VDR behåller en hög spänning över sig när den leder ström, detta ger en snabb förbränning av den energi som är lagrad i induktansen, och hela brytförloppet blir därmed kort. VDR skyddar inte mot gnistbildning vid brytögonblicket, då avståndet mellan kontaktarna är litet och gnistan kan bildas vid en spänning som är lägre än omslagsnivån för VDR. VDR åldras när spänningen är nära eller över dess knäspänning, spänningen när VDR börjar leda ström. Ett åldrat VDR får ett diffusare knä, övergången från icke ledande till ledande tillstånd sker över ett större spänningsområde.

Diodskydd är vanlig vid transistordrivning av last. Den ger endast någon volt över arbetsspänning hos den brytande kontakten eller transistorn. Dioden har en låg effektutveckling vid brytning av last då den har lågt framspänningsfall. Detta gör att det tar längre tid att förbränna den lagrade energin i induktansen L . Är induktansen t.ex ett relä eller en kontaktor så får denna i sin tur ett långsamt brytförlopp med risk för brända kontakter som följd. Diod fungerar endast vid likspänningsmatning av lasten.

Vid en kombination av diod och zenerdiod får man en högre effektutveckling i skyddet jämfört med endast diod. Denna högre effektutveckling ger en snabbare förbränning av energin som är lagrad i induktansen, hela brytförloppet blir därmed kort. Styrning av reläer och kontaktorer mm blir därmed bättre. Zenerdioden ger en högre spänning över brytaren jämfört med endast en diod. Zenerdiod i kombination med diod fungerar endast vid likspänningsmatning av lasten. Dioderna kan endast leda i en riktning och därmed skyddar dioderna endast vid brytning under ena halvperioden.

Används två motriktade zenerdioder så kan skyddet användas både vid lik- och växelströmsmatad last.

Kontaktskydd med rc-länk



Figur 9-5 Val av R för kontaktskydd

Val av R : Resistansen väljs så att strömmen blir lägre än den ström som krävs för att få överslag vid slutning av kontakten I_a (vanligen < 400 mA). En strömmen under I_a kan inte upprätthålla en gnista.

$$\frac{V_{DC}}{I_a} \leq R \leq R_L$$

$$I_a = I_A$$

Val av C : Kapacitansen väljs utifrån två kriterier. Det krävs att båda kriterierna är uppfyllda.

1. Spänningen över kontakten får inte överskrida 300V för att undvika jonisering. Detta uppfylls om kondensatorn väljs enligt.

$$C \geq \left(\frac{I_0}{300} \right)^2 \times L$$

Stigtiden får inte vara högre än $1 \text{ V}/\mu\text{s}$ för att undvika gnistbildning.

$$C \geq I_0 \times 1 \times 10^{-6}$$

Kapacitansen kan också väljas så att en överdämpad krets erhålles

$$i = C \frac{du}{dt}$$

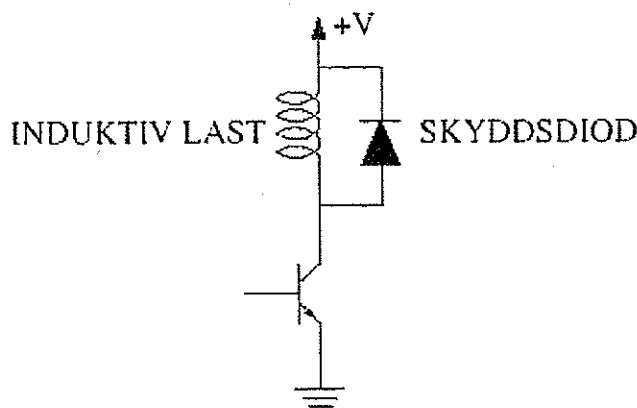
$$\frac{du}{dt} < 10^6 \frac{\text{V}}{\text{s}}$$

$$\Rightarrow \frac{I_0}{C} < 10^6 \frac{\text{V}}{\text{s}}$$

$$\Rightarrow C \geq I_0 \cdot 10^{-6} \frac{\text{s}}{\text{V}}$$

$$C \geq \frac{4 \times L}{(R_L + R)^2}$$

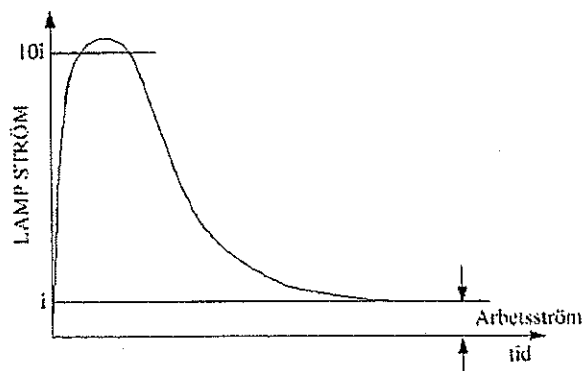
Diodskydd för transistor.



Figur 9-6 Diodskydd för transistor

Dioden skyddar transistorn från hög spänning vid brytning av induktiv last. Dioden låter induktiva energin gå igenom dioden i stället för att generera en spänning över transistorn. Dioden har en låg effektutveckling när den går in som överspänningsskydd, pga dess låga framspänningsfall. Detta gör att det tar tid att förbränna energin från den induktiva lasten. Är induktansen t.ex ett relä eller en kontaktor så får denna i sin tur ett långsamt brytförlopp med risk för brända kontakter som följd.

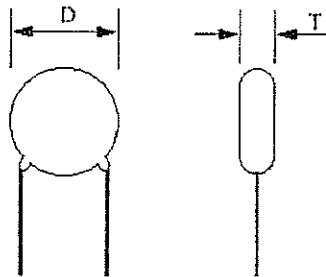
Inrusningsströmmen till en kapacitiv-, motor- eller lamplast.



Figur 9-7 Inrusningsströmmen

Kondensatorer, motorer och lampor har en hög ström vid tillslag. Denna ström kan skada kontakten, överbelasta transistorer eller TRIAC. Ett sätt att begränsa strömmen är att använda NTC-motstånd. Dessa motstånd har en hög resistans vid inkoppling av lasten. När NTC-motståndet blir varmt sjunker dess resistans till ett lågt värde. I början vid inkoppling av last kommer spänningen till stor del att falla över NTC-motståndet. Det tar en viss tid (någon eller några sekunder) att värma upp NTC-motståndet till en låg resistans. Under denna tid kommer lasten inte att få all effekt, detta kan påverka t.ex motorer, kraftaggregat mm. När NTC-motståndet arbetar och är varmt tar det en viss tid att kyla bort värmen när strömmen bryts, 5 till 10s är vanligt. Innan NTC-motståndet har kylts av har det inte sin skyddande funktion. Bryts strömmen och därefter kopplas in igen efter någon sekund ger inget eller dåligt skydd mot inrusningsströmmen.

Ntc-motstånd.

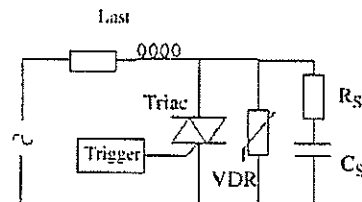


Figur 9-8 NTC-Motstånd

Table 2 NTC-motstånd fabrikat Ketema.

Typ	Resistans vid 25°C Ω	Max ström A	Max resistans vid max ström Ω	Dimensioner DxT mm
SG100	1	20	0.015	23x8
SG130	2.5	7	0.05	16x6
SG150	2.5	10	0.04	23x6
SG200	5	7	0.07	16x6
SG210	7	4	0.15	16x8
SG220	10	3	0.2	12x8
SG230	20	1.75	0.6	13x6
SG240	40	2	0.6	16x6

Skydd för tyristorer och triac.



Figur 9-9 Skydd för tyristorer

När en TRIAC går från ledande till brytande tillstånd kommer en induktiv last att generera spänningsspikar över TRIACen. En snabb spänningsändring (dU/dt) över en TRIAC kan trigga den från brytande till ett ledande tillstånd. När så sker kan TRIACen inte bryta strömmen utan den förblir alltid i ett ledande tillstånd, vilket kan vålla skador. En så kallad snubberkrets (R_S och C_S i figuren ovan) sätts över TRIACen för att begränsa spänningsderivatan dU/dt . Kondensatorn i snubberkretsen 'kortsluter' de snabba spänningsändringarna och TRIACen får därmed en lägre dU/dt . Maximal dU/dt varierar från typ till typ men normalt ligger den mellan 5 V/ μs till 50 V/ μs . Som skydd mot höga transienta späningspulser bör ett VDR motstånd sättas över TRIACen. Många av de moderna TRIAC kretsarna har inbyggda skydd och behöver ingen extern skydd.