

---

# Dörrklocka med larm och porttelefon

Lärrhandledning till  
byggprojekt i ellära och analog elektronik



# Dörrklocka med larm och porttelefon

## – ett byggprojekt i ellära och analog elektronik

### Inledning

Detta är ett praktiskt och laborativt byggprojekt som passar till kurser i ellära och analog elektronik.

Den enskilde eleven kan starta med projektet parallellt med kursen i **Ellära A** och sedan fortsätta under **Elektronik grundkurs** och vidare i kursen **Analoga kretsar A**. Efter varje kurs har eleven en fungerande elektronisk enhet. Som framgår nedan kan byggprojektet avslutas på olika nivåer och även användas till laborativa ändamål, till exempel som variabel strömförsörjning + fast 5V, pulsoscillator mm.

Från elevens synpunkt utvecklas projektet från en relativt enkel dörrklocka till en dörrklocka med egen spänningsförsörjnings och larmfunktioner och slutligen till en porttelefon. Allt byggs på ett och samma kretskort (baskortet), förutom ett litet kretskort med tryckknappen mm.

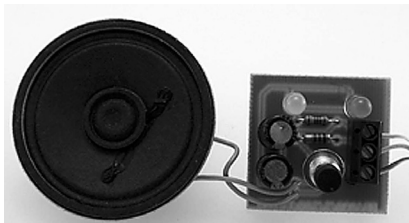
Eleven får sitt projekt i en låda som innehåller de olika materialsatserna. Varje materialsats motsvarar ett delprojekt och innehåller förteckning över ingående komponenter, en bygganvisning med schema, komponentplaceringsritning, byggtips samt vägledning för egen beräkning av några komponentvärden.

Det är lämpligt att eleven har tränat lödning innan han/hon börjar med projektet.

Utgångspunkten är att eleven efter varje avslutad kurs skall ha en fungerande enhet. Eleven kan arbeta i sin egen takt om kursplanen tillåter detta. Byggprojektet kan med fördel kompletteras med laborationer och några förslag på laborationer redovisas nedan.

### Kortfattad beskrivning av projektets delar

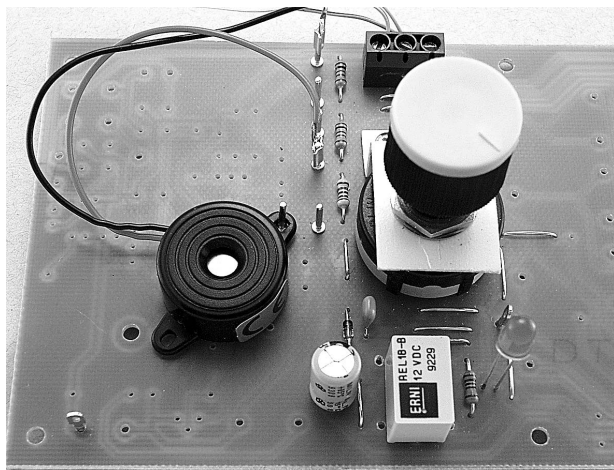
#### Dörrklocka och strömförsörjning - anpassat till elläran



Projektet startar således med dörrklockan som har minne (relä), ljud och ljussignalering. För att få dessa funktioner endast via tre ledare blir schemat en liten utmaning och eleven tvingas till schemaläsning. Se schemat i teknisk beskrivning nedan.

I materialet till denna del får eleven bekanta sig med elektriska komponenter som hör ihop med kursen i ellära: omkopplare, motstånd, kondensator, diod, lysdiod, spole, relä och högtalare.

Nästa steg blir strömförsörjning. För att inte utsätta eleven för några risker, vad gäller elsäkerhet, används en plugg-in transformator som ger 12V AC. Denna möjliggör praktiska experiment och studier av växelspanning. För att komma över till likspänning och därmed strömförsörjning av dörrklockan används halvåslirikriktare och glättningskondensator.



För att eleven skall förstå hur en transformator är uppbyggd finns materialsats till en transformator (för lågspänning) som eleven lindar själv efter en specifikation. Även till denna del kopplas likriktare och glättningskondensator vilket ger en negativ spänning runt  $-8V$ .

Så här långt passar materialet in i elläran.

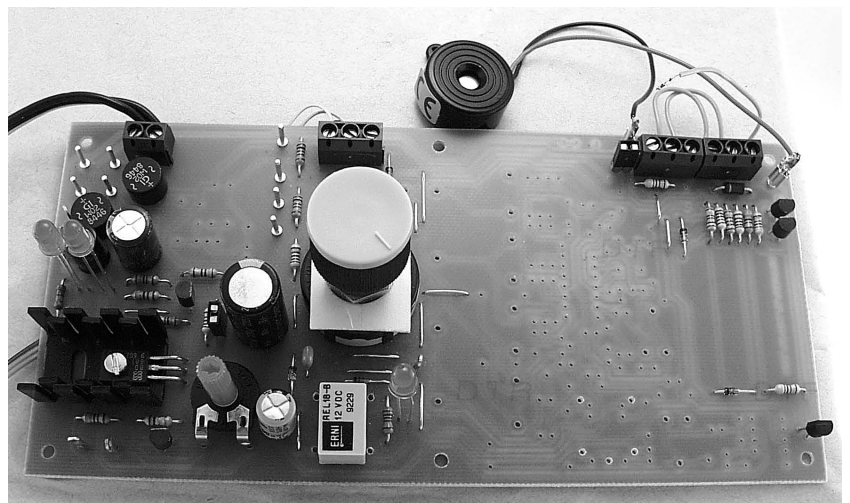


## Spänningsregulator och larm - anpassat till elektroniken

Under grundkursen i Elektronik utrustas dörrklockans baskort (inomhusenheten) med en spänningsregulator för variabel utspänning 4-15V. Det är en enkel klassisk transistorreglering med strömbegränsning. Denna enhet kan användas för sig eller ställas in på 12V och användas till dörrklockan.

På baskortet finns också möjlighet att bygga ett enkelt larm med tre transistorer. Larmet har tre ingångar och triggar på såväl bruten som slutet larmslinga.

Genom dessa två delar får eleven bekanta sig med klassiska transistorkopplingar både i analoga förstärkare som i regulatort och som switchar i larmkopplingen. Dessa kopplingar passar till grundkursen i elektronik.

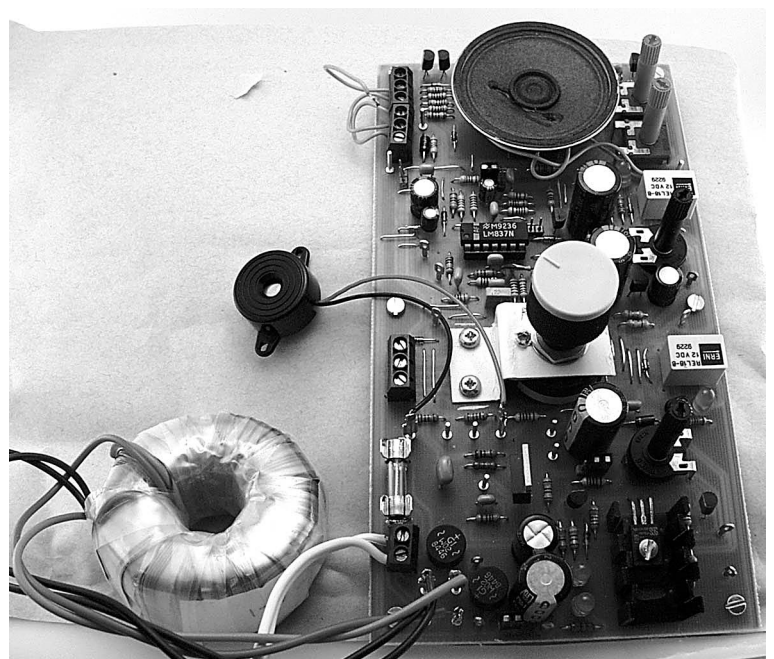


## Förstärkarkopplingar med linjära kretsar - anpassat till analog elektronik

I den fortsatta utbildningen i elektronik - analog elektronik - behöver eleven bekanta sig med linjära integrerade linjära kretsar. Här kommer därför in såväl en integrerad linjär serieregulator samt förstärkarkopplingar med operationsförstärkare.

På baskortet förvandlar dessa kopplingar dörrklockan med sin strömförsörjning (och larmfunktion) till en porttelefon.

Dessutom tillkommer en fördröjningsenhet (monostabil vippa) och en oscillator till larmfunktionen. Oscillatort kan även användas som pulsoscillator.



## Teknisk beskrivning av byggprojektets olika delar

Följande delar ingår i byggprojektet:

- Dörrklocka (grundenhet), materialsats BP001/A
- Tillverkning av egen transformator för lågspänning, materialsats BP001/B
- Plugg-in transformator och likriktare (strömförsörjning till dörrklockan), materialsats BP001/C.
- Spänningsregulator som ger 4-15V , materialsats BP001/D.
- Enkel larmenhet med transistorer, materialsats BP001/E.
- Integrerad regulator och förstärkarkopplingar med OP, materialsats BP001/F.

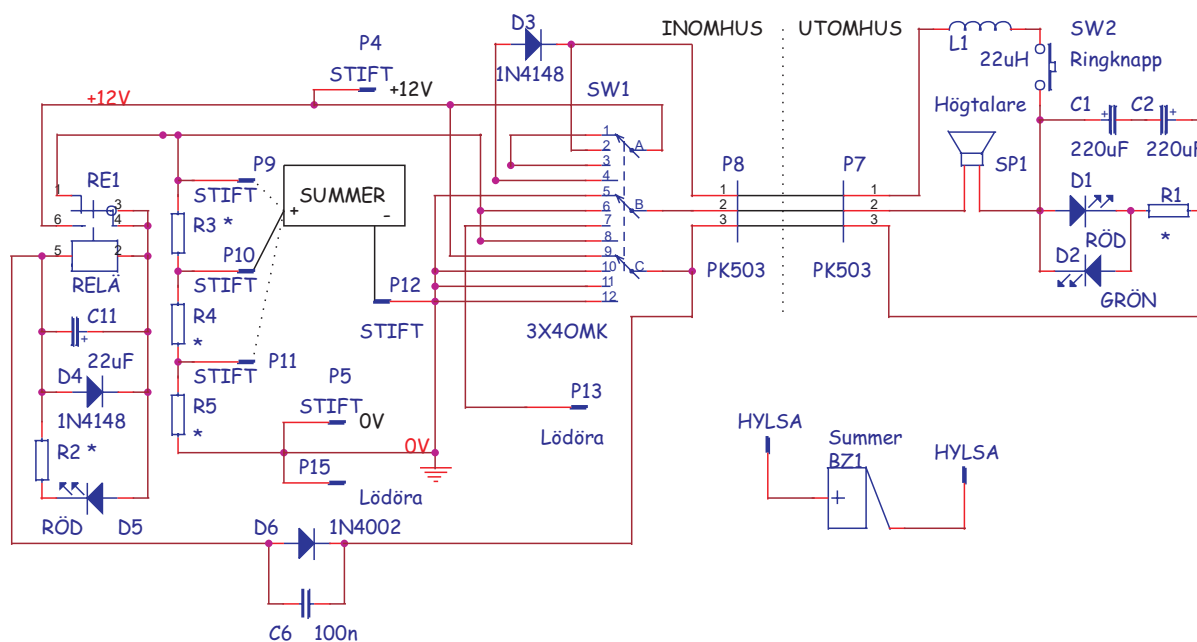
Av den tekniska beskrivningen framgår vilka delar som förutsätter varandra - se även sammanfattande tabell i slutet av häftet.

### Dörrklocka (BP001/A)

Dörrklockan är grunden i hela projektet. Denna del utnyttjar kraftdelarna och används av larmet och porttelefonen. Den består av en basenhet (inomhusenhet) och ringknappenhet (utomhusenhet).

Basenheten är ett stort mönsterkort (baskortet) som i denna del bestyckas med omkopplare, relä, lysdioder, ett par dioder och motstånd. Samma mönsterkort används i alla de följande delarna.

Ringknappenheten byggs på ett särskilt litet mönsterkort och monteras i en plastlåda. Eleven borrar själv hålen i plastlådan. (bormall medföljer). Denna enhet innehåller förutom ringknapp, lysdioder, motstånd, en drossel och en högtalare. Det ingår även en summer som skall kopplas in på baskortet.



Komponentvärden ersatta med \* är värden som eleverna kan försöka att beräkna själv.

#### **Eleven vägledning för beräkning av R1, R2, R3, R4 och R5.**

R1 och R2) Strömmen genom en lysdiod måste begränsas, annars går lysdioden sönder. Detta är ändamålet med R1 och R2. Över R1 (R2) kommer det att bli ett spänningsfall på 10,6V som begränsar strömmen genom lysdioderna till c:a 8,8mA. Beräkna värdet på R1. (=R2) Svar: \_\_\_\_\_ (1,2k)

R3,R4, R5) Den summer som kan kopplas in som ljudsignal drivs av likspänning. Den har ett ganska högt ljud. Om man vill sänka nivån kan man ordna en lägre spänning genom en spänningsdelare. R3 - R4 - R5 är en sådan spänningsdelare. Du kan själv experimentera med en sådan spänningsdelare och montera de motstånd du själv kommer fram till (välj inget motstånd undert 1kohm) eller kan du använda de motstånd som blir över när du monterat de övriga. (10k, 20k , 20k)

Dörrklockan är avsedd att drivas med 12V likspänning. Man provar den lämpligen med ett labbaggregat för 12V. När dörrklockan fungerar är det lämpligt att bygga en enkel likriktare på kortet och koppla in sin egen plugg-in transformator (se nedan del /C).

### Dörrklockans funktion

Dörrklockans funktion styrs av omkopplaren SW1 som har fyra lägen.

A) Svarsläge - "Kom in": här tänds den yttre gröna lysdioden ("Kom in"). Ringknapp, relä eller summer är inte inkopplat i läge A.

B) Dörrklocka: här är ringknappen inkopplad. Till att börja med är reläet inte draget och ingen lysdiod lyser.

Vid tryckning på ringknappen, lyser den röda yttre lysdioden (Vänta) och på basenheten ljuder summern och reläet drar. Reläet får självhållning vilket indikeras av en lysdiod, kopplat till reläet. På detta sätt kan man i efterhand se att någon har ringt. Reläet återställs genom att omkopplaren ställs i läge A.

Om kortet senare förses med förstärkarenhet (se nedan) fungerar läge B som audio-in (lyssnarläge) i en porttelefon (snabbtelefonfunktion). Den yttre högtalaren fungerar då som mikrofon.

C) Audio ut: här är den yttre högtalaren (8ohm) inkopplad. Här finns möjlighet att koppla ut valfri ljudsignal som kan hämtas från extern enhet, en bandspelare, radio eller liknande. (Kopplas mellan P13 och 0V, tex. P15). Reläet är bortkopplat. Om kortet senare förses med förstärkarenhet (se nedan) fungerar detta läge som audio-ut i en porttelefon (snabbtelefonfunktion).

D) Larm/Audio in: här är funktionen just nu samma som läge B. Om kortet förses med larm kommer detta att kopplas in i läge D och med förstärkarenhet är detta läge dessutom ett lyssnarläge dvs. den yttre högtalaren fungerar som mikrofon.

Som ljudenhet används en summer. Denna kan kopplas in via en spänningsdelare som ger lägre ljudnivåer. Eleverna kan med fördel själva räkna ut och experimentera fram värden på spänningsdelaren – se laborationsförslag nedan.

### Förslag på experiment och laborationer som kompletterar denna del:

- 1) Mäta spänningar i en koppling – det finns många spänningar och potentialer att mäta i den färdiga kopplingen. Spänningen över lysdioderna, motstånden osv.
- 2) Mäta ström – strömmen kan mätas på linjen dvs. de tre anslutningarna mellan baskortet och yttre enheten. Vad är det som begränsar strömmen? Indirekt strömmätning kan göras över motstånden.
- 3) Genom att själv beräkna R1 och R2 i schemat får eleven tillämpa ohms lag.
- 4) Experiment med spänningsdelare - när summern ansluts till 12V är tonen ganska intensiv. Den passar bättre som larmsignal än som dörrklocka! För att sänka volymen monteras en spänningsdelare med tre motstånd (R3, R4, R5) på baskortet. Här finns möjligheter för eleven att själv beräkna värden på de tre motstånden vilket ger olika spänningar. När summern kopplas in sjunker spänningen i spänningsdelaren – en viktig sak att fundera över och kunna förklara! När eleven kommit fram till värden på en egen lämplig spänningsdelare monteras motstånden på kretskortet.
- 5) Parallellkoppling av motstånd. Om P9 kopplas till P11 blir R3 och R4 parallellkopplade vilket ger en ny spänningsdelning.
- 6) Kondensatorers uppladdning – kondensatorerna C1 och C2:s uppladdning och urladdning kan studeras med digital multimeter eller oscilloskop.
- 7) Schemaläsning – att läsa och förstå ritningen så att man kan förklara hur det fungerar.

Några svåra saker i schemat:

- a) Vilken funktion har D3? (gör att ringknappen fungerar även i larmläge) och D6? (förhindrar att summern kopplas in i läge 1).
- b) Varför sitter C1 och C2 kopplade mot varandra (för att klara bipolär spänning)?
- c) Förklara hur reläet får självhållning och vad som får det att släppa.
- d) Varför krävs kondensatorn C11? (håller reläet under tiden kontakten växlar).

## Linda transformator själv (BP001/B)

För att eleven skall praktiskt lära sig hur en transformator fungerar finns det en materialsats till en transformator avsedd att transformera en lågspänning (12V till 5V). Denna transformator har ingen betydelse för ringklockans funktion utan har just nu främst experimentellt och laborativt syfte.

Om kretskortet senare förses med förstärkare används transformatorn för att skapa negativ spänning till operationsförstärkarna

Eleverna lindar transformatorn efter en speciell specifikation och bygganvisning. Bilden t.h visar primärlindningen och bilden därunder den färdiga transformatorn.

Under arbetet att linda transformatorn kan det vara bra om man arbetar två och två (eller har ett verktyg som håller kärnan).

Eleven beräknar själv (med vägledning) det antal varv som skal lindas på sekundärlindningen. (84 varv ger 5,6V tomgångsspänning).

Den färdiga transformatorn kan testas genom att anslutas till en yttre spänningskälla som ger 12VAC (ingår i "Nättransformator och likriktare" - se nedan).



### Eventuellt BP001/C först!

Om det passar med kursen i ellära kan vara praktiskt att lägga transformator-tillverkningen efter att eleven byggt likriktare och anslutit plugg-in transformator (BP001/C).

Om eleven först (eller parallellt ) byggt likriktaren (BP001/C) har han/hon själv en lämplig transformator och på baskortet finns då stift för anslutning av transformatorn samt mätning av transformatorns in- och utspänning, för inkoppling av extern last mm. Det finns alltså möjlighet till vissa enkla experiment direkt på baskortet.

Tillsammans med likriktare och glättningskondensator kan transformatorn ge en likspänning ut.

Förslag på experiment och laborationer som kompletterar denna del:

- 1) Begreppet galvanisk isolation – mät resistansen mellan lindningarna.
- 2) Varvtalets betydelse för spänningen. Om eleven lindar ett 15 tal extra varv på sekundärlindningen bör spänningen bli 1V högre än beräknat. Dessa varv kan sedan lindas av före ny mätning av utspänning.
- 3) Belastning och verkningsgrad. Transformatorn kan belastas upp till max 1A. Man kan testa med någon lämplig belastning (tex. 10 ohm 4W), mäta in och utspänning med en digitalmultimeter (rms) och beräkna verkningsgraden. (dra sladdar från stiften på baskortet till motstånd som ligger utanför kortet (det blir varmt!).
- 4) Frekvens, amplitud och topp-topp-värde kan mätas med ett oscilloskop. Effektivvärdet kan beräknas. Kan göras både på obelastad och belastad transformator.
- 5) Experiment med likriktare och glättningskondensator – se nedan.

## Nättransformator med likriktare (BP001/C)

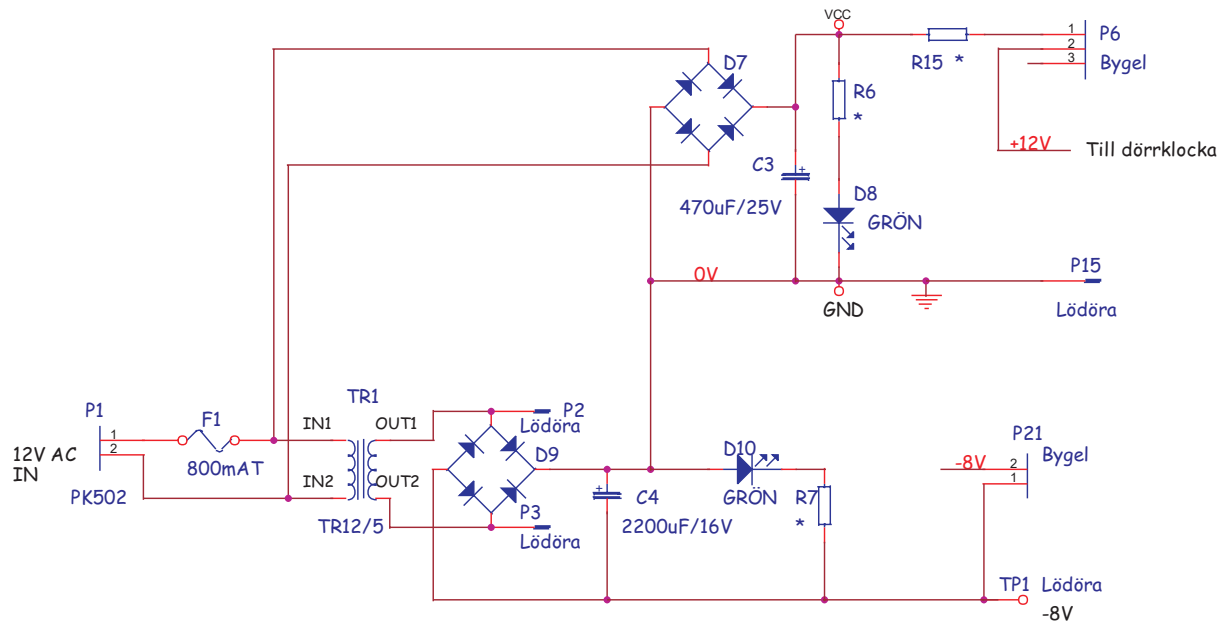
Med en nättransformator och likriktare behövs inte batteri eller externt kraftaggregat till dörrklockan. Denna modul är därför en direkt påbyggnad.

För att eleven inte skall arbeta med 230V nätspänning används en fulltransformator (klass2) typ plugg-in som vid last (20VA) ger 12V (11,5V) växelspanning. Obelastad är spänningen ca 14V.

Transformatorn är alltså helkaplad och eleven tillverkar bara anslutningen för lågspänning, mellan transformatorn och dörrklockans baskort.

Transformatorn kan användas för experiment med halv- och helvåglikriktare (se förslag nedan). Med nättransformatorn får eleven också lämplig spänning till den egenlindade transformatorn. Med likriktaren och kondensatorer erhålles likspänning.

Helvåglikriktare och glättningskondensatorer, motstånd och lysdioder monteras på baskortet.



Den vägledning eleverna får för beräkning av komponentvärden ser ut på detta sätt:

### **Elevers vägledning för beräkning av R6, R7 och R15**

R6) Strömmen genom en lysdiod måste begränsas, annars går lysdioden sönder. Detta är ändamålet med R6 och R7. Över R6 kommer det att bli ett spänningsfall på 15,6V som begränsar strömmen genom lysdioden till 8,6mA. Beräkna värdet på R6. Svar: \_\_\_\_\_ (1,8k)

R7) Över R7 blir det ett spänningsfall på c:a 6,6V vid strömmen 9,2mA. Beräkna värdet på R7. Svar: \_\_\_\_\_ (715 ohm)

R15) Från P6 :1 kopplas spänningen till resten av kortet. Den likriktade men oreglerade spänningen Vcc är c:a 17V och detta är alltför hög spänning för reläet som vill arbeta med 12V. Tack vare R15 blir det ett spänningsfall på 5V vilket ger c:a 12V till reläet. Strömmen genom R15 är c:a 34 mA. Beräkna värdet på R15.

Svar: \_\_\_\_\_ (147 ohm)

Helvågslikriktning av 12V AC + kondensator ger 16-20V likspänning och denna måste sänkas för att passa reläet som inte bör matas med över 13V. Detta görs genom ett motstånd (R15) på kretskortet.

Helvågslikriktningen av 5V AC från den egenlindade transformatorn ger en negativ spänning på ca -8V. (skall användas till förstärkarna).

I denna modulen finns utrymme för laborationer och experiment med funderingar kring detta med negativ och positiv spänning, toppspänning vid halv- och helvågslikriktning, vad som händer vid belastning osv.

Det viktigaste är dock kanske att dörrklockan nu försetts med likriktare som ger en matningsspänning – även om den än så länge är oreglerad.

För att få ut en likspänning på baskortet måste en bygel vara inkopplad mellan P6:2-3. (se schemat)

Förslag på experiment och laborationer som kompletterar denna del:

- 1) Halvvågslikriktad likspänning. En halvvågslikriktare (diod – 1N4002) monteras på experimentplatta (finns ej på baskortet) och kopplas till transformatorn. Mät spänning med oscilloskop med och utan glättningskondensator, med och utan last. Rita halvvågslikriktad spännings utseende utan och med glättningskondensator.
- 2) Helvågslikriktad likspänning. Helvågslikriktaren D7 monteras på kretskortet. Utspänning mäts, helst med oscilloskop, före och efter montering av glättningskondensatorn C3. Rita kurvform på helvågslikriktad spänning före och efter montering av kondensatorn.
- 3) Med likriktaren D9 och kondensatorn C4 monterade fås en negativ spänning (relativt jord) på lödörat TP1. Förklara varför.

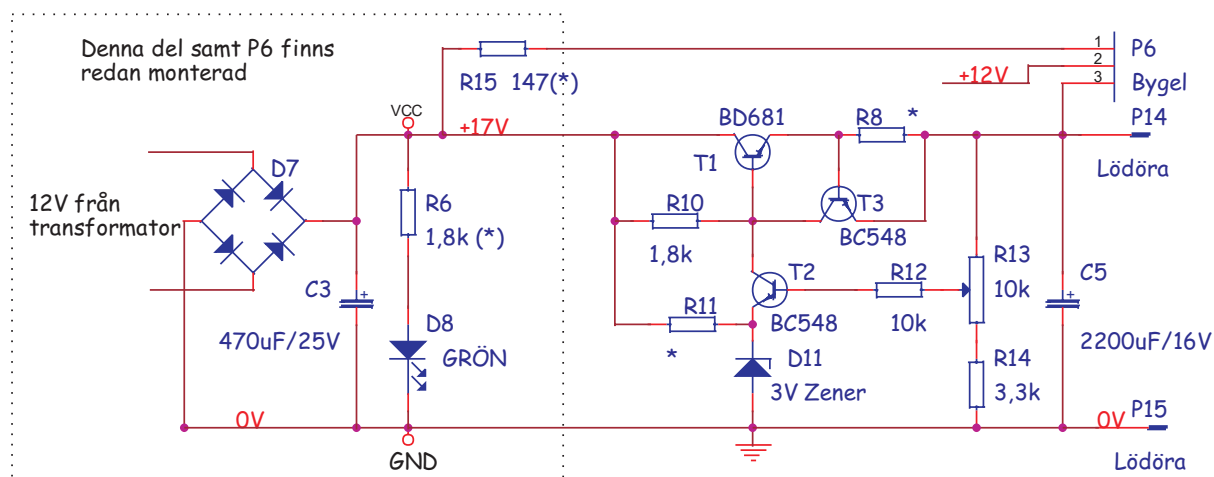
## Spänningsregulator med variabel utspänning 4-15V (BP001/D)

Bygget av den variabla spänningsregulatorn passar till grundkursen Elektronik.

Spänningsregulatorn kraftmatas från nättransformatorn och likriktare (BP001/C) som alltså bör ligga före denna modul.

### Regulatorns funktion i korthet

Transistorn T2 kommer att vara strypt om det inte finns någon utspänning som skulle ge basström via R13 och R12. När T2 stryps blir det basström till effekttransistorn T1 (BD681) som är en NPN-darlington transistor med hög strömförstärkning (minst 750 ggr). När T1 börjar leda blir det utspänning och då börjar T2 leda vilket reglerar ner basströmmen till T1. Balans inträffar när potentialen på T2:s bas är ca 3,0+0,6V vilket motsvarar en bestämd utspänning beroende på hur R13 är inställd.



Transistorn T3 börjar leda om spänningsfallet över R8 överstiger 0,6V motsvarande 0,6A. När T3 leder stryker T1 eftersom dess bas-emitterspänning sjunker. Utspänningen begränsas därför vid stort strömuttag eller till exempel kortslutning.

Den reglerbara utspänningen är begränsad uppåt till ca 15V genom valet av R14. (reläerna bör inte utsättas för mer än 13V!)

Effekttransistorn är försedd med en relativt liten kylare eftersom strömuttaget i den färdiga "apparaten" inte kommer att bli speciellt stor. Vid experiment enligt nedan kan transistorn och kylaren bli rejält varma och man bör inte låta detta tillstånd vara för länge och se upp så att man inte bränner sig!

När man experimenterar med spänningsregulatorn bör inte dörrklocka eller övrig elektronik på baskortet vara inkopplat. Bygeln skall sitta i P6:1-2 eller borttagen. När man är färdig kan man antingen sätta tillbaka bygeln i P6:1-2 och då fortsätta köra baskortet på oregrerad spänning (om man vill använda den reglerbara utspänningen till något annat) eller ställer man in 12V och sätter i bygeln i P6:2-3 och får på så sätt 12V reglerad spänning till dörrklockan mm. Med bygeln i P6:1-2 skall man sedan inte röra R13.

### Elevers vägledning för beräkning av R8 och R11

#### Strömbegränsningsmotståndet R8

R8 skall begränsa strömmen vid hög ström ut, till exempel vid kortslutning. Vid hög ström genom R8 blir det ett spänningsfall över motståndet. Om spänningsfallet överstiger 0,65V börjar T3 leda och stryker då T1 och strömmen ut från kopplingen. R8 skall ha det värde som innebär att T3 börjar leda vid strömmen 650mA genom R8. Försök nu räkna ut detta värde.

Svar: \_\_\_\_\_ (1 ohm)

#### R11 bestämmer minsta ström genom zenerdioden D11

För att en zenerdiod skall ge en konstant ström måste det gå en viss minimal ström genom dioden (ofta runt 5mA). Det är detta som bestämmer storleken på R11.

Värdet på R11 beräknas för att ge strömmen 4,2mA genom D11 när T2 är strypt och Vcc är 17V. Försök nu beräkna storleken på R11.

Svar: \_\_\_\_\_ (3,3k)





stiftet P17. Larmspänningen på P17 här kan styra en summer, en siren eller ett externt relä.

Om förstärkaren (modul BP001/F) byggs till på kortet kan larmsignalen istället kopplas till en ”timerstyrd” larmsiren på kortet. (se nedan om Analoga förstärkare)

### **Elevers vägledning för beräkning av komponentvärden \***

Basmotståndet R20

Vid icke larm är ingången P18 öppen (larmslingan mellan P18:1 och P19:1 är inte sluten). I detta läge leder ej T6, eftersom dess emitter och bas ligger på samma spänning (+12V) via R25 och R26. Om larmslingan sluts, kopplas P18:1 till 0V. Då kommer det att flyta en basström i PNP-transistorn T6. Denna bestäms av R20 och avgör hur mycket ström T6 kan driva på sin kollektor. Beräkna värdet på R20 så att basströmmen blir 3,4mA då P18:1 sluts till jord (=larm). T6:s  $U_{BE}$  kan antagas vara 0,7V.

Svar: \_\_\_\_\_ (3,3k)

Beräkna R27

Vid larm leder PNP-transistorn T6 varvid 12V kommer ut på kollektorn och stift P17. För att denna larmutgång inte skall vara spänningslös utan ligga på säker 0V sitter det ett motstånd R27 kopplat till jord.

Vilket värde har valts på R27 om strömmen genom R27 är 0,26mA vid larm.

Svar: \_\_\_\_\_ (47k)

Beräkna R23 och R24

Vid larm via NC-ingångarna (P18:2 eller p18:3) leder T4 eller T5 (beroende på vilken slinga som är bruten) eftersom det går basström via R23 och R24. Eftersom det är två identiska ingångar räcker det att studera en av dem, till exempel T4 med basmotståndet R23.

Beräkna värdet på R23 (= R24) om tillräcklig basström är bestämd till 1,06mA. Du kan räkna med att diodens framspänningsfall samt transistorens  $U_{BE}$  båda är 0,7V.

Svar: \_\_\_\_\_ (10k)

Beräkna R21 och R22

Vid icke-larm ligger NC-ingångarna P18:2 och P18:3 kopplade till jord (slingan är obruten). I detta läge är det tänkt att såväl T4 som T5 skall vara strypta.

Eftersom det är två identiska ingångar räcker det att studera en av dem, till exempel T4 med basmotståndet R23 och motståndet R22 mot slingan.

Det blir en spänningsdelning mellan R23 och R22. Om R22 är för stor kommer T4 att leda hela tiden (T6 börjar leda=larm). Vilket värde är lämpligt på R22 (=R23) om potentialen på D14:s katod inte får överstiga 0,12V så länge larmslingan är obruten (dvs. P18:3 kopplad till jord).

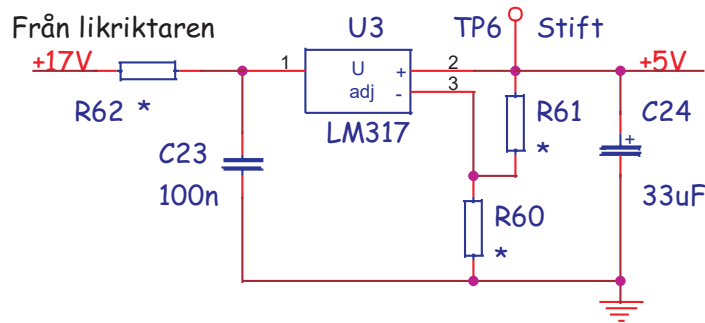
Svar: \_\_\_\_\_ (100 omh)

Förslag på experiment och laborationer som kompletterar denna del:

- 1) Kontrollera larmets funktioner – att alla tre larmslingorna fungerar som avsett. Kontrollmät spänningar och redogör för hur transistorerna fungerar (leder/stryper) vid larm respektive icke-larm.
- 2) Kontrollera med datablad (Elfa-katalogen) hur mycket ström BC327 kan mata (bra att veta om man skulle vilja koppla in en annan larmenhet till P17).

## Spänningsregulator med LM317 (BP001/FA)

Integrerade spänningsregulatorer hör hemma i Elektronik grundkurs eller Analoga kretsar.



LM317 är en vanlig linjär spänningsregulator. (kretsen har även andra namn, SG317 m.fl.) Kretsen ser till att det ligger 1,25V mellan ben 2 och 3 (över R61). Genom att välja värde på R61 och R60 erhålles önskad utspänning.

Spänningsregulatorn matas med oreglerad spänning (ca: 17V belastat) från 12V:s likriktaren via ett motstånd R62.

Motståndet tar en del av effektförlusten för att slippa kylare på LM317.

Utspänningen från regulatorn ligger på +5V och är tänkt att användas som positiv matningsspänning till operationsförstärkaren (se nedan). Den kan även användas för laborativa ändamål (dock max ca 20 mA med R62 470 ohm).

### **Elevens vägledning för beräkning av komponentvärden**

#### Seriemotståndet R62

LM317 är en s.k. serieregulator som i vår koppling skall omvandla +17V till 5V. Utan R62 skulle skillnaden  $17V - 5V = 12V$  ligga över regulatorn. När det går ström genom regulatorn innebär detta en effektförlust och regulatorn blir då varm. För att slippa kylare på regulatorn fördelas denna effektförlust mellan R62 och LM317. Vilket värde har valts för R62 om spänningsfallet över R62 skall vara 9,5V vid 20,2mA?

Svar: \_\_\_\_\_ (470ohm)

#### Beräkna R61

Mellan regulatorns ben 2 och 3 finns den referensspänning på 1,25V som man utnyttjar för att skapa en vafri högre reglerad utspänning (se nedan). För att regleringen skall fungera måste en viss minimal ström tas ut mellan ben 2 och 3. Detta görs genom R61. I enlighet med tillverkarens datablads rekommendationer har R61 ett värde som innebär att strömmen genom R61 blir 5,2mA. Beräkna det värde som valts för R61.

Svar: \_\_\_\_\_ (240ohm)

#### Beräkna R60

Regulatorn ser alltså till att det alltid ligger 1,25V över R61. Man kan bortse från en liten ström ( $< 100\mu A$ ) som kommer från ben 3 vilket innebär att det är samma ström som går genom R60 som genom R61. Försök nu beräkna det värde på R60 som ger utspänningen 5V från regulatorkopplingen.

Svar: \_\_\_\_\_ (715ohm)

Förslag på experiment och laborationer som kompletterar denna del:

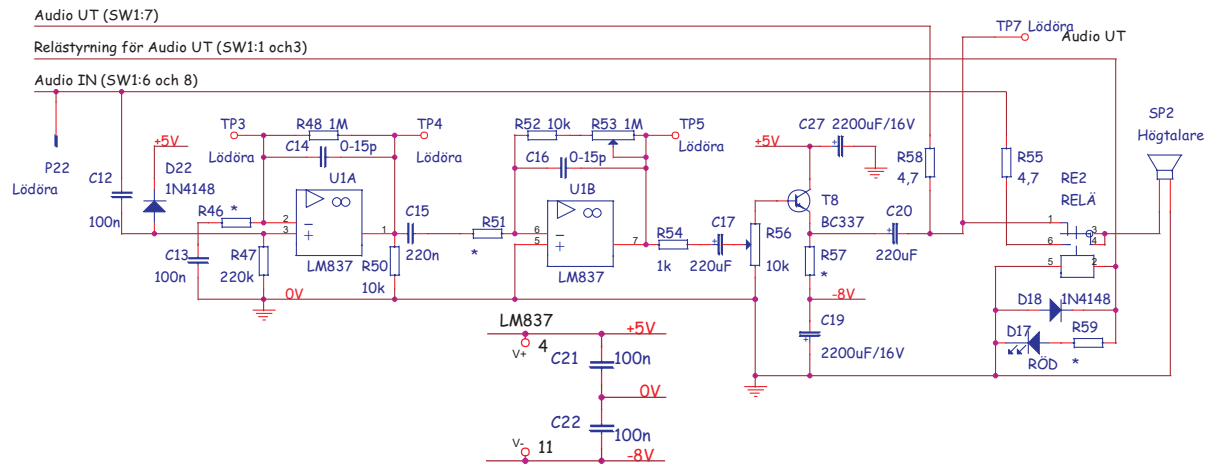
- 1) Undersök vilken roll R60 och R61 spelar genom att parallellkoppla R60 med ett motstånd på till exempel 1kohm. Vad händer med spänningen över R61 respektive över R60? Beräkna med hjälp av formel i databladet på LM317 vilket värde R60 skulle ha om utspänningen skulle vara 9V (och R61 fortfarande 240 ohm)
- 2) Belasta utgången med några motstånd från 1000ohm till 100ohm. Vad händer med utspänningen och varför? Vilken är lägsta inspänning till LM317 för önskad utspänning (5V)
- 3) Mät rippell framför och efter regulatorn vid lämplig belastning.

## Kopplingar med operationsförstärkare (del av BP001/FB)

Denna sista modul som också byggs på baskortet hör hemma i kursen Analoga kretsar.

### Förstärkare i en porttelefon

Med hjälp av två (av fyra) operationsförstärkare i en kapsel (LM837) byggs de förstärkare som behövs i en snabbtelefon. Högtalarna används även som mikrofoner (begränsar ljudkvaliteten).



En högtalare (som här används som mikrofon) kopplas till det första förstärkarsteget U1A som är en växelströmskopplad icke-inverterad förstärkare. Förstärkningen är fast och bestäms av  $F=1+R48/R46$ . Signalen förstärks sedan i ett andra steg med op:n U1B kopplad som inverterande förstärkare. Förstärkningen justeras här med R53 och beräknas som  $-R51/(R52+R53)$ . Den förstärkta signalen från ”mikrofonen” matas sedan till en spänningföljare T8 som ger tillräcklig ström till den andra högtalaren.

Vilken av högtalarna som skall fungera som mikrofon respektive högtalare bestäms genom dels omkopplaren (SW1) och dels med hjälp av ytterligare ett relä RE2 som styrs från omkopplaren. När omkopplaren står i läge 2 eller 4 kopplas den yttre högtalaren (SP1) in till mikrofonförstärkaren U1A via C12, förstärks enligt ovan och signalen kommer ut till högtalaren SP2 genom att reläet RE2 inte är draget.

När omkopplaren står i läge 3 är RE2 draget. Då kopplas baskortets högtalare (SP2) in på mikrofonförstärkarsteget medan den yttre högtalaren (SP1) kopplas in på slutförstärkaren via R58.

I läge 4 som ju även är larmläge gäller alltså lyssnarläge dvs. man kan höra samtal utanför dörren. (eller var nu den yttre enheten är uppsatt)

### Elevens vägledning för beräkning av \*komponenter

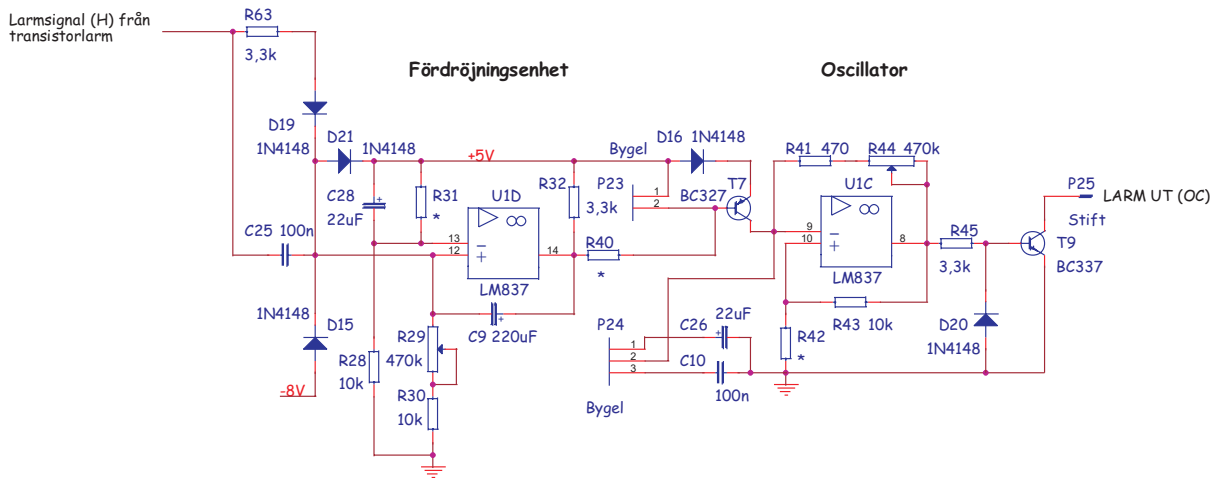
R46) Detta motstånd skall ge det första steget en förstärkning på , noga räknat, 1001 ggr. Vilket värde blir det?  
Svar: \_\_\_\_\_(1k)

R51) Detta motstånd skall se till att förstärkningen i detta steg blir mellan -1 och -101 ggr. Vilket värde blir det?  
Svar: \_\_\_\_\_(10k)

R57) Detta motstånd ger en DC-ström genom T8 när transistorn bottenar på c:a 13 mA. (Utifrån spänningar som är angivna i schemat.) Vilket värde är det på R57?  
Svar: \_\_\_\_\_(1k)

## Monostabil vippa och oscillator

Med hjälp av de två överblivna operationsförstärkarna byggs en pulsgenerator och en monostabil vippa som kan användas som larmsiren mm.



Den tredje operationsförstärkaren (U1C) i LM837 används som pulsgenerator. Frekvensen kan ställas med R44 samt alternativt inkoppling av C10(100nF) eller C26 (22uF) genom bygling av P24.

Oscillatoren styrs av en transistor T7 från en annan operationsförstärkare (U1D) kopplad som en monostabil vippa. Normalt leder T7 vilket låser pulsgeneratoren till låg nivå ut.

Vippans (U1D:s) triggspänning bestäms genom spänningsdelaren på (-)-ingången. Den jämförs med spänningen på (+)-ingången som normalt ligger strax över 0V. Utsignalen från vippan är därför normalt låg (vilket låser pulsgeneratoren).

Vid larm leder T6 och det kommer då en hög puls genom C25, alternativt R63+D19, vilket lyfter (+)-ingången och därmed triggar vippan som slår om till hög på utgången vilket stryker T7 och därmed drar pulsgeneratoren igång.

Vippan ligger hög ut under tiden C9 laddas upp. När spänningen på vippans (+)-ingång närmar sig 0V slår utgången om till minus vilket åter stryker T7 och stänger pulsgeneratoren.

Signalen från oscillatoren är kopplad till T9 som har öppen kollektor (P25). Om oscillatoren ställs in på låg frekvens kommer summern inkopplad mellan +12V och P25 att ljuda i takt med pulsfrekvensen. Genom att bygla P23 kan oscillatoren vara kontinuerligt inkopplad och användas som pulsoscillator (0,15 – 192 Hz med C26 inkopplad och 45 Hz – 12 kHz med C10 inkopplad).

Dioderna D15, D21 och D22 skyddar kretsen mot hög inspänning. D20 skyddar T9 vid negativa utpulsen.

### **Elevers vägledning för beräkning av \* komponenter:**

R31) Detta motstånd bildar med R28 en spänningsdelare som ger omslagspunkten (triggpunkten) för den monostabila vippan. Beräkna värdet på R31 om omslagspunkten skall ligga på +0,88V. Svar: \_\_\_\_\_(47k)

R40) När U1D ligger låg ut (ca -8V) stryker T7 genom att basström flyter. Denna basström kan beräknas till c:a 0,25 mA med ett visst värde på R40. Vilket värde har R40? Svar: \_\_\_\_\_(47k)

R42) Spänningsdelaren R42-R43 bestämmer oscillatorens omslagspunkter vid upp- och urladdning av kondensatorn C26 eller C10. Vilket värde skall R42 ha om omslagsnivåerna skall ligga på 11% av utspänningen från U1C:8. Svar: \_\_\_\_\_

Förslag på experiment och laborationer som kompletterar denna del:

- 1) I lyssnarläge (t.ex. läge 4) kan man sätta en transistorradio eller motsvarande framför ”mikrofonen” dvs. högtalaren SP1 och undersöka (med oscilloskop) hur signalen ser ut från ingången på U1A (där den inte syns alls) och vidare genom förstärkaren.(det krävs lite avstånd mellan ”mikrofon ” och högtalare för att undvika rundgång).

2) Om omkopplaren ställs i läge 1 är förstärkarna helt frikopplade och högtalaren på baskortet (SP2) är kopplad till utgången på Lf-förstärkaren. Om man har tillgång till en yttre signalgenerator kan denna kopplas in till P22 för att undersöka hur en mycket svag signal förstärks genom U1A och U1B. Det är lämpligt att parallellkoppla R48 med ett motstånd mellan TP3 och TP4 för att få ner förstärkningen i det första steget. Koppla in en lämplig sinussignal till P22 och undersök förstärkning och frekvensgång.. Inom vilket område kan förstärkningen ställas med R53? Stämmer uppmätta värden med beräknade?

3) Genom att sätta en bygel i P23 kommer pulsgeneratoren att kopplas in kontinuerligt. Med ett oscilloskop kan utsignalen studeras på U1C:8. Mät frekvensomfånget genom att variera R44 och välja C10 alt. C26. Undersök funktionen genom att mäta upp och urladdning av C10 alt. C26 samt potentialen på (+)-ingången (U1C:10).

4) Den monostabila vippans funktion kan undersökas genom att utlösa larmet (omkopplaren står i läge 4). Om larmet inte finns monterat kan vippan startas genom en positiv puls in på C25. (momentan inkoppling av +12V). Mät tiden på den positiva utpulsens genom att variera R29. Studera den monostabila vippans funktion genom att mäta potentialen (med oscilloskop eller digital multimeter DC) kopplad till (+)-ingången (U1D:12).

## Schemat över hela projektet

Schemat på nästa sida visar det toala projektet. Detta schema bifogas bygganvisningen till del BP001/F (porttelefonen mm)

## Kombinationer av de olika delarna i projektet och priser

Delprojekt /alternativ/pris	A	A-B	A-C	A-D	A-E	A-F	AC	ACD	ACDE	Pris
Dörrklocka BP001/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	120:-
Egenlindad transformator BP001/B		X	X	X	X	X				40:-
Plugg-in transformator och likriktare BP001/C			X	X	X	X	X	X	X	70:-
Spänningsregulator 4-15V BP001/D				X	X	X		X	X	30:-
Transistorlarm BP001/E					X	X			X	20:-
Integrerad regulator och förstärkare BP001/F						X				80:-
Pris	120:-	160:-	230:-	260:-	280:-	350:-	190:-	220:-	240:-	

Priserna är inklusive moms.

