

Snabbkurs i elektronik för pedalbyggande

av Fredrik Lyxzén, Parasit Studio

Först låt oss reda ut några vanliga begrepp inom elektronik. Dessa bör man ha lite koll på för att underlätta felsökning ect.

Spänning och Ström

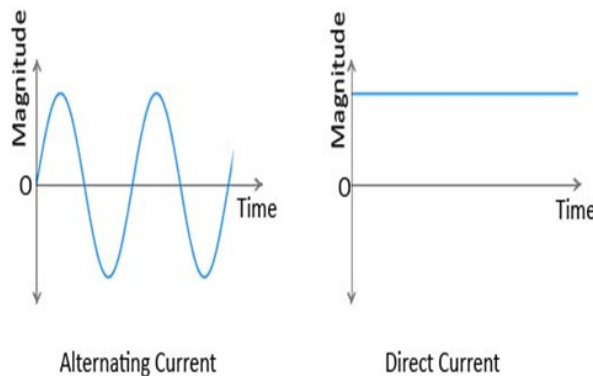
- Spänning – detta är "styrkan", som mäts i Volt (engelska – voltage, förkortat V).
- Ström – detta är flödet av ström (current), som mäts i Ampere (förkortat "A").

Tänk dig en kraftverksdam. Vattenytan i dammen ligger långt ovanför vattenytan i älven nedanför. Den höjdskillnaden är spänningen, volt. Tänk dig nu vattnet som rinner från dammen till älven nedanför. Den vattenströmmen är strömmen, ampere. Ju mer vatten du släpper på desto högre blir strömmen, amperen.

Gitarrpedaler kräver generellt väldigt lite ström för att fungera, oftast under 100mA (milliAmpere), och körs oftast på en 9v DC adapter eller ett 9v batteri.

AC/DC

- AC – Alternating Current (växelström på svenska) är en ström som svänger upp och ner. Detta är vad vi har i våra vägguttag – en ström som svänger upp och ner 50 gånger i sekunden (50hz). En ljudsignal, t.ex. ifrån en mikrofon eller gitarr-pickup är alltså också en AC ström som svänger upp och ner.
- DC – Direct Current (likström på svenska). Detta är en konstant ström, som vi får ifrån batterier. Majoriteten av elektronik drivs av DC (med undantag, som t.ex lampor, vattenkokare och element ect). Så inom nästan all elektronisk utrusning som vi kopplar till våra vägguttag så omvandlas AC till DC.



KOMPONENTER

Det är bra att ha lite koll på vad alla komponenter i en pedal gör, så att man kan identifiera alla dom olika komponenterna och mäta dom när det behövs.

För gitarrpedaler används oftast så kallade "through hole" komponenter, som är lätta att hantera och löda, men nästan all modern kommersiell elektronik använder ytmonterade komponenter (SMD/SMT) som är väääldigt små och svåra att hantera (nys inte, då hittar man aldrig komponenten igen!..). Dessa löds av maskiner (pick and place machines), vilket är en av anledningarna till att modern elektronik kan vara svår att reparera.

Passiva komponenter:

Motstånd - Resistors



Ett motstånd används bl.a. för att reducera flödet av ström. Ett motstånd indentifieras via färgkoder (färgade band) och behöver inte bli installerad i någon speciell riktning.

Motstånd (och impedans, ibland förkortat "Z") mäts i **Ohm** (Ω). I komponent-listor har dom förkortningen R för **Resistor** (t.ex R1, R2, R3 osv), och värden under 1000 ohm följs oftast av ett "R" (alternativt ingt alls, se exempel nedan). Värden över 1000 ohm förkortas alltid med ett "K" (för Kilo-ohm) och värden över en miljon ohm förkortas med "M". Ibland kan även förkortningar förekomma när K (eller M) hamnar mellan två siffror. Se exempel R4 nedan.

Exempel på en komponent-lista (BOM – Bill of Materials):

- R1 – 100 (100 ohm)
- R2 – 100R (detta är också 100 ohm – undvika att förväxla R och K!)
- R3 – 3.3K (3300 ohm)
- R4 – 3K3 (3300 ohm)
- R5 – 100K (100 000 ohm)
- R6 – 1M (1000000 ohm/en miljon ohm)

Motstånd – forts.

Motstånd finns i olika material med olika toleranser och olika spännings-hanteringar. I pedaler använder man generellt **1/4w motstånd**.

Carbon resistors är bruna/beiga i färgen och har 5% tolerans.

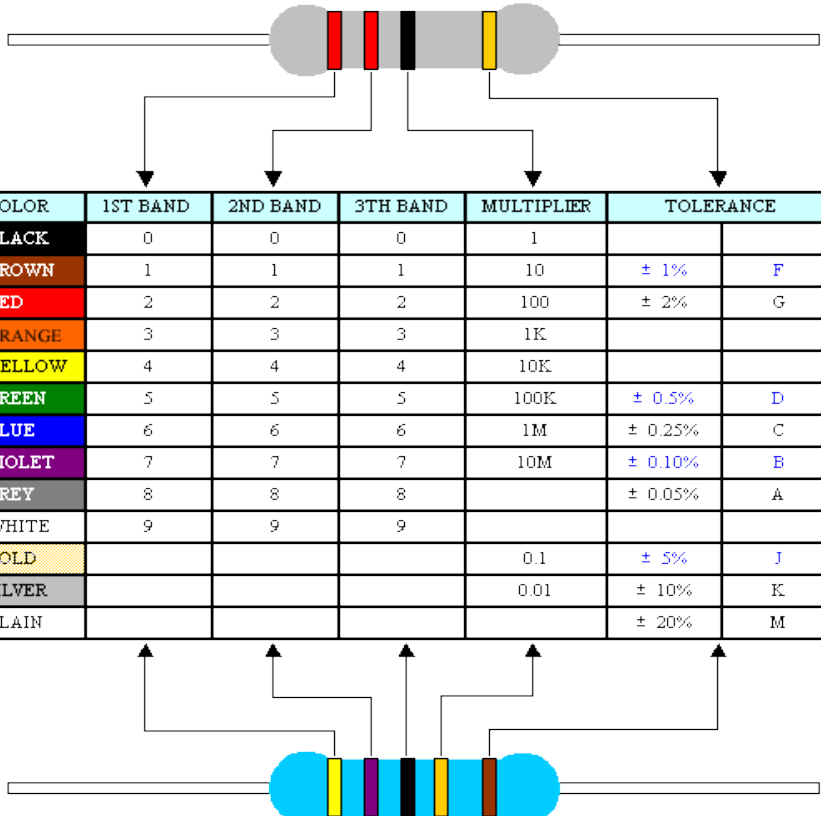
Metal film resistors är blåa och har 1% tolerans.

Tolerans är hur mycket värdet kan variera ifrån det specificerade värdet.

Exempelvis, en komponent med 10% tolerans (vanligt med kondensatorer, som kan har upp till 20% tolerans) som har specifikationen 100nF kan variera mellan 90-110nF men fortfarande vara inom 10% tolerans, medans en 1% toleras komponent varierar med högst 99-101nF. Alltså är lägre tolerans bättre.

Dom beiga/bruna carbon motstånden används ofta av pedalbyggare som vill att deras byggen ska se mer old school och "mojo" ut (eller i hemelektronik eftersom dessa är mycket billigare), men carbon motstånd introducerar betydligt mer noise/brus. Därför hittar man aldrig denna typ av motstånd i professionell audio utrustning, som istället använder blåa metal film resistors, med lägre egenbrus och tolerans. Jag rekommenderar att alltid använda metal film motstånd.

Färgkod karta



COLOR	1ST BAND	2ND BAND	3TH BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE	
BLACK	0	0	0	1		
BROWN	1	1	1	10	± 1%	F
RED	2	2	2	100	± 2%	G
ORANGE	3	3	3	1K		
YELLOW	4	4	4	10K		
GREEN	5	5	5	100K	± 0.5%	D
BLUE	6	6	6	1M	± 0.25%	C
VIOLET	7	7	7	10M	± 0.10%	B
GREY	8	8	8		± 0.05%	A
WHITE	9	9	9			
GOLD				0.1	± 5%	J
SILVER				0.01	± 10%	K
PLAIN					± 20%	M

Kondensatorer – Capacitors

(slang – caps, kondingar)

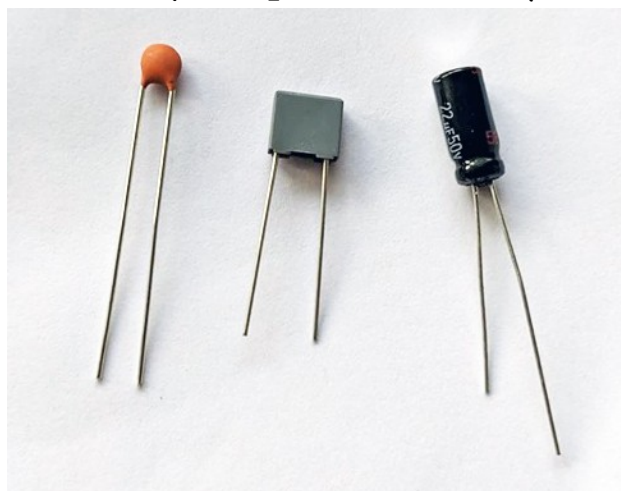
En kondensator blockerar DC men släpper igenom AC, och fungerar även som en litet batteri som kortvarigt kan hålla en laddning. De används ofta för att jämna ut (filterera) DC ström, separera olika delar av kretsar och för att skapa ton-filter ect.



En konding har olika värden av capacitance (hur stor laddning som kondingen kan hålla) som mäts i **Farader**.

från minsta till största värdet:

- **picoFarader (pF)** – dessa värden utgörs generellt av små **ceramic capacitors**.
- **NanoFarander (nF)** – dessa värden utgörs generellt av "**filmbox**" **capacitors**.
- **MicroFarader (μF - μ är den äldre grekiska bokstaven för M)** – dessa värden utgörs generellt av **electrolytic capacitors** (elektrolyter) *.



ceramic, filmbox och elektrolyt

* Notera att Electrolyt kondingar är polariserade, dvs att de har en positiv och en negativ sida och måste bli installerade i rätt orientering som matchar silkscreenen på kretskortet. Dom har en vit rand som symboliserar den negativa sidan och det kortare benet indikerar även att det är den negativa sidan. Kondingar med mindre värden, av ceramic och filmbox typen behöver inte vara installerade i någon speciellt riktning.

Kondingar – forts. (märkningar)

I komponent-listor har kondingar förkortningen C för Capacitor (t.ex C1, C2, C3, osv.). Här nedan är några exempel på hur kondingar kan vara uppmärkta och vad dessa nummer betyder.

- 10 – 10pF
- 22 – 22pF osv...

Om kondingen är märkt med 3 siffror, så är en sista siffran en "multiplier", dvs den indikerar hur många decimaler värdet har (i picoFarader):

1 = hundratal, 2 = tusental, 3 = tiotusental, 4 = hundratusental, 5 = miljontal

- 101 – 100pF
- 102 – 1nF (1000pF)
- 103 – 10nF (10 000pF)
- 104 – 100nF (100 000pF)
- 105 – 1uF (1000000pF)
- Exempel på märkning av en 2.2nF konding: 222

Men ibland kan värdet också vara utskrivet i nano eller microFarader, följt av siffror som indikerar hur många volt som kondingen tål, t.ex:

- 1nJ63 – 1nF konding som klarar 63 volt.

För att göra det ännu mer förvirrande så är vissa kondingar märkta så här:

- .1J100 – 100nF konding som klarar 100 volt.

När värdet börjar med en punkt utgår man alltså ifrån det större microFarader (uF) istället. Så ".1" är samma som 0.1 microFarader (dvs 100nF). Detta kan man även se i komponent-listor och kopplingsscheman ibland, t.ex: "C1 – 0.0047", vilket alltså är 4.7nF.

Exempel på komponent-lista (BOM – Bill Of Materials)

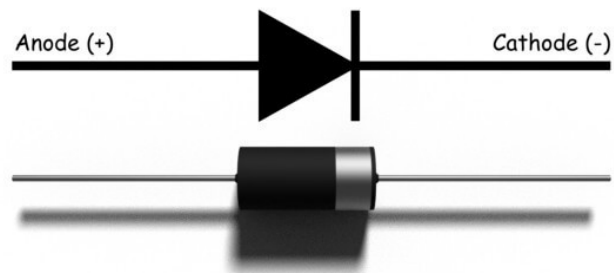
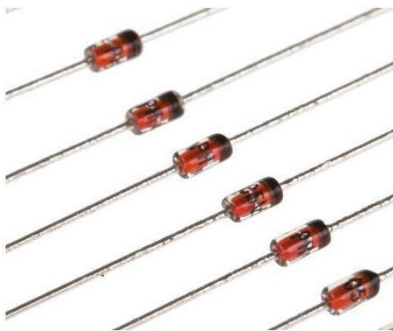
C1 – 3.3nF	Filmbox typ, märkt antingen 332 eller 3n3
C2 – 220pF	Ceramic typ, märkt 221
C3 – 100nF	Filmbox typ, märkt antingen 104, 100nF eller .1
C4 – 6.8uF	Elektrolyt typ, märkt antingen 6.8uF eller 6u8

Kondingar – forts.

Om man köper komponenterna själv måste man även ta hänsyn till vilken **voltage rating** / storlek kondingarna har. Man vill att dom ska klarar det dubbla av spänningen som kommer att användas i kretsen för att vara på den säkra sidan (18volt i vårt fall som använder 9V). 63v eller 100v är vanliga värden, och högre värden skadar inte att använda, men komponenterna blir snabbt mycket större, så att dom kanske inte passar på kretskortet. I pedaler används generellt filmbox kondingar med 5mm pin spacing och ceramic/elektrolyter med 2mm eller 2.54mm pin spacing.

I gitarrpedaler är det väldigt populärt att modda olika kretsar genom att sänka eller höja värdet på vissa kondingar som separerar olika delar av kretsar, eftersom högre värden låter mer låga frekvenser passera och tvärt om. Även pedaler som tremolos och phasers eller liknande kan moddas med olika värden i LFO (Low Frequency Oscillator) delen för att ändra hastigheten på modulationen osv.

Dioder – Diodes



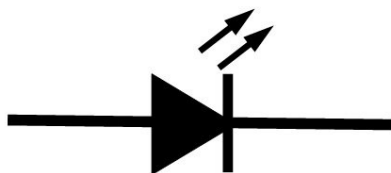
Dioder låter bara ström passera i en riktning, från den positiva sidan (även kallad **anode**) till den negativa sidan (även kallad **cathode**) och blockerar ström att passera i den andra riktningen. Den negativa sidan är märkt med ett svart eller silverfärgat sträck/ring runt dioden. Det är viktigt att man sätter dioder i rätt orientering så att märkningen matchar silkscreenen på kretskortet!

Dioder används för t.ex. att skydda kretsar mot att man kopplar in ström med en felaktig polaritet (där + och - är omvänt), men används även ofta i distortion kretsar för att klippa signalen.

Det är populärt att modda vissa klassiska distpedaler genom att byta ut (eller helt ta bort) typen av dioder för att förändra hur signalen klipps av, som utgör mycket av distens karaktär.

Dioder – forts. (LED)

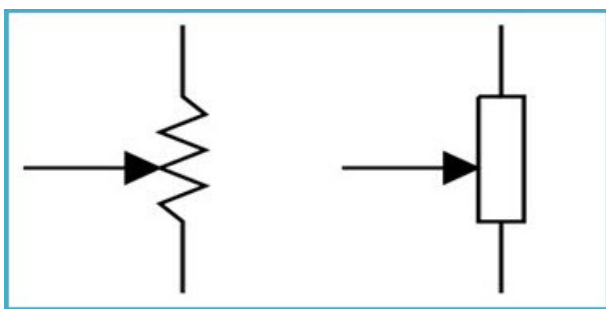
En lysdiod (LED – **L**ight **E**mitting **D**iode) är också en diod som lyser upp när ström passerar genom den. En LED har en platt sida på den nedre ringen som indikerar den negativa sida, och ett ben som är kortare som även indikerar den negativa sidan.



Potentiometrar - Potentiometers

(slang - pots, pottar)

Potentiometers (pottar) är komponenterna går utanför lådan och som rattar/knob sitter på, som man skruvar på för att förändra ljudet. Men det kan även vara s.k. "trim-pottar" som inuti lådan på kretskortet, som man bara behöver justera en gång för att sen inte röra igen. En potentiometer är ett justerbart motstånd.



En pot har 3 terminaler (ben/pins). Det mittersta benet är kopplingen till något som kallas för "the wiper". När man skruvar på potten rör sig wipern närmare en av dom två yttre benen och då minskar motståndet från wipern till detta ben, samtidigt som motståndet till det andra benet ökar.

Pottar – forts.

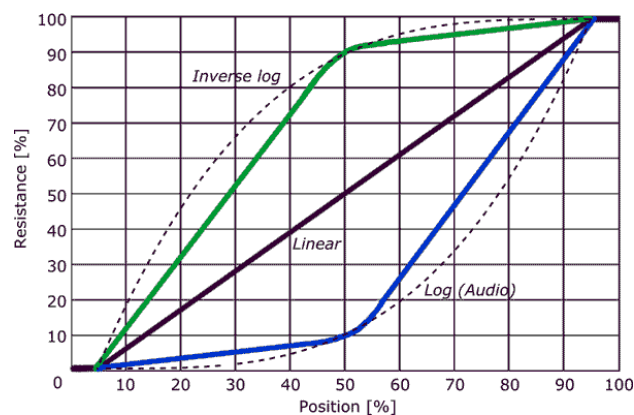


Pottar kommer i många typer och storlekar, och många olika värden (som specificerar max motståndet/motståndet mellan dom två yttre benen), och kan även ha och olika responskurvor ("tapers" på engelska) förkortade A, B och C.

B – Linjär/linear (lin) – har en jämn respons över hela rotationen.

A – logarithmic (log) – Största skillnaden sker i början av rotationen.

C – anti/inverse logarithmic (anti-log) – Största skillnaden sker i slutet av rotationen.

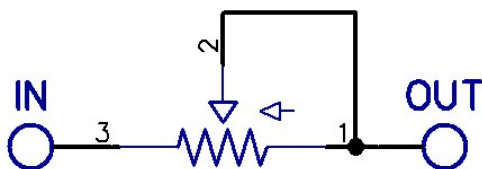


Olika kretsar kräver olika tapers för att man ska uppfatta pottens rotation som ett jämt svep. "A" varianten kallas även ibland för "audio pot" eftersom det är den typen av potentiometer som generellt används för volymkontroller.

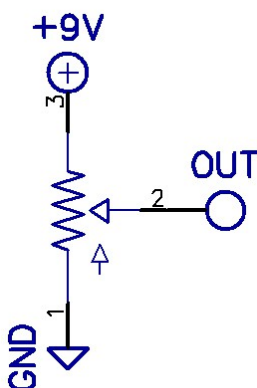
I pedaler används generellt 16mm Alpha pottar med antingen "PCB mount legs" (Parasit Studio pedalerna använder "angeled PCB mount" typen som man kan löda direkt på kretskortet), eller "Solder lugs" (som passar bra till andra typen av byggen som inte använder febricerade kretskorts – perfboard, stripboard, tagboard ect.)

Pottar – forts.

Om bara två pins används så fungerar potten som ett justerbart motstånd (då är oftast ett av dom yttre benen länkar med det mittre benet).



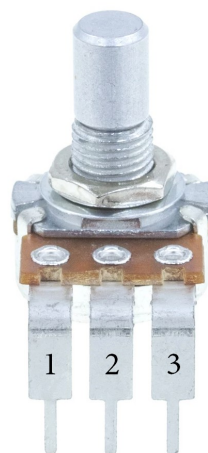
En potentiometer kan även konfigureras som en "voltage divider". Då kopplas den ena yttre pinnen till en positiv spänning, och den andra yttre pinnen till jord (0 volt). Då får man en justerbar spänning ifrån mitten pinnen, mellan 0-9 volt i detta exempel.



I princip fungerar en volymkontroll likadant men då går signalen in på pin 3 (istället för 9V).

Pin/ben numrering – Ibland används inte pottar som går att montera direkt på kretskortet, och då är det bra att veta vilket ben på potten som ska kopplas vars när man ska löda kablar mellan kretskortet och potten.

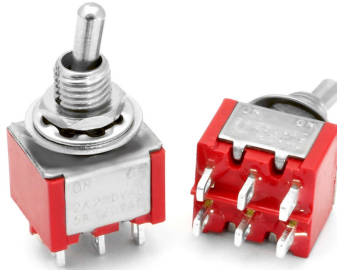
När man kollar på potten uppifrån är pin 1 alltid till vänster.



Switchar/omkopplare – switches

En switch används för att koppla om eller bryta en signal eller ström.

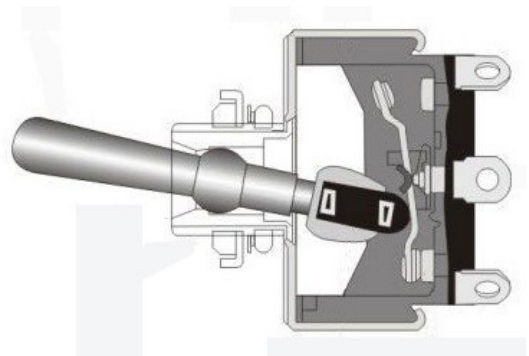
Bilden nedan visar en DPDT switch.



Några typer av switchar:

- SPST on/off (single pole, single throw) – Detta är den simplaste typen av switch som bara har två terminaler (ben/pins) och kan antingen vara "av" (open), dvs ingen kontakt mellan benen) eller "på" (closed), dvs att benen har kontakt så att ström kan passera. Även kallad strömbrytare.
- SPDT (single pole, double throw) – Denna switch har 3 terminaler. Switchar med 3 terminaler har en "gemensam" mittenpin som får kontakt med en av dom yttre terminalerna beroende på spakens position. *Se exempel nedan.*

Notera att när spaken är uppåt som på bilden så har motsatt pin (den nedre) elektronisk kontakt med mittenpinnen.



ON/ON eller ON/OFF/ON

Ytterligare en variabel att hålla reda på... En on/on switch har bara två lägen och fungerar precis som det är beskrivet ovan, men det finns även on/off/on switchar. Dessa har en tredje spak-position i mitten. Då har mittenpinnen inte kontakt med någon av dom yttre terminalerna.

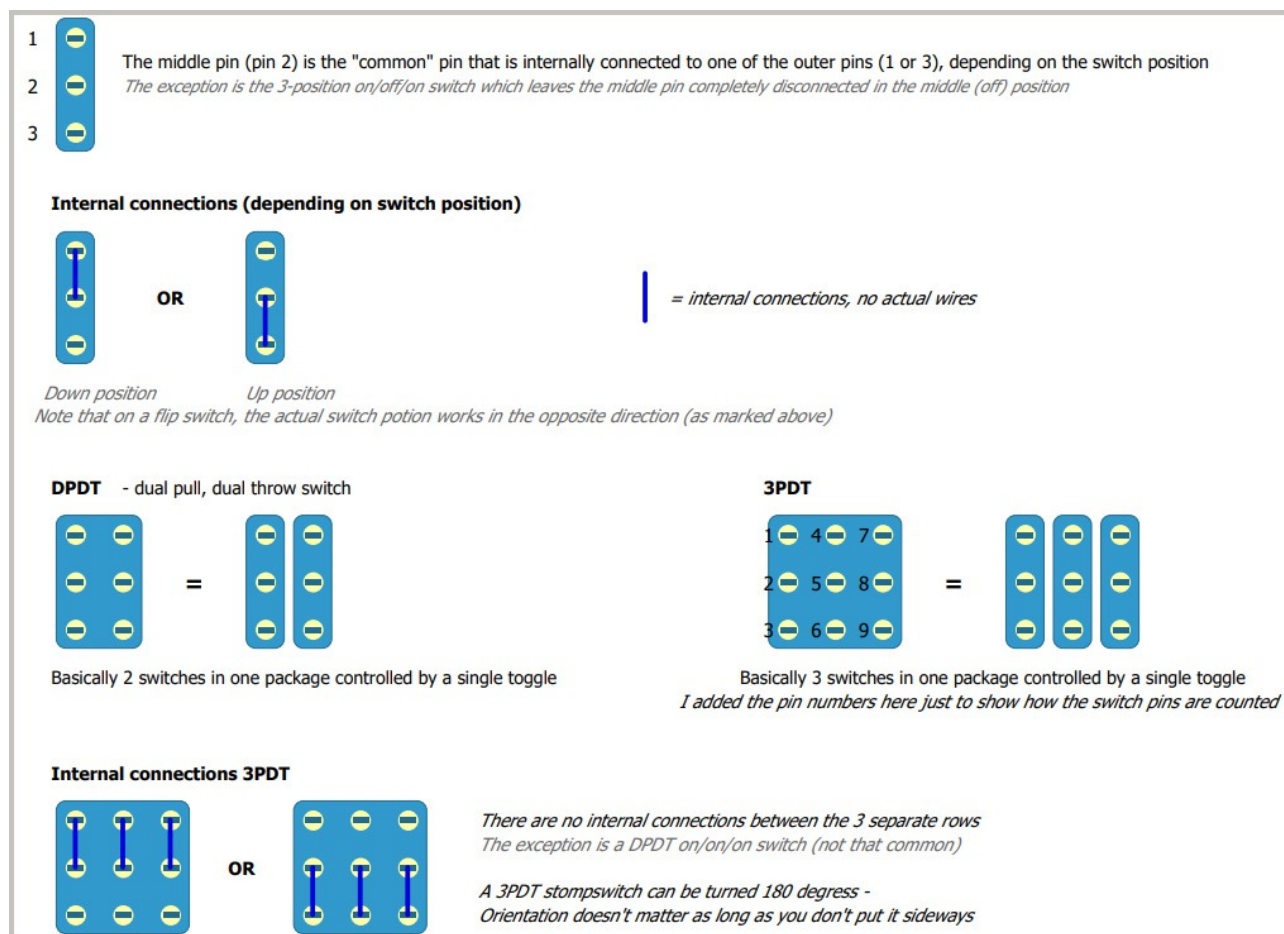
Många pedaler använder en kombination av on/on switchar (med 2 positioner) och on/off/on switchar (med 3 positioner), så det är viktigt att hålla isär dessa olika sorter. Det finns även DPDT on/on/on switchar, men de är mycket ovanligare.

Switchar – forts.

- DPDT (double pole, double throw) – Denna typen av switch har 6 pins.
- 3PDT (triple pole, double throw) – Denna har 9 pins och är den sortens switch som används för true bypass.

Switchar med 6 pins (eller fler) fungerar precis på samma sätt som en 3-pins SPDT, men har två (eller fler) separata rader som styrs av samma spak.

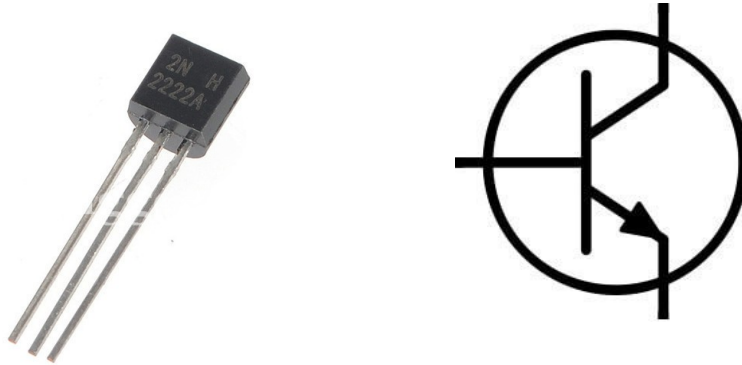
Nedan är ett utdrag ifrån en PDF som switchar som jag skrev till min blog för ett par år sedan.



Aktiva komponenter:

Transistorer

En transistor är en så kallad "halvledarkomponent" som kan användas som en signalförstärkare, strömbrytare eller spänningsreglerare m.m. En transistor fungerar lite som en ventil som kontrolleras av en liten ström eller spänning och låter en starkare ström att flöda.



En vanlig transistor har 3 ben, och måste bli installerad i rätt orientering så att det matchar silkscreenen på kretskortet.

Det finns olika typer av transistorer: BJT (NPN och PNP), mosfet (P och N channel) och JFET. Ovan ser vi en transistor symbol för en BJT NPN transistor, även kallad för en bipolär transistor. Den har tre terminaler: Collector, Base och Emitter. Mosfet och JFET transistorer har också tre terminaler, men dessa kallas för Source, Gate och Drain.

IC chip

IC står för Integrated Circuit och är en samling av komponenter (till största delen transistorer) som tillsammans utgör en elektronisk krets, men tillverkade i en gemensam förpackning – ett "chip" (även kallat för microchip).



IC chip har gjort det möjligt att dramatiskt reducera storleken, kostnaden och prestanda på kretsar. En modern dator processor (CPU) kan ha upp till nästan 40 miljarder transistorer i samma chip!

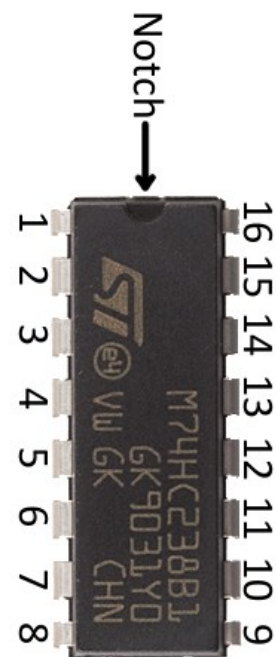
IC chip – forts.

Orientering

Chippen har oftast en liten halvmåne (en notch) på ena sidan, eller en liten cirkel/punkt (dot) som indikerar chippets orientering. Pin 1 är alltid benet till vänster om notchen. Om chippet har både en notch och en cirkel (dessa kan vara på motsatta sidor av chippet) så utgår man alltid ifrån notchen.

IC chip måste installeras i rätt orientering som matchar silksceenen på kretskortet!

Bilden till höger visar även hur man numrerar chippens ben, som alltid räknas ifrån top-left och sedan motsols till top-right.



IC chip kommer i många olika pin-storlekar, format och för många olika funktioner.

Funtioner - här är ett par exempel på chip med olika funktioner.

- Op-amps - Majoriteten av chippen som används i vanliga gitarrpedaler är "Operations Förstärkare" (även kallad "op-amps/opamps"), och dessa används generellt som en signalförstärkare eller som en buffer (en unity-gain förstärkare som används för att omvandla en signal med hög impedans till en låg impedans).
- CMOS chip - Dessa är en familj av chip som kan ha många olika funktioner, men gemensamt är att dom används till största delen för logik-kretsar, dvs digitala kretsar som endast har två utgångs-lägen: high (+9V) eller low (0v). Dessa kan användas för oscillatorer, puls-bredd modulation, oktav kretsar och mycket annat kul.

Format

I DIY pedaler används generellt DIP-format på IC chip (chippens betäckning för through hole varianten).

IC chip, speciellt CMOS chip kan vara väldigt känsliga för statisk elektricitet. Man kan använda ett "anti-static wristband" när man hanterar dessa komponenter för att minimera risken för stador pga statisk elektricitet, men det är inte nödvändigt.

Lödotrustning

Lödjärn kommer i många olika utförenden. Dom billigaste är pennformade lödkolvar som man kopplar direkt till vägguttag, och kommer i olika watt, från 20 watt upp till 60 watt. Dom svaga lödkolvarna tappar snabbt värme när man löder och rekommenderas ej, så använd en lödkolv med 50-60 watt. Ett lödjärn bör ha en rund lödspets, och själv tycker jag att dom finaste spetsarna är enklast att använda.



Lödstationer med justerbar temperatur är bättre, och kommer även ofta med en inbyggd hållare och en svamp för att rengöra löd järnet. Man kan även köpa till olika sorters utbytbara lödspetsar. En bra temperatur att löda med är ca 350 grader.

Lödtenn kommer i olika storlekar och kemiska blandningar.

Tjocklek - För elektronik som t.ex. löda komponenter på kretskort ect. så rekommenderar jag 0.7mm tjock lödtenn, och för att löda grövre komponenter, t.ex. input/output jack, så rekommenderar jag 1mm tjock lödtenn.

Bly - Lödtenn brukade även komma med eller utan bly, och generellt är lödtenn med bly lättare att använda, som t.ex. en blandning 63/37 eller 60/40, men detta typ av lödtenn har blivit förbjudet att sälja till privatpersoner i Sverige, så nu måste man använda blyfritt lödtenn. Fördelen är att det är inte lika dåligt att inanda ångor ifrån blyfritt lödtenn.

Flux – är en kemisk komponent som behövs för att få smält lödtenn att fästa. Dom flesta sorters lödtenn har en blandning med flux (på rullen kan man läsa t.ex "2.2% flux). Men man kan även använda extra fristående flux i form av en vätska, eller i en "flux-penna" för att underlätta lödandet.

Att löda komponenter på kretskortet

- Börja med dom komponenterna som har lägst profil och arbeta dig upp till dom högsta komponenter, t.ex. denna ordning:
 1. Motstånd och dioder
 2. IC hållare/sockets och trimpottar
 3. Filmbox Kondingar
 4. Elektrolyt kondingar
 5. Sist: pottar, switchar och lysdioder
- Böj benen på komponenterna utåt en aning, så att dom inte faller av kretskortet när man vänder på det.
- För IC sockets kan man använda lite tejp för att hålla det på plats.
- Använd alltid sockets för IC chip! Då undviker man att hetta upp chippen direkt som kan skada dom, och det är enkelt att byta ut chip om nödvändigt.
- **Se till att komponenter som är polarierade blir installerade i rätt orientering så att dom matchar silkscreenen på kretskortet (gäller dioder, elektrolyt-kondingar, transistorer och IC chip hållare)**
- Potentiometrar och switchar placeras på andra sidan kretskortet och löds från komponent-sidan
- Se till att baksidan på pottarna är täckta med "pot-covers", så att dom inte skapar en kortslutning mot kretskortet. Det går även bra att använda eltejp eller att placera en bit kartong (eller annat icke ledande material) emellan.
- Vänta med att löda fast potentiometrar och switchar. Det är bäst att placera dessa på kretskortet utan att löda (alternativt bara löda en pin) för att sedan placera kretskortet inuti lådan innan man slutligen löder fast dessa komponenter. Då undviker man onödig stress på kretskortet. *Detta är speciellt viktigt när man bygger pedaler med många pottar och switchar.*

Lödtips

- "5-sekunders regeln" – Undvik att hetta upp komponenter för länge, max 5 sekunder. Komponenter kan skadas av för mycket värme, speciellt switchar.
- Håll lödspetsen ren – använd en fuktad svamp för att rengöra spetsen emellan varje lödning. *Man kan även använda en så kallad "torrengörare" (se bild nedan) med rengöringsull i mässing, vilket är lite mer skonsamt mot lödspetsen.*

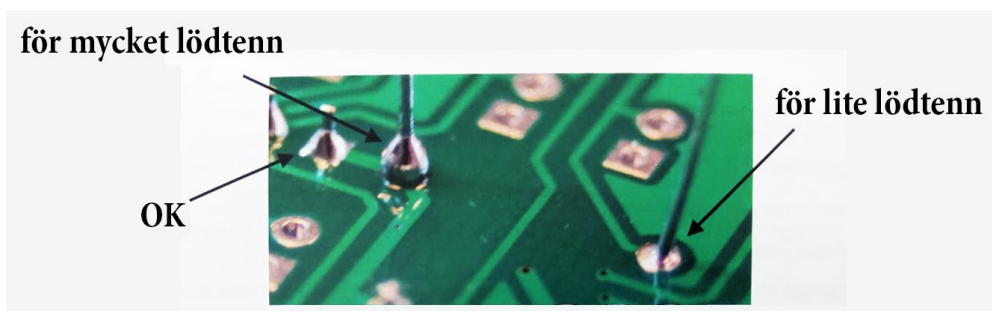
När man löder bör man få in denna ordning i muskelminnet:

1. Ta ut lödkolven ifrån hållaren
2. Rengör spetsen
3. Löd komponenten
4. Sätt tillbaka lödkolven i hållaren



Det gör inget att spetsen är smutsig när lödkolven sitter i hållaren, det är bara bra och hjälper att skydda spetsen.

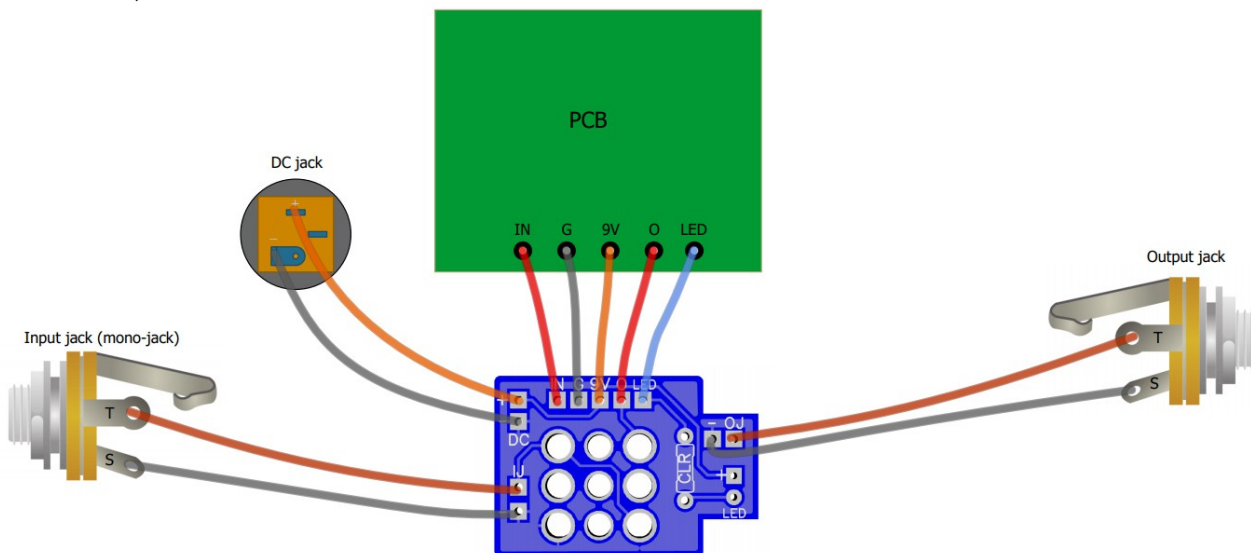
- När en komponent ska lödas, försök hålla lödspetsen så att den värmer både komponentens ben och kretskortets "pad" (det lilla lödområdet kring hålet för komponent-benet).
- Applicera sedan lödtennet mot området där benet och paden möts. Försök att undvika att applicera lödtenn direkt på lödkolven! Då kan man få "kall-lödningar" som kan se okej ut, men inte ge någon elektrisk koppling.
- En bra lödning ska ha en blank och fin yta – en matt yta kan indikera en kall-lödning. *OBS – detta behöver dock inte vara fallet när man använder blyfritt lödtenn, som kan ge en matt yta oavsett.*
- Använd ej för lite eller för mycket lödtenn!



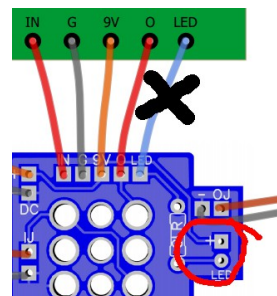
Offboard wiring

När kretskortet är "populerat" med alla komponenter så är det dags att installera det i lådan, och sedan behöver man löda alla kablar mellan kretskortet och dom olika jacken och bypass switchen (detta kallas för "offboard wiring").

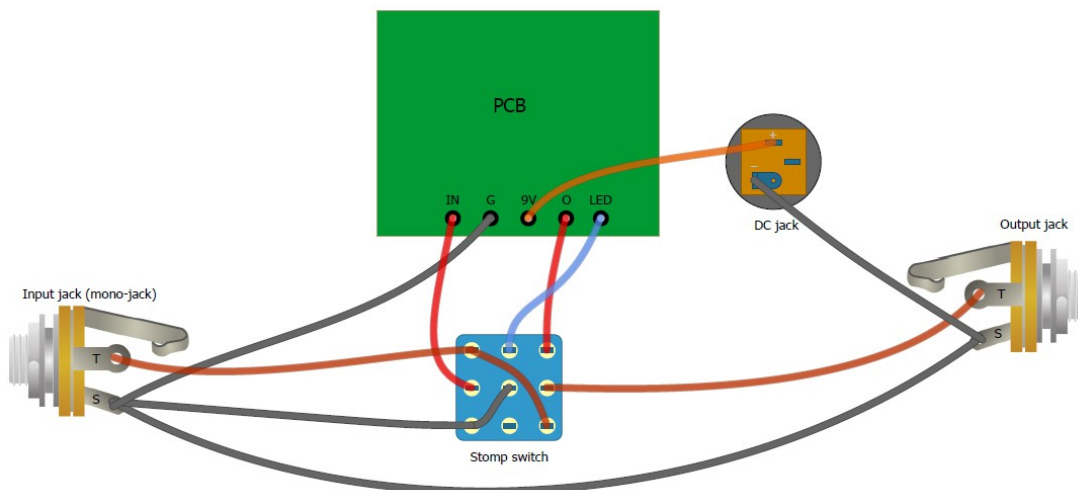
Exempel 1. Offboard wiring med 3PDT PCB (ett litet "daughterboard" för bypass switchen)



Vissa effekter har inte en kretskorts-monterad bypass indikator LED, och då ska kopplingen märkt "LED" mellan 3PDT kortet och och kretskortet ignoreras, och LED'en ska istället installeras på 3PDT kortet, tillsammans med en "CLR" (ett motstånd för lysdioden). Om din pedal har ett extra hål för en LED bevid footswitch hålet så gäller detta, annars ska lysdioden monteras på huvud-kretskortet.



Exempel 2. Offboard wiring utan ett 3PDT PCB



Sammanfattning

Motstånd (R^* i komponent-listor)

- Mäts i ohm. Värdet indikeras via färdband runt motståndet.
- Värden under 1000 ohm förkortas ofta R
- Värden över 1000 ohm förkortas K
- Värden över 1000000 (en miljon) ohm förkortas M
- *Motstånd behöver inte bli installerade i någon speciell orientering*

Kondensatorer (C^* i komponent-listor)

- Mäts i Farader
 - picoFarader (pF)
 - nanoFarader (nF) (1000pF = 1nF)
 - microFarader (μ F) (1000nF = 1 μ F)
- Kondingar med värden under 1 μ F kan vara märkta t.ex. "102", där sista siffran är en "multiplier" som indikerar tiotal, hundratal, tusental ect. (i picoFarader)
 - **1 – hundratal (t.ex. 101 = 100pF)
 - **2 – tusental (t.ex. 472 = 4700pF / **4.7nF**)
 - **3 – tiotusental (t.ex. 223 = 22000pF / **22nF**)
 - **4 – hundratusental (t.ex. 334 = 330000pF / **330nF**)
- ceramic och filmbox kondingar behöver inte vara installerade i någon speciellt orientering, men elektrolyt kondingar (med värden 1 μ F+) är polariserade och behöver vara installerade i en speciell riktning som matchar silkscreenen på kretskortet. *En elektrolyt konding har den negativa sidan indikerad med en grå stripe och ett kortare ben.*

Dioder

- Behöver vara installerade i en speciell orientering så att dom matchar silkscreenen på kretskortet!

Transistorer

- Behöver vara installerade i en speciell orientering så att dom matchar silkscreenen på kretskortet!

IC chip

- Använd alltid IC hållare/sockets för IC chip! Se till att dessa blir installerade i rätt riktning. Både hållarna och chippen har en liten halvmåne (en notch) som ska matcha silkscreenen på kretskortet.