

## GSM – baserat larm

---

**Henrik Cartemo**  
**Tobias Ivehag**

# EXAMENSARBETE

## GSM- baserat larm

Henrik Cartemo

Tobias Ivehag

### Sammanfattning

På uppdrag av Carl-Johan Helgesson MCC har ett GSM-baserat larm konstruerats. Larmet är utrustat med en tiltninggivare som känner av om larmet tiltas mer än 30° under en viss tid. Denna tid kan lätt ställas med hjälp av en potentiometer till att vara mellan 0-25 sekunder. Det finns också en rörelsegivare implementerad i larmet. Denna känner av om larmenheten utsätts för någon typ av förflyttning/vibration/stöt. Det finns även här möjlighet att med hjälp av en potentiometer ställa känsligheten. Det går även att ansluta en extern givare, som då utåt sett skall fungera som en brytande strömställare.

Larmenheten är konstruerad på ett sådant sätt att den skall förbruka minimalt med ström, men ändå vara driftsäker. Detta har till stor del kunnat uppnås genom att så få komponenter som möjligt har använts och att processorn ligger i sleepmode då inget larm aktiverats. Då ett larm uppstår väcks processorn via interrupt-ingångar. Totalt förbrukar larmenheten cirka 15µA (under sleepmode) och drivs med tre 1,5 volts batterier. Tiden för hur länge larmenheten kan vara aktiv utan att behöva byta batterier beräknas vara upp till 3 år, beroende på om larm skickas eller inte. Det finns även möjlighet att ansluta extern strömförsörjning.

Den mikroprocessor som använts för att styra enheten är en 16F876 från Microchip. Denna har programmerats i C-kod och sänder AT-kommandon till GSM-terminalen som är en TC-35:a från Siemens.



<b>Utgivare:</b>	Högskolan Trollhättan/Uddevalla, Institutionen för teknik Box 957, 461 29 Trollhättan Tel: 0520-47 50 00 Fax: 0520-47 50 99 E-post: teknik@htu.se		
<b>Examinator:</b>	Lektor Anna-Karin Christiansson		
<b>Handledare:</b>	Carl-Johan Helgesson, MCC		
<b>Huvudämne:</b>	Elektroteknik	<b>Språk:</b>	Svenska
<b>Nivå:</b>	Fördjupningsnivå 1	<b>Poäng:</b>	10
<b>Rapportnr:</b>	2003:E999	<b>Datum:</b>	2003-11-01
<b>Nyckelord:</b>	Elektronik, Programmering, Problemlösning, Larm, GSM, SMS, SIM-Kort, Sensor		

# DEGREE PROJECT

## GSM-based alarming system

Henrik Cartemo

Tobias Ivehag

### Summary

At the request of Carl-Johan Helgesson MCC a GSM-based alarm system has been designed. The alarm system is supplied with a gradient sensor that will respond if the angle between the alarm system and the ground plane will be greater than 30° for a certain time. This time can be set by a potentiometer to be between 0-25 seconds. There is also a movement detector that will respond if the alarm system itself is moved or set under vibrations. Even here it is possible to set the sensibility by a potentiometer. There also is a possibility to connect an external sensor. This sensor can be of any kind but it has to act as a normally closed circuit breaker to the microcontroller.

The alarm system is designed to consume as small range of power as possible, but not to the cost of the functionality. This is achieved thanks to the sleepmode on the microcontroller and the use of only the necessary components. When one of the sensors releases an alarm the microcontroller is raised from the sleepmode by the interrupt input. The total power consumption is 15µA (during sleepmode) and it is supplied by three 1,5 volts batteries. The term of life for the alarm-system is estimated to be almost three years (if no alarm is set) before the battery has to be changed. The alarm system can also be powered by an external voltage source.

The microcontroller that was used to control the system is a 16F876 from Microchip. It has been programmed in C-code and communicates with the GSM-terminal (using AT-commands) that is a product of Siemens (TC-35).



<b>Publisher:</b>	University of Trollhättan/Uddevalla, Department of Technology Box 957, S-461 29 Trollhättan, SWEDEN Phone: + 46 520 47 50 00 Fax: + 46 520 47 50 99 E-mail: teknik@htu.se	
<b>Examiner:</b>	Lektor Anna-Karin Christiansson	
<b>Advisor:</b>	Carl-Johan Helgesson, MCC	
<b>Subject:</b>	Electrical Engineering	<b>Language:</b> Swedish
<b>Level:</b>	Advanced	<b>Credits:</b> 10 Swedish, 15 ECTS credits
<b>Number:</b>	2003:E999	<b>Date:</b> January 1, 2003
<b>Keywords</b>	Electronics, Programming, Solution of problems, Alarm, GSM, SMS, SIM-card, Sensor	

## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	i
Summary.....	ii
Nomenklatur.....	iv
1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte och mål.....	1
2 Förutsättningar.....	1
2.1 Specifikation.....	1
2.2 Avgränsningar.....	2
3 Genomförande Hårdvara.....	3
3.1 Mikroprocessor.....	3
3.2 GSM-modul.....	4
3.3 Tiltssensor.....	7
3.4 Rörelsesensor.....	12
3.5 Extern sensor.....	18
3.6 Strömförsörjningskrets för GSM-enhet.....	18
3.7 Batteridrift.....	19
3.8 Extern spänningsmatning.....	19
3.9 Relä.....	19
3.10 Lysdiod.....	22
3.11 Spänningstestare.....	25
4 Genomförande Mjukvara.....	27
4.1 Struktur.....	29
5 Problem.....	29
6 Användarmanual.....	31
7 Program.....	32
8 Figurförteckning.....	33
9 Övriga besökta adresser och idékällor.....	34
10 Resultat och slutsatser.....	34
10.1 Rekommendationer till fortsatt arbete.....	35
Källförteckning.....	36

## Bilagor

- A Fullständigt kopplingsschema
- B Strukturdiagram
- C Relä

## Nomenklatur

Tilt = Luta/lutning

// = Parallellkopplad

GSM = Mobiltelefonnätet

GSM-Modul = Den enhet som används för att kommunicera

MCC = Företaget som vi gjort examensarbetet åt, arbetar i huvudsak med larm.

HTU = Högskolan i Trollhättan/Uddevalla

NC = Normaly Open

NO = Normaly Closed

SMS = Short Message Service

I/O = Input / Output (ingångar och utgångar på mikroprocessorn)

G = Givare = Sensor (används ofta i figurer)

R = Resiststor eller Resistans (används för att benämna motstånd i figurerna)

C = Kondensator eller Kapasitans (används för att benämna kondensatorer i figurerna)

P = Potentiometer (används ofta i figurer)

Källkod = den fil där processorns instruktioner finns inskrivna

Kompilering = översättning av källkod till maskinkod (instruktioner till processorn)

C-kod = Program som är skrivet i programmeringsspråket C

Interrupt = avbrott från normal körning

RX-ingången = ingång på processorn där man tar emot seriell data

TX-utgången = utgång på processorn där man sänder seriell data

## 1 Inledning

Tillsammans med ett företag som heter MCC har två elektrostudenter vid HTU (Högskolan i Trollhättan/Uddevalla) utvecklat och tillverkat en GSM-baserad larmlarmenhet som kan drivas helt utan extern strömmatning. Larmenheten är relativt liten och billig, den har därför en rad olika användningsområden, allt ifrån billarm till övervakning av sommarstugan.

### 1.1 Bakgrund

Bakgrunden till detta projekt är att det finns ett behov av att skapa små larmenheter utan extern strömförsörjning. Anledningen till att valet av informationsbärare blev GSM är att det öppnar möjligheter till nya intressanta lösningar.

Arbetet består av att utveckla en GSM-baserad larmenhet som kan ha möjlighet att bestyckas med tre stycken olika sensorer, förslagsvis vinkel- och rörelse-sensor samt en (i nu läget) icke specificerad. Larmenheten skall vid larm antingen skicka ett SMS eller ringa upp till förvalt/förvalda nummer. Modulen skall inte ha någon form av extern strömförsörjning utan helt drivas av internt batteri.

### 1.2 Syfte och mål

Syftet är att lära sig mer om GSM-kommunikation, mikroprocessorer, elektronikkonstruktion, att driva ett projekt och att arbeta i grupp. Målet är en fullt fungerande larmenhet med batteridrift, som vid givna situationer kan skicka SMS-meddelande alternativt ringa samtal via en GSM-modul.

## 2 Förutsättningar

Larmet skall vara litet, billigt, strömsnålt, säkert och lätt att installera. Applikationen skall byggas upp kring en processor från Microship (16F876A), en GSM-terminal från Siemens (TC-35), en lämplig tilt- och rörelsegivare samt minimalt antal övriga kringkomponenter. Programmet skall skrivas i C-kod samt vara väl strukturerat och dokumenterat så att en utomstående person skall kunna göra ändringar.

### 2.1 Specifikation

På uppdrag av MCC skall ett GSM-baserat larm konstrueras. Larmet skall under lång tid drivas med hjälp av nio volts standard batterier och på så sätt möjliggöra installation där närhet till elnätet saknas. Det skall även möjligt att ansluta yttre spänningskälla om sådan finns tillgänglig. Detta bör kunna göras utan att batteriet behöver tas ur och utan risk för att larmenheten går sönder om polerna förväxlas.

Larmet skall reagera på antingen rörelse eller tilt (lutning). Detta val görs med hjälp av en strömbrytare (switch). Rörelselarmet reagerar inte på omgivande rörelser utan enbart då larmenheten själv flyttas eller på annat sätt påverkas. Tiltlarmet löses ut då larmenheten tiltas mer än cirka 30° relativt horisontalplanet (bara runt en axel). Det skall vara möjligt att ställa den tid som larmenheten är tiltad innan ett larm går (0-30s). Det skall även vara möjligt att ansluta en extern sensor, vilken skall vara av typen NC (eng Normaly Closed). Anledningen till detta är att larmet skall utlösas då kontakt mellan larmenheten och givaren upphör, t.ex. om kabeln klipps av. För att styra hela larmenheten skall en mikroprocessor användas. Denna bör normalt vara i viloläge för att dra så lite ström som möjligt och därigenom spara på batteriet. Processorn har ett antal interruptingångar, till vilka samtliga sensorer skall anslutas. Då en givare påverkas tillräckligt mycket orsakar detta en förändring på aktuell interruptingång, vilket gör att processorn vaknar ur sitt viloläge och startar upp GSM-enheten som skickar ett larm. Applikationen skall fungera på ett annorlunda sätt om extern spänning används. Processorn och GSM-enheten är då ständigt aktiva och det finns möjlighet att ringa till det för att aktivera/avaktivera larmet.

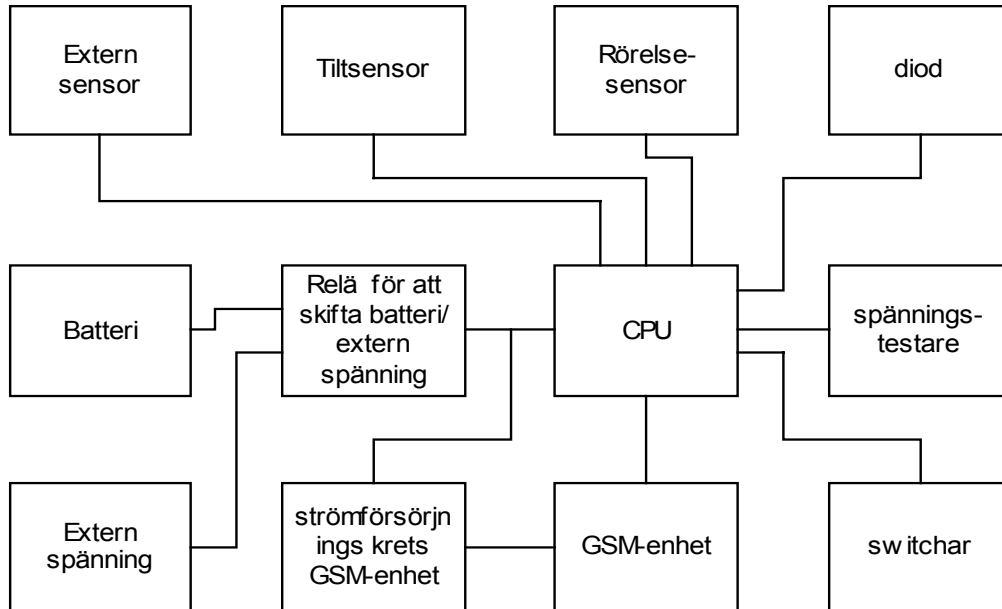
Det skall finns två olika sätt att skicka ett larm, antingen ringer GSM-modulen upp ett i förväg bestämt nummer (lagras på simkortet) eller också skickas ett SMS. Detta val görs med hjälp av en strömbrytare.

## **2.2 Avgränsningar**

Larmet skall fungera i ”laboriemiljö”, d.v.s. okapslad utan riktigt kretskort, däremot kommer ett experimentkort (en enkel form av kretskort för laboriemiljö) att byggas för att tester och dokumentation skall kunna utföras.

### 3 Genomförande Hårdvara

Hårdvaran består i huvudsak av tolv olika delar enligt Figur 1.



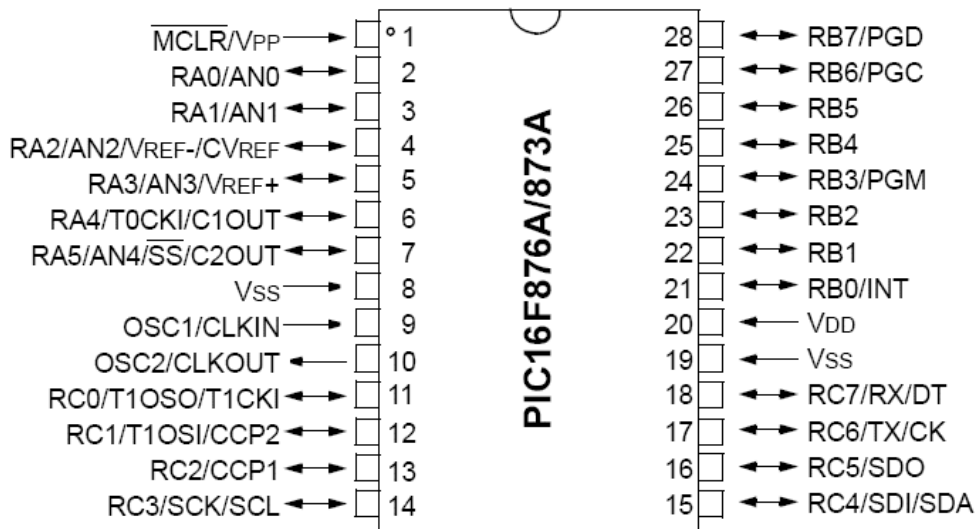
**Figur 1 Blockschema**

Vart och ett av blocken finns presenterade i kommande kapitel utom switcharna som bara är vanliga strömställare (ger en etta eller nolla till mikroprocessorn).

#### 3.1 Mikroprocessor

Som mikroprocessor har 16F876A (Figur 2) från Microchip använts, dels därför att den är liten, billig och har alla nödvändiga funktioner [9] [13] [14] (tillräckligt med I/O, minne, interruptingångar samt sleepmode). Mikroprocessorn har programmerats i C-kod men den går även att programmera i assembler. Till mikroprocessorns interruptingångar har givarna anslutits. Det som senare i rapporten benämns som utsignal är insignal till mikroprocessorn.





**Figur 2 Mikroprocessorn**

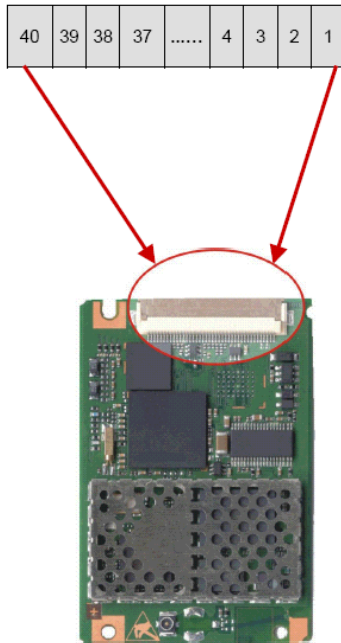
### 3.1.1 Sleepmode

För att minimera strömförbrukningen kan processorn sättas i sleepmode, detta innebär att den i princip är helt avstängd. Processorn kan sedan väckas upp igen genom att en förändring sker på någon av interruptingångarna (RB4-RB7). För att få sleepmode att fungera optimalt skall så många I/O som möjligt sättas till utgångar. De I/O som är ingångar skall vara antingen etta eller nolla.

### 3.2 GSM-modul

Det finns en rad olika GSM-moduler på marknaden och det kommer ständigt nya varianter. Den som använts är Siemens TC-35 (Figur 3) [8]. Anledningen till valet är att den funnits ett tag på marknaden och har ett bra pris. Det går både att ringa och att skicka SMS från den, den har dualband 900/1800 [MHz] och programmeras med AT-kommandon [3.2.3 AT-kommandon].

Nokia har en liknande modul som heter Nokia 12 [10]. Anledningen till att inte denna har använts är att den är väldigt ny på marknaden och därför kan ha en del barnsjukdommar, samt att det var tveksamt om den skulle hinna släppas innan arbetet påbörjades. Den kan vara ett intressant alternativ om man inte är riktigt nöjd med Siemensmodulen som är några år gammal.



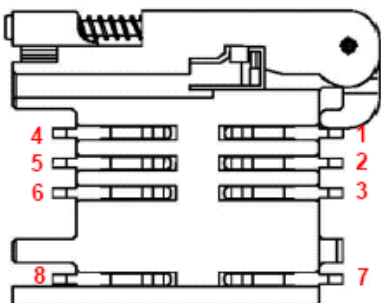
**Figur 3 TC-35**

### 3.2.1 Spänningssättning

Då TC-35:an ansluts på kretskortet får dess matningsspänning inte överstiga 4,8 volt, då kommer den inte att fungera. För att starta upp enheten sätts först matningsspänningen på sedan skickas en puls till TC-35:ans IGT-ingång. När IGT-ingången får en hög puls aktiveras enheten.

### 3.2.2 SIM-kort och SIM-kortshållare

För att larmmodulen skall kunna fungera krävs ett SIM-kort. SIM-kortet är av exakt samma typ som sitter i en vanlig mobiltelefon och det går att använda vilket kort som helst (Telia, Comviq, kontantkort eller vanligt m.m.) För att GSM-modulen skall få kontakt med SIM-kortet används en SIM-kortshållare (se Figur 4), denna ansluts sedan till TC-35:an.



**Figur 4 SIM-kortshållare**

### 3.2.3 AT-kommandon

För att kommunicera mellan mikroprocessorn och GSM-modulen används AT-kommandon. Det är seriell kommunikation som sänder byte för byte. Det är en standard som mest används för kommunikation mellan datorer och modem. Här nedan följer en sammanställning av de AT-kommandon som har använts i programmet till "GSM-larmet" [8] [12].

#### ATE

Stänger av/på ekot från GSM-modulen, dvs de tecken som skickas till GSM-modulen kan returneras/ inte returneras

#### ATH

Avslutar ett samtal. ATH har samma funktion som när man lägger på luren på en vanlig telefon, dvs man bryter kommunikationen mellan telefonerna

#### AT^SM20

Ställer in hur GSM-modulen ska skicka svarskommandon till mikroprocessorn då ett telefonsamtal håller på att kopplas upp.

#### AT+CPBR

Söker efter information i telefonboken på SIM-kortet i GSM-modulen. Genom att skicka detta kommando plus någon siffra så får man information om namn och telefonnummer på det som är inlagt på den platsen på SIM-kortet.

#### ATD>SMx

Ringer upp ett telefonnummer ur telefonboken på SIM-kortet. Telefonnummer som ska ringas upp bestäms av vilket siffervärde x har.

#### AT+CLCC

Kontrollerar status på ett samtal. Kommandot kan ge tex ge information om samtalet håller på att kopplas upp eller om kopplingen har gått fram och man väntar på att någon ska svara i andra ändan.

#### AT+CMGF

Ställer in vilken typ av meddelandeformat som man ska ha när man skickar SMS.

#### AT+CMGS

Bestämmer till vilket telefonnummer och vilken text som ska skickas när man skickar SMS.

#### AT+CSCA

Hanterar vilket nummer som man ska skicka ett SMS till. När man skickar ett SMS skickas det till en SMS-central. Denna central skickar sen vidare SMS:et till mottagande telefon. Numret till SMS-centralen varierar beroende på vilken mobiltelefonoperatör man har.

#### AT+CLIP

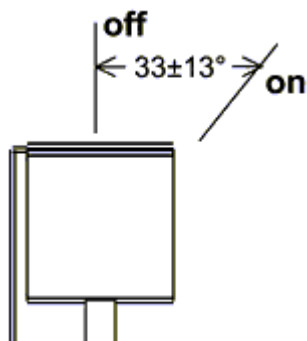
Sätter på/av nummerpresentation när någon ringer till GSM-enheten

### 3.3 Tiltssensor

En tiltssensor fungerar på så sätt att den ger en signal då den lutar mer än en viss vinkel relativt horisontalplanet, enligt principen i Figur 5. Enligt specifikationen [2.1 Specifikation] skall tiltssensorn helst fungera runt endast en axel och ha en relativt hög lutningsvinkel. Storlek och pris är givetvis också av intresse samt tillförlitlighet.

#### 3.3.1 Olika typer av tiltssensorer

Tiltssensorn fungerar som en till/från brytare och är i normalfallet från, vilket är bra ur energi synpunkt.



Figur 5 Generell princip för tiltgivare

Det finns ett stort antal givare att välja mellan där den största skillnaden är lutningsvinkeln samt om tiltning kan detekteras runt en eller två axlar.

Efter en rad olika tester valdes tilsensor S1234. Den är visserligen väldigt dyr men den fungerade bäst, dels är den driftsäker och har ett tydligt omslag, dels fungerar den runt en axel.

### **3.3.1.1 Tilsensor 603**

Tilsensor 603 är en kvicksilverfri brytare tillverkad av Sencera [4].

Pris 17,80 [kr/st exkl. moms] [5]

Mått 10,5\*7 [mm]

Utseende, se Figur 6



**Figur 6 Tilsensor 603**

Fungerar som sluten kontakt mellan vinklarna 20-45°. Är oberoende av åt vilket håll tiltningen sker.

### **3.3.1.2 Tilsensor CM265-0**

Tilsensor CM265-0 är slutande givare från Assemtech [6]. Tyvärr innehåller den kvicksilver och får således inte säljas i Sverige.



**Figur 7 Tilsensor CM265-0**

Har en lutningsvinkel på 65° och fungerar runt en axel (är normalt liggande enligt Figur 7), detta hade varit den perfekta givaren om den gått att få tag på.

### **3.3.1.3 Tilsensor S1234**

Tilsensor S1234 är en slutande givare utan kvicksilver från Assemtech [6]. Finns att köpa hos Farnell.

Pris 100 [kr/st exkl.moms] [5]

Mått 7,6\*6,5 [mm]



**Figur 8 Tiltsensor S1234**

S1234 har en lutningsvinkel på 35° (är normalt liggande enligt Figur 8). Givaren fungerar vid tiltning åt vänster, höger eller båda hållen (se Figur 8), men inte runt sin egen axel. Detta är en bra och mycket tillförlitlig givare om än något dyr.

#### **3.3.1.4 Tiltsensor SPSF**

Tiltsensor SPSF är en kvicksilverfri givare från ALPS [7], den går att använda vid tiltning framåt, bakåt, åt höger och åt vänster (se Figur 9) antingen varför sig eller i olika kombinationer. Givaren är uppbyggd kring att en kula rullar runt och kan således även användas som rörelse sensor.

Pris: Har inte hittat något

Mått 6\*6\*3 [mm]

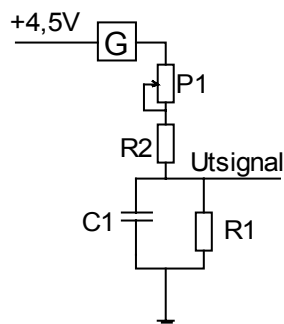


**Figur 9 Tiltsensor SPSF**

SPSF är en liten och bra givare med många användningsområden.

#### **3.3.2 Fördröjningskrets för tiltensor**

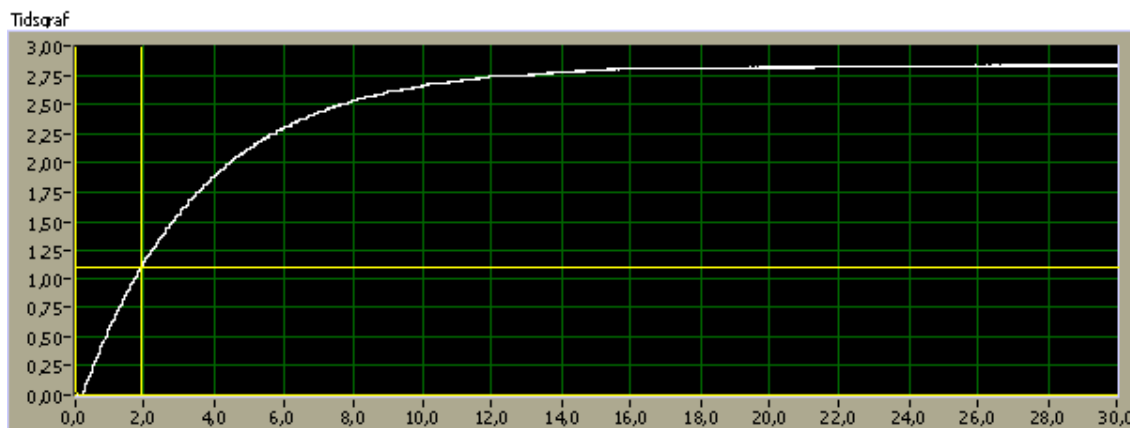
Enligt specifikation skall tiltensorn inte generera en etta till processorn vid en kortare tids lutning, utan först efter ett antal sekunder. Det skall även vara möjligt för användaren att variera detta tidsförlopp hårdvarumässigt. Denna inställning sker med hjälp av en potentiometer P1 på kretskortet. Uppgiften kan lösas på flera olika sätt, ett är enligt Figur 10. Storleken på resistorerna, potentiometern och kondensatorn har provats ut specifikt för just denna mikroprocessor. Det är alltså inte säkert att kretsen fungerar på samma sätt vid ett annat mikroprocessor val. Det som är av betydelse är vid vilken nivå processorn gör omslag från nolla till etta, samt dess inresistans. Anledningen till att inresistansen har stor påverkan är att kretsen är höghögig.



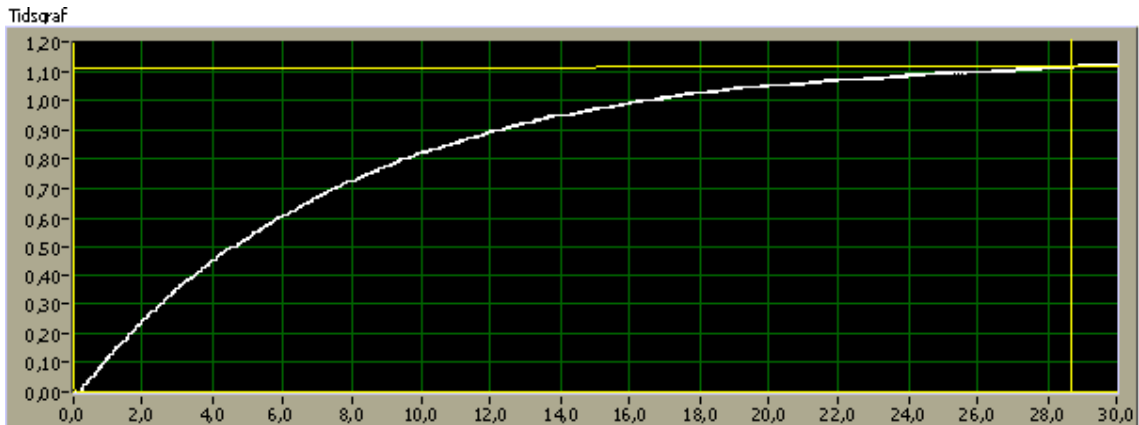
**Figur 10 Fördröjningskrets för tilsensorn**

När givaren tiltas blir G en sluten kontakt och kretsen sluts. Kondensatorn kommer då gradvis att laddas upp och utsignalen ökar (se Figur 11 och Figur 12 där olika värden på P1 ställts in för att visa på extremfallen). Då denna spänning blivit tillräckligt stor (1,1 Volt) kommer processorn att tolka den som en etta och vakna upp ur sleepmode. Den tid som givaren måste vara till för att generera en etta kan ställas genom att ändra storleken på resistorerna och kondensatorn. Användaren har sedan möjligt att göra finjusteringar med hjälp av potentiometern. När givaren återgår till horisontalläge kommer kondensatorn att laddas ur enligt Figur 13.

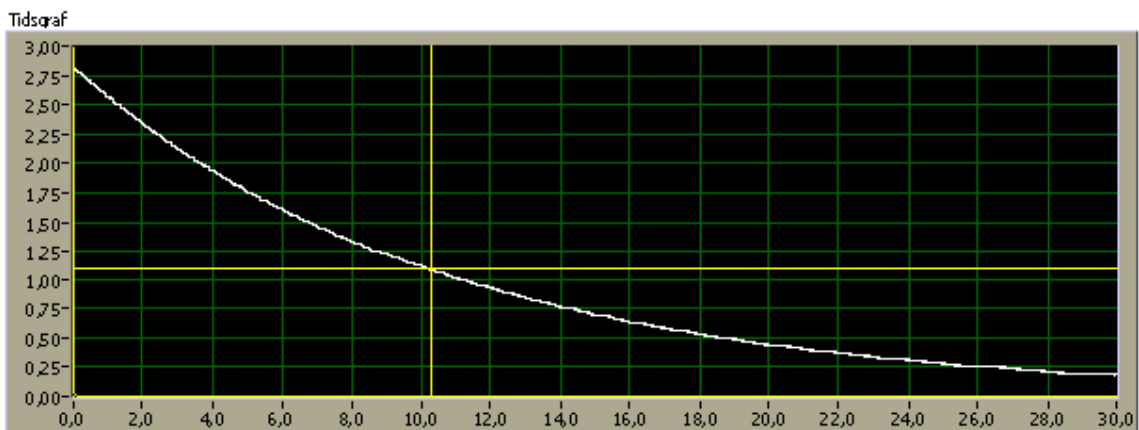
Då givaren tiltas under kortare stunder (kortare än larmtiden) kommer kondensatorn att börja laddas upp och när givaren sedan återgår till horisontalläge kommer den att laddas ur genom resistorn R1 se Figur 14.



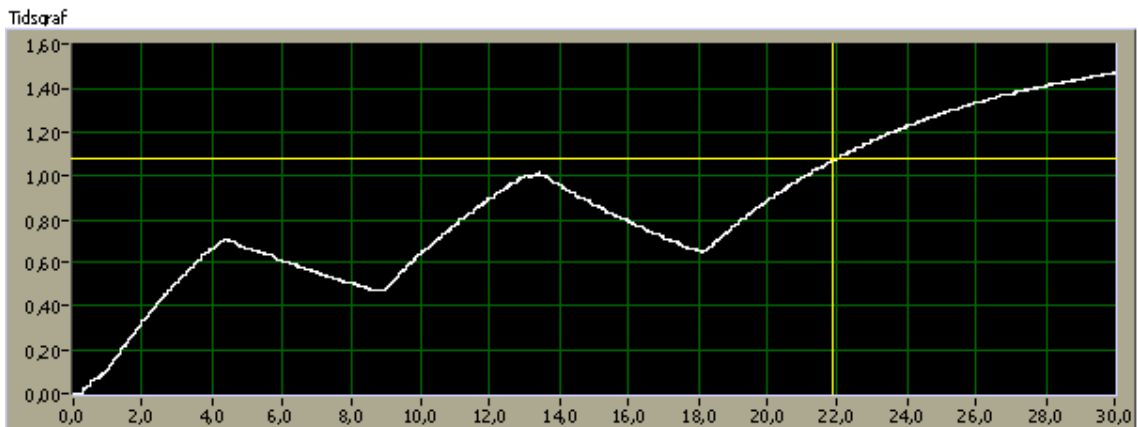
**Figur 11 Snabbt uppladdningsförlopp för tilsensor med R=0,5 Mohm**



**Figur 12** Långsamt uppladdningsförlopp för tilsensor med  $R=2$  Mohm



**Figur 13** Urladdningsförlopp för tilsensor med  $R=2$  Mohm



**Figur 14** Brutet uppladdningsförlopp för tilsensor med  $R=1,5$  Mohm

Kommentar till Figur 11, Figur 12, Figur 13 och Figur 14.

Samtliga tidsaxlar är graderade i sekunder och samtliga y-axlar i volt. Hårkorset markerar dels 1,1 [V] (d.v.s. den spänning vid vilken processorn tolkar signaler som en etta då man använder 4,5[V] matningsspänning) och dels den tid då 1,1[V] uppnås. Med  $R$  avses resistansen enligt  $R=R_2+P_1$ .



### 3.4 Rörelsesensor

Det finns i huvudsak två olika typer av rörelse sensorer, aktiva och passiva. De som är intressanta i det här fallet är enbart passiva eftersom de inte behöver någon drivspänning, vilket är bra med avseende på att en låg energiförbrukning skall eftersträvas. Rörelsesensorn fungerar som en strömbrytare som vid opåverkat läge är sluten (NC) och då den utsätts för rörelse/vibrationer uppstår små korta avbrott. Rörelsegivarna fungerar inte som rena strömbrytare på samma sätt som tilsensorerna, utan är istället ofta NC vid opåverkat läge och då de påverkas börjar brytaren skifta mellan att vara öppen och sluten, man får på så sätt en fyrkantsspänning som utsignal (detta benämns ofta att givaren inte kan fungera som en shockbrytare). Tre olika passiva givare köptes hem och undersöktes, samtliga är kvicksilverfria.

#### 3.4.1 Olika typer av rörelsesensorer

De olika rörelsesensorer som testades finns representerade i kommande kapitel. Den rörelsesensor som senare används är 102 shocksensor, dels därför att den är billig men den är också bra och tillförlitlig.

##### 3.4.1.1 102 shocksensor

En icke riktningberoende rörelsesensor från Sencera [4].

Pris 17,80 [kr/st exkl.moms]

Mått 10\*10\*11,5 [mm]

Utseende, se Figur 15



**Figur 15 102 shocksensor**

Funktion, normalt sluten, går ej att använda som shockströmbrytare utan ger en fyrkantsvåg som utsignal.

### 3.4.1.2 801s shocksensor

En icke riktningsberoende rörelsesensor från Sencera [4].

Pris 19,40 [kr/st exkl.moms]

Mått 9\*10\*7 [mm]

Utseende, Figur 16



**Figur 16 801s shocksensor**

Funktion, normalt sluten, går ej att använda som shock strömbrytare utan ger en fyrkantsvåg som utsignal.

### 3.4.1.3 MS24 motionsensor

En riktningsoberoende rörelsesensor från Assemtech [6].

Pris 46,11 [kr/st exkl. moms]

Mått 9,5\*9,3 [mm]

Utseende, Figur 17



**Figur 17 MS24 motionsensor**

Funktion, normalt sluten, går ej att använda som shock strömbrytare utan ger en fyrkantsvåg som utsignal. Mycket låg kontaktresistans ( $<1\Omega$ ).

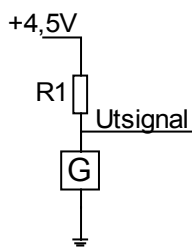
## 3.4.2 Stabiliseringskrets för rörelsesensor

Nackdelen med den här typen av sensorer är att de är otroligt känsliga. Så för att minska känsligheten byggdes en stabiliseringskrets, med vilken det är möjligt att ställa känsligheten med hjälp av en potentiometer. Det gjordes ett antal varianter, med varierande god funktionalitet. Dessa finns presenterade nedan. Enligt tillverkarna [6] [4]

för rörelsesensorerna kan en integratorkrets användas. Detta har inte gjorts eftersom de drar för mycket ström. Istället har höghögmiga resistorer använts, med sämre resultat men lägre strömförbrukning. Storlek på resistorer, potentiometrar och kondensatorer har provats ut specifikt för den givna mikroprocessor. Det är alltså inte säkert att kretsen fungerar på samma sätt vid ett annat mikroprocessorval. Det som är av betydelse är vid vilken nivå processorn gör omslag från nolla till etta, samt dess inresistans. Anledningen till att inresistansen har stor påverkan är att kretsen är höghögmig.

### 3.4.2.1 Stabiliseringskrets 1 för rörelsesensor

Den enklaste tänkbara lösningen är att göra en ren spänningsdelning mellan givaren (G) och ett motstånd (R1) enligt Figur 18

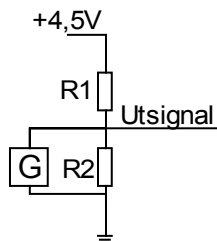


**Figur 18 Stabiliseringskrets 1 för rörelsesensor**

Detta är en dålig lösning, för då sensorn utsätts för en liten vibration uppstår ett avbrott i givaren och utsignalen blir omedelbart 4,5[V] vilket processorn tolkar som en 1:a och startar. Det är även svårt att veta vilken spänning som blir utsignalen, eftersom givarens resistans i princip är noll eller oändligheten och då snabba växlingar där emellan sker, blir resistansen någonstans mellan noll och oändligheten, således blir utsignalen mellan noll och 4,5 [V]. Det går heller ej att påverka känsligheten. R1 är stor (ca: 1 Mohm)

### 3.4.2.2 Stabiliseringskrets 2 för rörelsesensor

För att bättre veta utspänningen gjordes en annan uppkoppling där en spänningsdelning skedde mellan två resistorer enligt Figur 19



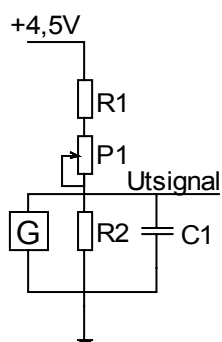
**Figur 19 Stabiliseringskrets 2 för rörelsesensor**

Detta ger ett bättre resultat på så sätt att utspänningen kan kontrolleras till en lämplig nivå, men problemet kvarstår att en liten påverkan ger fullt utslag. Det går heller inte att påverka känsligheten. Även denna krets är alltså oduglig.

R1 och R2 är stora och relativt lika, beroende på vilken utsignalspänning man vill ha.

### 3.4.2.3 Stabiliseringskrets 3 för rörelsesensor

För att få en mindre känslig krets applicerades en kondensator som kan ta hand om de små snabba transienterna, samt en potentiometer så att spänningsdelningen kan påverkas och därigenom känsligheten (se Figur 20).

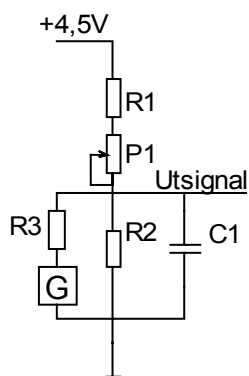


**Figur 20 Stabiliseringskrets 3.1 för rörelsesensor**

Detta ger ett klart bättre resultat. I opåverkat läge går strömmen genom R1 och P1 till jord (G är sluten). Detta ger noll volt i utsignal. Då givaren reagerar på en vibration går strömmen istället genom R2//C1. Kondensatorn kommer då att laddas upp och utsignalspänningen stiger. När kondensatorn är fulladdad har utsignalen nått sitt maximala värde. Då givaren utsätts för en mindre vibration kommer kondensatorn börja laddas upp och sedan laddas ur innan utsignalen blivit så pass hög att processorn tolkar signalen som en 1:a.

R1 och R2 är stora (runt 1Mohm) och relativt lika, beroende på vilken utsignalspänning man vill ha. P1 är varierbar mellan noll och 1-3 [Mohm].

Problemet är att givaren inte fungerar som en ren strömbrytare som är till vid påverkat läge, utan ligger och pendlar mellan till och från. Då den är till kommer kondensatorn att snabbt tömma all laddning genom givaren och inte långsamt genom R2 som önskat. Denna effekt kan minskas med hjälp av ett motstånd i serie med givaren se Figur 21. Detta motstånd bör dock ej vara för stort då det påverkar spänningsdelningen i opåverkat läge.

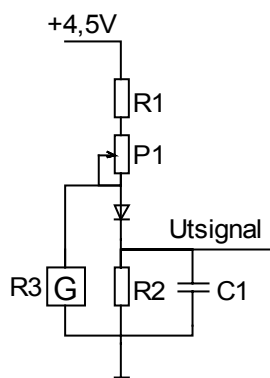


**Figur 21 Stabiliseringskrets 3.2 för rörelsesensor**

R3 ska vara mycket mindre än  $R1+P1$  (bör inte var större än  $1/100$  av  $R1+P1$ ) om inte nollnivån skall påverkas.

#### 3.4.2.4 Stabiliseringskrets 4 för rörelsesensor

För att bli av med problemet att kondensatorn laddar ur sig genom givaren kan en diod sättas i serie med  $R2//C1$  enligt Figur 22. Restistorn som tidigare användes i serie med givaren kan då helt tas bort.



**Figur 22 Stabiliseringskrets 4 för rörelsesensor**

Detta resulterar i en mycket stabil utsignal. Dock adderas många små snabba signaler till en större signal som ger en etta (jämför Figur 23 och Figur 24). Alltså då en liten rörelse uppstår börjar kondensatorn ladda upp sig, då rörelsen slutar börjar kondensatorn sakta ladda ur sig. Om det nu kommer en liten rörelse till kommer kondensatorn ladda upp sig lite till och så vidare. Till slut har alla de små rörelserna gjort att utsignalen blir så stor att det tolkas som en etta (alltså ett larm).

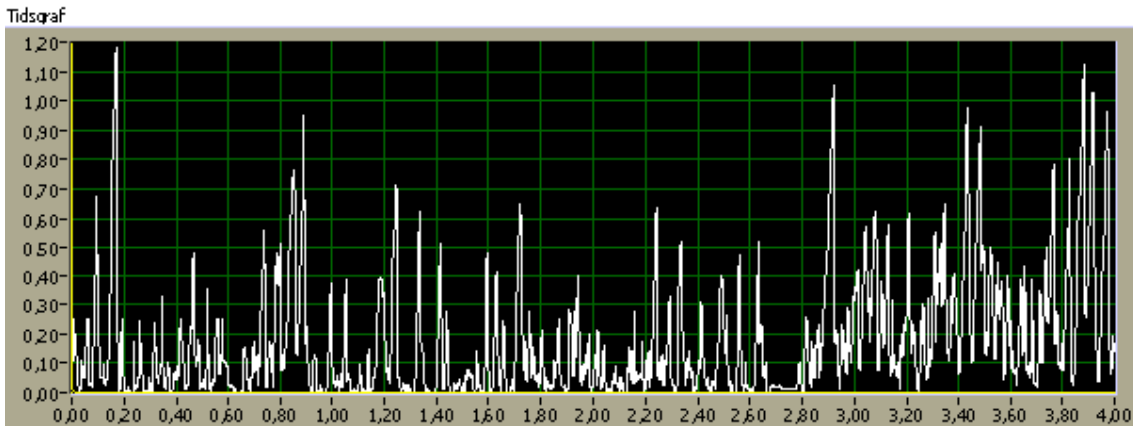
#### 3.4.3 Exempel på olika utsignaler

För att visa på skillnaderna mellan stabiliseringskretsarna 3.2 och 4 samt varierande känslighet finns Figur 23, Figur 24, Figur 25 och Figur 26 illustrerade. Testet utfördes genom att givaren lyftes upp och sedan lades ned en gång för varje mätning. Eftersom det är omöjligt att påverka lika mycket varje gång visar mätningarna därför enbart på

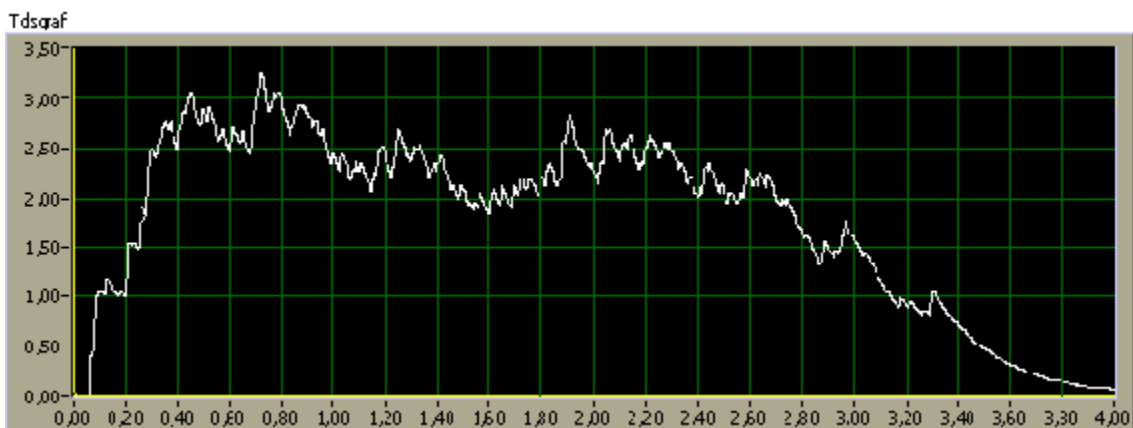
principiella skillnader och är relativt osäkra. Samtliga x-axlar är i sekunder och samtliga y-axlar är i volt.



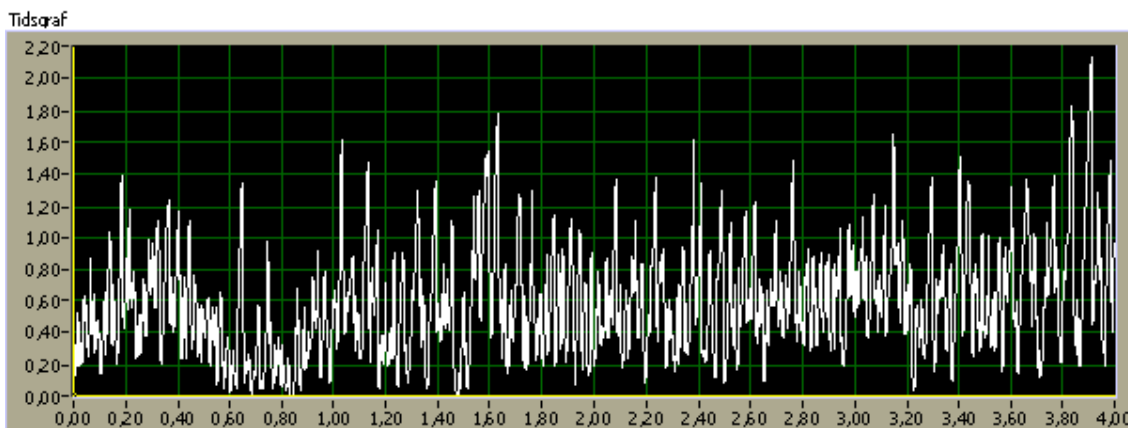
**Figur 23** Låg känslighet med diod (krets 4)



**Figur 24** Låg känslighet utan diod (krets 3.2)



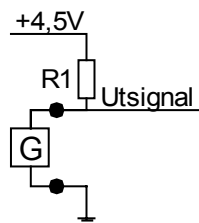
**Figur 25** Hög känslighet med diod (krets 4)



Figur 26 Hög känslighet utan diod (krets 3.2)

### 3.5 Extern sensor

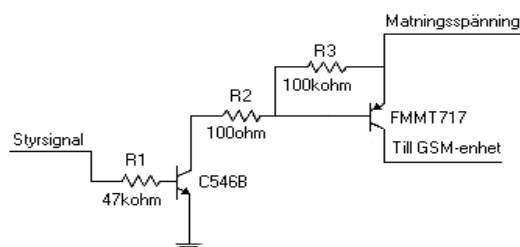
Den externa sensorn kan vara av vilken typ (rörelse, temperatur m.m.) som helst men den skall anpassas så att den utåt sett fungerar som en normalt sluten strömbrytare (NC). Koppling enligt Figur 27, utsignal ansluts till en interruptingång på mikroprocessorn.



Figur 27 Extern givare

### 3.6 Strömförsörjningskrets för GSM-enhet

Eftersom GSM-enheten alltid skall vara helt avstängd när batteridrift råder och inget larm skall skickas, konstruerades en brytkrets (fungerar som en strömbrytare) som kan styras från processorn.



Figur 28 Strömförsörjningskrets för GSM-enhet

Då styrsignalen är en etta får GSM-enheten spänning och startas upp och då styrsignalen är en nolla är GSM-enheten helt avstängd och drar ingen ström. Fördelen med kopplingen är att den klarar stora strömmar (FM717).

### 3.7 Batteridrift

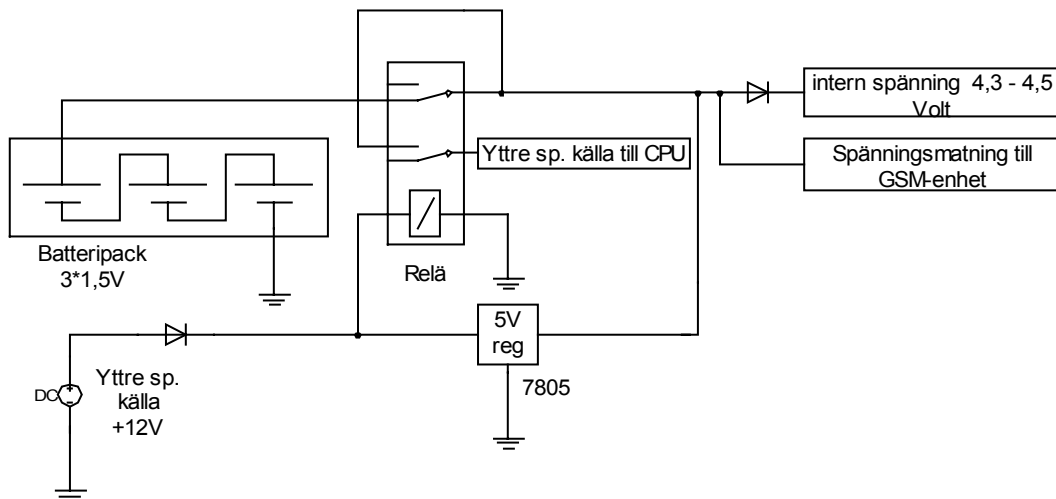
Enligt specifikationen skall hela applikationen kunna drivas med hjälp av ett nio volts batteri. Fördelen med ett nio volts batteri är att det tar liten plats och är lätt att montera. Men efter lite noggrannare undersökningar framkom det att tre stycken 1,5 volts batterier skulle fungera bättre. Dels därför att man slipper oönskade effektförluster när spänningen regleras till fem volt. Det framkom även att ett nio volts batteri har cirka 200mAh medan ett 1,5 volts batteri har cirka 200-1200 mAh [2]. De typer av 1,5 volts batterier som är av intresse är de som klarar minst 800mAh.

### 3.8 Extern spänningsmatning

Det skall under omständigheter då tillgång till elnätet finns vara möjligt att ansluta extern spänningsmatning. Detta sker med hjälp av en batterieliminator, 12 [V] DC. För att anpassa spänningen till applikationen används en 7805 [2] som är en enkel och stabil reglerkrets som håller fem volt.

### 3.9 Relä

I normalfallet används batteriet som spänningskälla men det skall även vara möjligt att ansluta yttre spänning, samt skall det vid ett avbrott i yttre spänningmatningen automatiskt övergå till batteridrift. Detta sker helt utan förlustströmmar för batteriet genom att ett relä används enligt Figur 29.



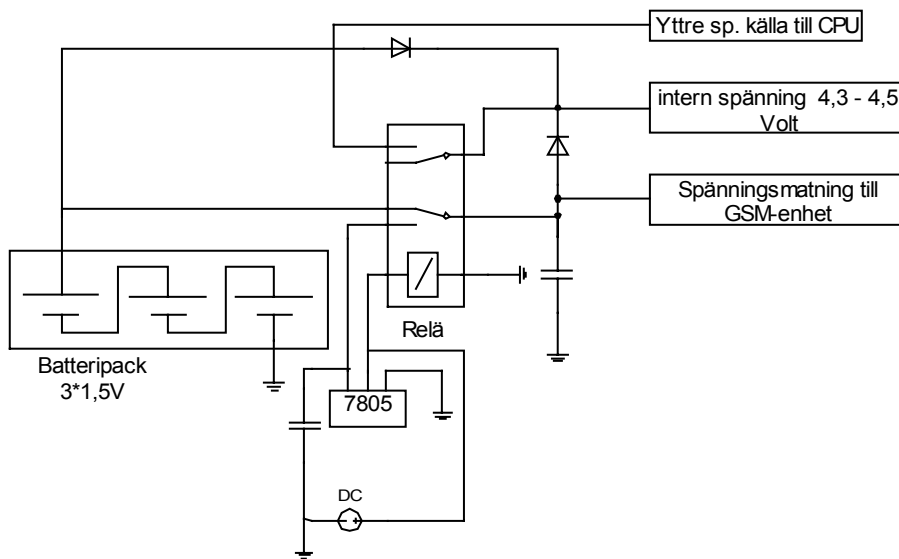
**Figur 29 Automatiskt val av spänningsmatning**

Då extern spänningsmatning ansluts drar reläspolen varvid batteriet kopplas bort och hela systemet övergår till extern matning. Om den externa spänningen skulle försvinna t.ex. vid strömavbrott eller sabotage, kommer reläspolen att tappa spänning och hela systemet kommer återgå till batteridrift.



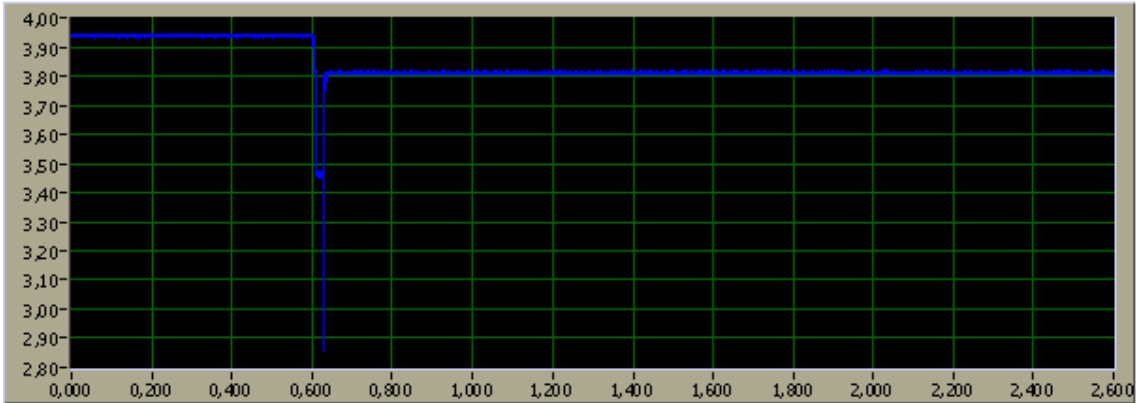
”Yttre sp. källa till CPU” kan användas om man i programmet vill veta om systemet drivs av batteri- eller extern spänning. I denna applikation har den dock inte använts.

Ovanstående lösning visade sig dock ha en brist, nämligen att 5V regulatort läcker ström baklänges. Då systemet befinner sig i batterispänningsläge går en viss ström (ca 10mA) bakvägen genom regulatort ned till jord. Detta löstes enkelt genom att placera regulatort ”bakom” relät, på så sätt får den aldrig kontakt med batteriet, se Figur 30. När relätet slår om mellan de olika spänningsmoderna, uppstår ett kort strömavbrott vilket resulterar i att processorn gör en reset och startar om från början. Detta kan undvikas med en diod se Figur 30

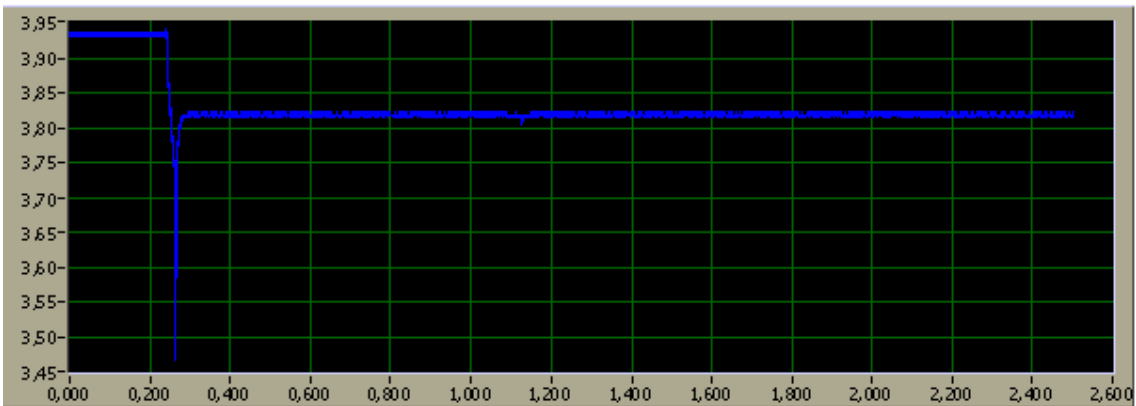


**Figur 30 Automatiskt val av spänningsmatning 2**

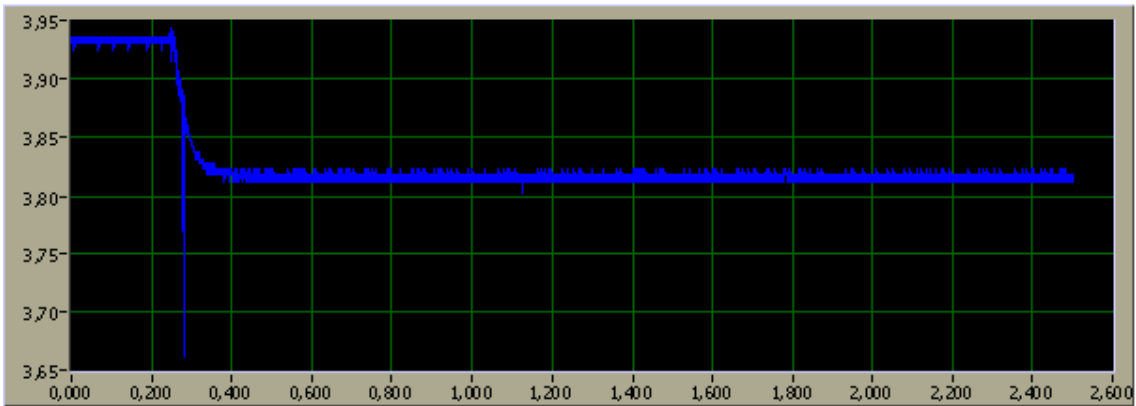
Relätet är ett tvåpols växlande relä med fem volts spole, för mer detaljerad information se bilaga C Relä. För att inte systemet skall göra en omstart då spänningsmatningen ändras från extern- till batteridrift måste en kondensator av anseleg storlek placeras parallellt med batteriet. För att visa hur denna störning kan minskas då olika kondensatorvärden används finns Figur 31, Figur 32 och Figur 33. Mätningarna är gjorda på mikroprocessorns matningsspänning. Då växling från batteri- till externdrift sker, uppstår samma problem men är såpass mycket mindre att det inte orsakar någon omstart. Orsaken till detta är att spänningen då går från en lägre till en högre nivå.



**Figur 31** 0,47mF stabiliseringskondensator



**Figur 32** 2mF stabiliseringskondensator

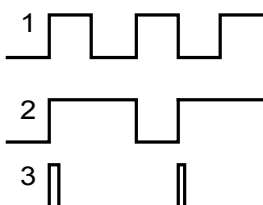


**Figur 33** 7mF stabiliseringskondensator

Hur stor kondensator som behöves beror på hur kraftiga batterier som används. För ett standard 4,5 volts batteri behövs ungefär 1mF.

### 3.10 Lysdiod

För att indikera att larmet är aktivt skall enligt specifikationen en lysdiod användas. En lysdiod kräver ungefär 3 mA för att lysa, vilket är en relativt stor strömförbrukning. Ett sätt att minska strömförbrukningen är att dioden blinkar, vilket kan tänkas ske enligt de tre olika fallen i Figur 34. I det ideala fallet drar dioden 3mA då den lyser och inget då den är släckt.

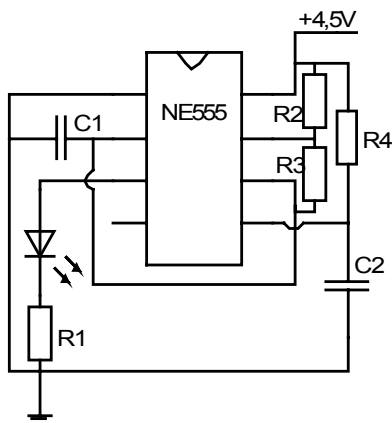


**Figur 34 Blinkning av diod**

- Fall 1 illustrerar att dioden är tänd lika länge som den är släckt, detta skulle i det ideala fallet ge en strömförbrukning på 1,5 mA vilket är för mycket.
- Fall 2 illustrerar att dioden är tänd längre än den är släckt, detta skulle ge en strömförbrukning som är minst 1,5 mA.
- Fall 3 dioden lyser en relativt kort stund. Här blir strömförbrukningen mindre än 1,5mA. Hur liten den blir beror givetvis på förhållande mellan tänd och släckt tid. Det är detta fall som skall eftersträvas.

#### 3.10.1 Blinkning med hjälp av NE555

Ett sätt att lösa problemet är att använda en liten och billig timerkrets som heter NE555. Det krävs relativt få kringkomponenter och den är mycket driftsäker. Uppkoppling sker enligt Figur 35 [2].



**Figur 35 NE555 uppkoppling**

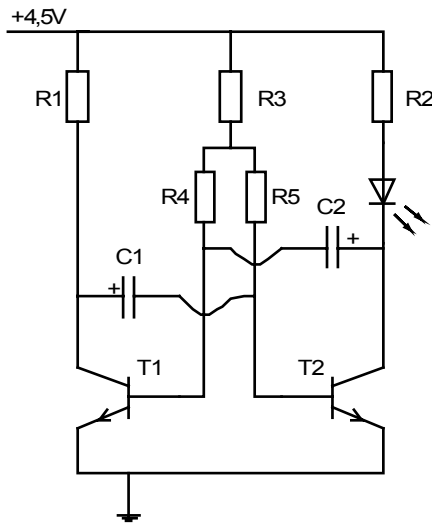
Genom att variera storleken på C1, R2 och R3 kan frekvensen ställas enligt:

$$f = \frac{1,49}{(R_2 + 2 * R_3)C_1} \text{ [Hz]}$$

Tyvärr gick det inte att åstadkomma en blinkning enligt fall 3 (fall 1 och fall 2 gick bra). Dessutom kräver kretsen minst fem volt för att fungera, vilket inte kan uppnås då batteriet tappar i spänning. Kretsen drar dessutom 3 mA även då dioden är släckt. Detta är således ingen bra lösning.

### 3.10.2 Blinkning med hjälp av transistor koppling

För att slippa använda NE555 konstruerades en krets som baseras på transistorer och kondensatorer (se Figur 36) [3].



**Figur 36 blinkning med transistor koppling**

Kretsen fungerar genom synkron växling mellan komponenterna, d.v.s. då den ena transistorn är ledande är den andra det inte och då en kondensator laddas upp laddas den andra ur. Då komponenter som motsvarar varandra är lika stora ( $R1=R2$ ,  $T1=T2$ ,  $R4=R5$ ) kommer dioden att blinka enligt fall 1, och  $R3$  används för att ställa frekvensen. Komponenterna kan sedan anpassas för att uppnå fall 3.

För att få största möjliga förhållande mellan tänd och släckt tid samt undersöka frekvensen hos blinkningen gjordes ett antal försök med olika kondensatorer.

Kondensator 1	Kondensator 2	Frekvens	Förhållande tid av/på
1 $\mu$ F	1 $\mu$ F	0,73 Hz	4-1
1 $\mu$ F	0,1 $\mu$ F	2,2 Hz	8-1
1 $\mu$ F	0,01 $\mu$ F	15 Hz	16-1
4,7 $\mu$ F	1 $\mu$ F	0,27 Hz	6-1
4,7 $\mu$ F	0,1 $\mu$ F	1,5 Hz	12-1

4,7 $\mu$ F	0,01 $\mu$ F	13 Hz	20-1
10 $\mu$ F	1 $\mu$ F	0,21 Hz	10-1
10 $\mu$ F	0,1 $\mu$ F	1,3 Hz	18-1
10 $\mu$ F	0,01 $\mu$ F	14 Hz	20-1

Övriga komponenter enligt följande:

R1	94 k $\Omega$
R2	1 k $\Omega$
R3	1M $\Omega$
R4	100k $\Omega$
R5	100k $\Omega$

Det alternativet med en 10 $\mu$ F och en 0,1 $\mu$ F kondensator är för ändamålet bäst, dels därför att det har ett högt förhållande mellan av/på tiden och dels därför att frekvensen är lagom. Kretsen drar 50 $\mu$ A då dioden är släckt och maximalt (troligtvis mindre, men är uppåt begränsad av R2) 3mA då dioden leder. Detta ger en maximal medelströmförbrukningen enligt:

$$I = \frac{50 * 18 + 3000 * 1}{19} = 205 \mu A$$

Även detta är ganska mycket, om det ställs i relation till vad övriga komponenters (givare, mikroprocessor m.m.) strömförbrukning.

### 3.10.3 Blinkning med hjälp av mikroprocessorn

Ett annat sätt är att blinkningen sker på två olika sätt beroende på om man har batteridrift eller inte.

Batterispänning:

Dioden tänds/blinkar då man sätter i ett batteri och släcks någon sekund senare då larmet aktiveras. Dioden förblir sedan släckt ända tills CPU:n får ett larm då den åter börjar blinka. Detta ger en liten strömförbrukning i början men den blir sedan noll.

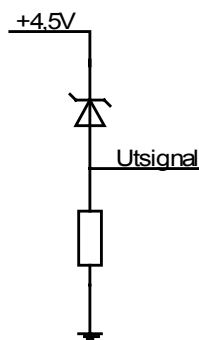
Externspänning:

Dioden blinkar med olika frekvenser beroende på om larmet är aktiverat eller inte, här finns inga begränsningar för hur mycket ström som får förbrukas.

Det finns två stora fördelar med det här alternativet. För det första får man vid batteridrift en minimal strömförbrukning samtidigt som man vet att larmet har aktiverats. Och för det andra blir det väldigt få komponenter, endast en diod och en resistor [1].

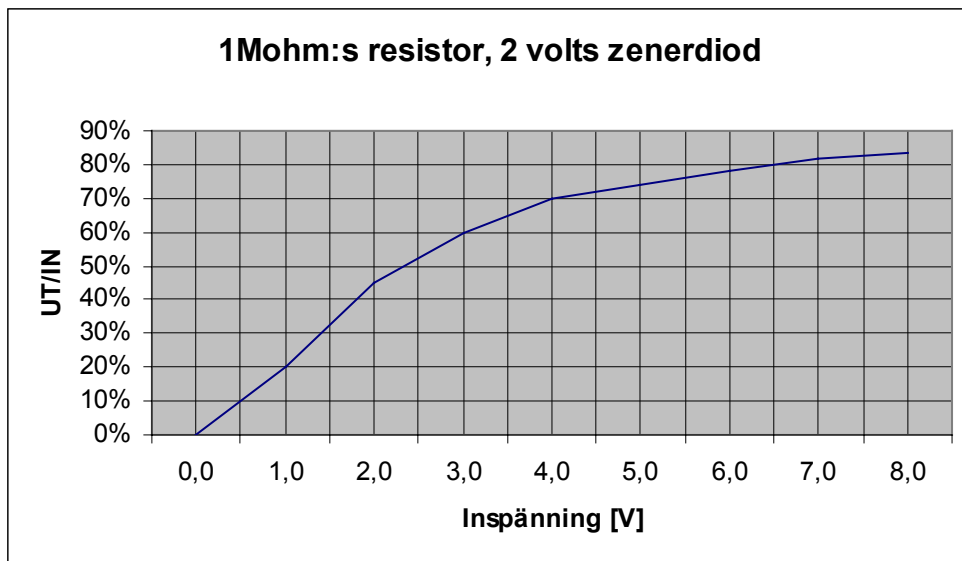
### 3.11 Spänningstestare

Då batterispänningen blir för låg skall processorn reagera och skicka ett SMS som talar om för användaren att batterierna behöver bytas. Detta kan enkelt lösas genom att använda processorns AD-omvandlare. Problemet blir då att processorn drar mera ström i sleepmode. Ett annat sätt att angripa problemet är att konstruera en separat krets som genererar en utsignal som processorn tolkar som en etta eller en nolla och att detta omslag sker vid en spänning då batterierna anses behöva bytas (lämpligen runt tre volt). Denna krets kan i sitt enklaste utförande bestå av två stycken seriekopplade resistorer genom vilka en spänningsdelning uppstår (samma princip som Figur 37). Problemet är att utsignalen från spänningsdelningen är linjär mot matningsspänningen (ex 40 %) och den nivå som processorn slår om från etta till nolla är linjär mot matningsspänningen på processorn (ca: 30%). Eftersom matningsspänningen till spänningsdelningen och processorn är samma, kommer en förändring således inte att registreras. För att lösa detta måste en olinjär krets konstrueras där utsignalen är 30 % av insignalen vid en lämplig spänningsnivå (processorn gör omslag från etta till nolla vid en signal som motsvarar 30% av matningsspänningen). Detta görs enklast med en zenerdiod och en resistor se Figur 37.



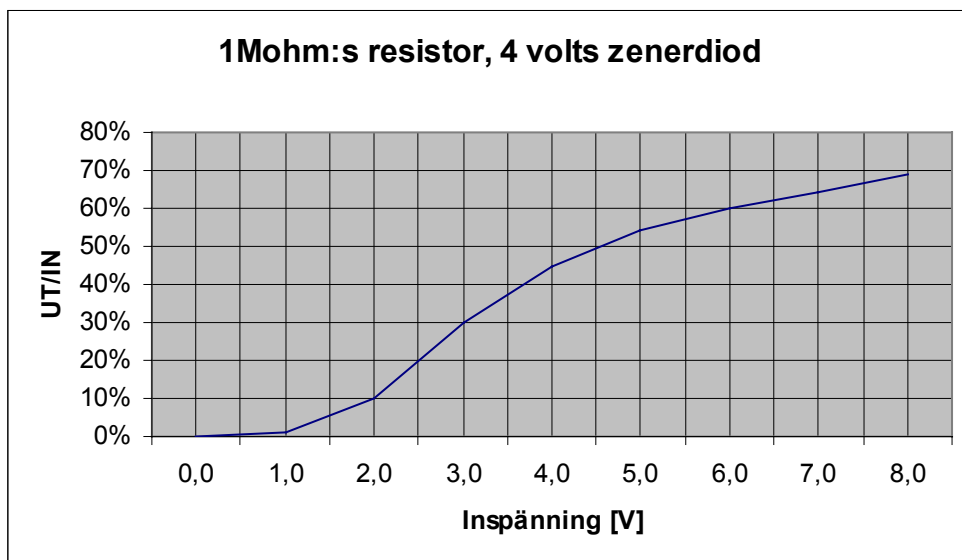
**Figur 37** spänningstestare

Då utsignalen skall vara cirka 30 % av insignalen (normal 4,5 V) valdes en två volts zenerdiod. Resistorn behöver vara relativt höghöhmig för att det inte skall flyta för stor ström, ett försök gjordes med en 1Mohm:s resistor med följande resultat:



**Figur 38 1 Mohm:s resistor, 2 volts zenerdiod**

Ur Figur 38 kan utläsas att 30 %:s gränsen passeras vid 1,4 volt, vilket är för lågt. För att höja genombrottsspänningen byttes zenerdioden till en 4 volts med följande resultat:



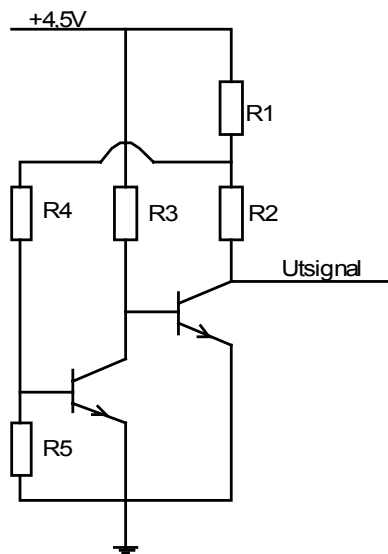
**Figur 39 1 Mohm:s resistor, 4 volts zenerdiod**

Ur Figur 39 kan utläsas att 30 %:s gränsen passeras vid tre volt, detta är alltså det resultat som eftersträvats. Batteritestaren drar ca  $3\mu\text{A}$ .

Efter att ha anslutit batteritestaren till processorn upptäcktes ett problem då processorn sattes i sleepmode. Som nämnts tidigare skall samtliga ingångar sättas till ett eller noll. Detta uppnås ej för batteritestaren vilket resulterar i att processorn drar  $222\mu\text{A}$  istället för  $0,1\mu\text{A}$ .

Problemet skulle kunna lösas med A/D omvandlaren som går att använda i sleepmode dock höjs då strömförbrukningen till  $150\mu\text{A}$ . Ytterligare ett alternativ är att en extern

krets konstrueras som tvingar signalen att vara 1 eller 0, samt har ett omslag vid 3V se Figur 40.



**Figur 40 Spänningstestare 2**

Man får här en helt ren nolla medan ettan inte blir helt exakt. Man kan även ställa hysteresen genom att variera storleken på R1. Kretsen genererar normalt en etta som utsignal och när spänningen sedan sjunker under tre volt (går att ställa genom att ändra värdet på resistorerna) genereras en nolla. Men för att sedan få en etta igen krävs att man kommer över t.ex. 3,3 volt (varieras genom att ändra värde på R1). Desto större hysteres man har desto sämre etta får man. Rent teoretiskt skulle man kunna ta bort R1 och på så vis få en väldigt bra etta, men samtidigt får man ingen hysteres. Och eftersom ett batteri inte kan generera hur mycket ström som helst får man dippar i spänningen. Spänningstestaren kommer då att ligga och slå till och från, vilket man vill undvika.

## 4 Genomförande Mjukvara

Programmet som är nedladdat till mikroprocessorn är skrivet i C-kod med hjälp av programmet MPLAB [14]. Källkoden som skapats i MPLAB har därefter kompilerats med en kompilator som heter PICC [13]. Till sist så har programmet överförts från datorn till mikroprocessorn med ett program som heter PG4UW [15] och en PIC+ programmerare [15].

Hela källkoden är uppbyggd på så vis att man förflyttas mellan olika tillstånd (funktioner) som utför olika saker. Det är gjort på detta vis så att man lätt kan lägga till och ta bort olika delar av programmet samt att källkoden på ett lätt sätt kan följas på det medföljande tillståndsdigrammet i denna rapport. Hur man ska hoppa mellan olika tillstånd (funktioner) bestäms av en stor switch-sats som ligger i början av källkoden. Vidare så finns det även fler ”specialfunktioner” skapade som innehåller instruktioner som utförs i flera tillstånd.



För att kunna kommunicera mellan mikroprocessorn och GSM-enheten så används seriekommunikation. För detta ändamål finns det en ingång som kallas RX-ingången (receive) och en utgång som kallas TX-utgången (transmit) på mikroprocessorn som är anpassade för seriekommunikation med vilka enheter som helst som har seriekommunikation inbyggt i sig, tex en dator. För att det ska fungera så måste man ställa in hur fort kommunikation ska ske mellan mikroprocessorn och GSM-enheten, detta kallas att man ställer in baudrate:n. De kommandon som skickas till GSM-enheten skickas ut via TX-utgången på mikroprocessorn och svarskommandona som GSM-enheten svarar med tas emot på RX-ingången. Kommandona som skickas till GSM-enheten är uppbyggda på ett särskilt sätt och kallas AT-kommandon (beskrivs i ett annat kapitel).

Det finns endast en interrupt-funktion i programmet, dvs den funktion som körs då det blir ett interrupt. I den funktionen så läser man av de olika flaggor som sätts då ett interrupt sker. De interrupt som hanteras i detta program är ”port B förändrings interrupt” (flagga RBIF), ”timer1 overflow-interrupt” (flagga TMR1IF), ”timer2 overflow-interrupt” (flagga TMR2IF) och ”mottagning av tecken med seriekommunikation interrupt” (flagga RCIF).

”Port B förändrings interrupt” sker då någon av ingångarna 4-7 på port B får en förändring, dvs ingången skiftar från hög till låg signal eller tvärtom. Detta används för att detektera olika typer av larm. Det är så att varje givare, tilt och rörelse samt extern, är kopplade till ingångarna 5-7 på port B och således sker ett interrupt då någon av givarna ger utslag. I och med att det är samma interruptflagga som sätts då det sker ett larm får man läsa av port B och undersöka vilken av ingångarna som har fått en förändring för att kunna skilja på olika larm.

”Timer1 overflow interrupt” används för att skapa en tidsräknare. Det är så att timer1 har ett register som räknas upp proportionellt med vilken klockfrekvens som man har på processorn. Detta register kan dock endast räknas upp till ett visst tal ( $2^{16}$ ) och sedan börjar det om på noll igen. Varje gång som detta sker, dvs registret börjar om på noll, så sker det ett interrupt. Om man vill ha lång tidsräkning så hinner timer1 uppräkningsregister börja om flera gånger och då får man ha ytterligare ett register som räknas ner varje gång som det sker ett interrupt. Det är sedan när registret, som räknas ner i interruptfunktionen, kommer till noll som hela tideräkningen är klar.

”Timer2 overflow interrupt” fungerar på samma sätt som timer1 men det kan endast räkna upp till ett mindre tal ( $2^8$ ) innan det börjar om på noll igen. De två tidsräknarna som skapas med hjälp av timer1 och timer2 används i programmet till ta tiden på hur lång tid det tar att ta emot svarskommandon från GSM-enheten då man har skickat en instruktion till den. Om man inte får något svar innan tideräkningen har löpt ut så ignorerar man att det ska komma ett svar och sätter olika typer av statusbitar i programmet som indikerar att något har gått fel.

Det sista interruptet som hanteras i programmet är mottagning av tecken med seriekommunikation interrupt. Detta interrupt sker varje gång som det kommer någon information på RX ingången, dvs varje gång som GSM-enheten skickar någon information till mikroprocessorn. Detta interrupt används inte varje gång som det kommer någon information på RX ingången utan används endast då man vill sätta på och stänga av larm-funktionen. Det interruptet egentligen används till är att detektera då någon ringer till GSM-enheten i syfte att på eller av larma den.

Då man har valt att köra programmet i batterimode går mikroprocessorn in ett tillstånd som kallas sleepmode. Då drar mikroprocessorn minimalt med ström och kan endast komma ur detta läget då någon av ingångarna 5-7 på port B ändrar signal, dvs det går ett larm. Varje gång som man väcker mikroprocessorn ur sleepmode så körs alltid interrupt-funktionen för att se vilket larm som orsakade uppväckningen.

Koden finns ej bifogad på grund av sekretes.

#### **4.1 Struktur**

Det finns ett övergripande stukturschema över hela programmet samt ett antal mer detaljerade scheman som beskriver hur uppringning och SMS sändning sker. Samtliga finns representerade i bilaga B.

### **5 Problem**

Under projektets gång har en del problem uppkommit. Problemen är lösta men kan vara bra att känna till för vidare arbete. Lösningarna till problemen finns bättre beskrivna tidigare i rapporten. Nedan följer en sammanställning över uppkomna problem.

- För att det inte skall bli en reset på mikroprocessorn när tiltgivaren slår till så måste en resistor anslutas i serie med potentiometern i Figur 10. (förutsatt att potentiometern är i minimalt läge).
- För att det inte skall gå en backström genom spänningsregulatorn vid batteridrift så måste batteriet och spänningsregulatorn vara separerade, detta gjordes med hjälp av ett relä (se Figur 30).
- En diod måste sitta från batteriet till utspänningen på andra sidan reläet, så att det inte blir ett strömavbrott då reläet drar/släpper.
- Kristallen måste vara korrekt inkopplad d.v.s. HS-mode. Detta måste även anges i mjukvaran.
- Samtliga I/O som inte används skall vara utgångar, de som är ingångar skall ha antingen en ren etta eller nolla och ingenting däremellan.

- För att få en minimal strömförbrukning i sleepmode kunde inte en spänningstestare användas. Orsaken till detta är att spänningstestaren inte ger en distinkt etta eller nolla.
- Vid larm är det svårt att skilja på om mottagaren saknar täckning eller är upptagen. Detta löstes genom att kontinuerligt undersöka statusen på samtalet.
- Det är svårt att skilja på vilket interrupt som väcker upp processorn. Detta kan resultera i att programmet utför fel instruktioner.
- Det kan vara problem med mottagning av svarsmeddelande från GSM-modulen. Detta beror på att om GSM-modulen skickar för många meddelanden så kan mottagningsbuffeten bli full i mikroprocessorn, vilket leder till stopp i kommunikationen. Det kan därför vara bra att ofta tömma mottagningsbuffeten.
- Då någon svarar och lägger på när GSM-modulen ringer upp för att larm, kan konstiga svarsmeddelanden uppstå. Detta kan resultera i att programmet låser sig, vilket måste hanteras mjukvarumässigt.
- Det är viktigt att användargränssnittet för de olika programvarorna ställs in rätt för att skapa en effektiv utvecklingsmiljö.
- Det är viktigt att hålla reda på var man lagrar data i mikroprocessorns minnesutrymme så att alla funktioner i programmet fungerar.
- GSM-modulen behöver mycket ström under korta tidsperioder då den startar upp därför bör en stor kondensator anslutas för att klara av dessa ”dippar”, dess storlek är beroend av hur kraftiga batterier som används.
- Matningsspänningen till TC-35:an får inte överstiga 4,8 volt.
- Omstart då larmet växlar från extern- till batterispänning, på grund av ett kort avbrott. Går att lösa genom att ansluta en diod från batteriet till spänningsmatningen, samt en stor kondensator (cirka 1mF, beror på batterierna).
- Svår att veta när pengarna på kortet tar slut. Om detta sker kommer larmet inte att fungera.
- Det måste gå en viss tid från det att ett visst nummer har ringts upp tills dess att samma nummer rings upp igen (cirka 1 minut).
- Det går inte att ha en multimeter ansluten för att mäta strömmen då GSM-modulen skall ringa upp.
- Samtliga dioder som sitter i serie med strömmatningen måste klara stora strömar, cirka 1 A.

## 6 Användarmanual

För att programmera enheten

- Stäng av spänningen till larmenheten.
- Ta ur batteriet
- Ta bort byglingarna (så att inte programmeringssignalerna går via givarna ned till jord)
- Anslut programmeraren till programmeringsporten
- Skicka över programmet
- Ställ larmenheten i batterimode (för att sätta EPROM minnet).
- Anslut batteriet.
- Anslut externmatning (om det önskas).
- Gör en reset.
- Ställ tillbaka larmenheten till externmode (om det önskas).
- Gör en reset.
- Larmenheten är nu klar att användas

Gör enligt följande för att börja använda larmet.

- Sätt in SIM-kortet i en vanligt mobiltelefon.
- Tabort pinkoden
- Tag bort alla nummer från simkortet och lägg in de nummer du vill skall bli uppringda (alla nummer måste vara tiosiffriga). OBS om det finns flera nummer inlagda låt säga 5, så går inte att senare tabort exempelvis nummer 3. då kommer inte nummer 4 och 5 att bli uppringda. Tag därför alltid bort alla nummer först för att vara på den säkra sidan.
- Bestäm om du vill ha larmet via SMS eller telefonsamtal, detta val görs via en strömställare på kretskortet.
- Bestäm om du vill använda batteri- eller extern spännings mode, även detta val görs via en strömställare på kretskortet.
- Om du har batterimode är larmet aktiverat en minut efter att batteri eller extern spänning har anslutits, enheten drar väldigt lite ström (att föredra om endast batteri kommer att användas) och klarar minst ett år utan att byta batteri om det inte blir fler än två larm.
- Då externspänningsmode används är larmet aktiverat efter en minut, men det går att ringa till det för att larma av/på. Larmenheten drar i detta läge mera ström

och är ej att rekommendera om endas batteri skall används. Batteri kan med fördel användas tillsammans med extern spänning och kommer då att fungera som reserv ifall ett strömavbrott inträffar under en kortare tid (batterierna räcker ca:ett dygn)

- Sätt i batterierna och anslut eventuell externmatning, efter en minut är larmet aktiverat.

## 7 Program

De program som användes för att genomföra arbetet är följande:

Microsoft Windows 98	Operativsystem
Microsoft Word 98	För att skriva rapporten
Microsoft Explorer	För att surfa på nätet
Visio technical 5	Ritprogram för att rita upp elkopplingar och flödesschema
Acrobat Reader 6	För att läsa datablad
MPLAB id 5.6	Programmeringsverktyg för C-kod
HPDPIC	Kompilator
Hyperterminalen	För att provskicka signaler till GSM-modulen
PG4UW 1.57	För att skicka programmet till mikroprocessorn
LABView 5.1	Har använts för att mäta signaler

## 8 Figurförteckning

<a href="#">Figur 1 Blockschema</a>	3
<a href="#">Figur 2 Mikroprocessorn</a>	4
<a href="#">Figur 3 TC-35</a>	5
<a href="#">Figur 4 SIM-kortshållare</a>	5
<a href="#">Figur 5 Generell princip för tiltgivare</a>	7
<a href="#">Figur 6 Tiltsensor 603</a>	8
<a href="#">Figur 7 Tiltsensor CM265-0</a>	8
<a href="#">Figur 8 Tiltsensor S1234</a>	9
<a href="#">Figur 9 Tiltsensor SPSF</a>	9
<a href="#">Figur 10 Fördröjningskrets för tiltsensorn</a>	10
<a href="#">Figur 11 Snabbt uppladdningsförlopp för tiltsensor med R=0,5 Mohm</a>	10
<a href="#">Figur 12 Långsamt uppladdningsförlopp för tiltsensor med R=2 Mohm</a>	11
<a href="#">Figur 13 Urladdningsförlopp för tiltsensor med R=2 Mohm</a>	11
<a href="#">Figur 14 Brutet uppladdningsförlopp för tiltsensor med R=1,5 Mohm</a>	11
<a href="#">Figur 15 102 shocksensor</a>	12
<a href="#">Figur 16 801s shocksensor</a>	13
<a href="#">Figur 17 MS24 motionsensor</a>	13
<a href="#">Figur 18 Stabiliseringskrets 1 för rörelsesensor</a>	14
<a href="#">Figur 19 Stabiliseringskrets 2 för rörelsesensor</a>	14
<a href="#">Figur 20 Stabiliseringskrets 3.1 för rörelsesensor</a>	15
<a href="#">Figur 21 Stabiliseringskrets 3.2 för rörelsesensor</a>	16
<a href="#">Figur 22 Stabiliseringskrets 4 för rörelsesensor</a>	16
<a href="#">Figur 23 Låg känslighet med diod (krets 4)</a>	17
<a href="#">Figur 24 Låg känslighet utan diod (krets 3.2)</a>	17
<a href="#">Figur 25 Hög känslighet med diod (krets 4)</a>	17
<a href="#">Figur 26 Hög känslighet utan diod (krets 3.2)</a>	18
<a href="#">Figur 27 Extern givare</a>	18
<a href="#">Figur 28 Strömförsörjningskrets för GSM-enhet</a>	18
<a href="#">Figur 29 Automatiskt val av spänningsmatning</a>	19
<a href="#">Figur 30 Automatiskt val av spänningsmatning 2</a>	20
<a href="#">Figur 31 0,47mF stabiliseringskondensator</a>	21
<a href="#">Figur 32 2mF stabiliseringskondensator</a>	21
<a href="#">Figur 33 7mF stabiliseringskondensator</a>	21
<a href="#">Figur 34 Blinkning av diod</a>	22
<a href="#">Figur 35 NE555 uppkoppling</a>	22
<a href="#">Figur 36 blinkning med transistor koppling</a>	23
<a href="#">Figur 37 spänningstestare</a>	25
<a href="#">Figur 38 1 Mohm:s resistor, 2 volts zenerdiod</a>	26
<a href="#">Figur 39 1 Mohm:s resistor, 4 volts zenerdiod</a>	26
<a href="#">Figur 40 Spänningstestare 2</a>	27

## 9 Övriga besökta adresser och idékällor

Följande webadresser har besökts under projektets fortlöpande (nov-dec 2003)

[www.Farnell.se](http://www.Farnell.se)

Manual med AT-kommandon till TC35 på CD-ROM

Manual för Mplab på CD-ROM, 2001 Microchip Technology Inc.

<http://www.piclist.com> programexempel mm (datum saknas)

<http://www.microchip.com/download/tools/picmicro/program/icsp/30277c.pdf> ISP-programmerings guide

[http://www.lawicel.com/s\\_index.htm](http://www.lawicel.com/s_index.htm) kopplingar runt om microprocessor, 2/10 2003

<http://www.etm.se/swe/gsm/ramar.htm> Hur man skickar SMS 24/11 2003

<http://www.microchip.com/download/lit/suppdoc/refernce/midrange/33023a.pdf> Mid-range manual december 1997

<http://www.asciitable.com> 3/12 2003

## 10 Resultat och slutsatser

Arbetet har lett fram till ett larmsystem som larmar när systemet skakar eller lutar. Larmet presenteras för användaren via ett mobiltelefonsamtal eller via ett SMS-meddelande. Systemet kan drivas antingen via batteri eller extern spänningsmatning. Oberoende av vilken spänningskälla som används kan man välja att köra systemet i antingen batteri- eller externmode.

Vid batterimode så ligger tyngdpunkten på att ha så låg strömförbrukning som möjligt för att därigenom uppnå en lång livstid. Resultatet blev en strömförbrukning under 10  $\mu\text{A}$  i bevakningsläge (d.v.s. då man väntar på ett larm) vilket med ett standard 4,5 [V] batteri ger en livslängd på drygt ett år.

Vid externmode ligger istället tyngdpunkten på att uppnå en hög flexibilitet och inte låg strömförbrukning. Det är exempelvis möjligt att ringa till systemet för att ”av- och pålarma”.

Systemet är skapat för att vara så flexibelt som möjligt, med många olika tillämpningar. Det är även på ett lätt sätt möjligt att modifiera systemet för mer specifika situationer och på såvis effektivisera larmhanteringen.

### **10.1 Rekommendationer till fortsatt arbete**

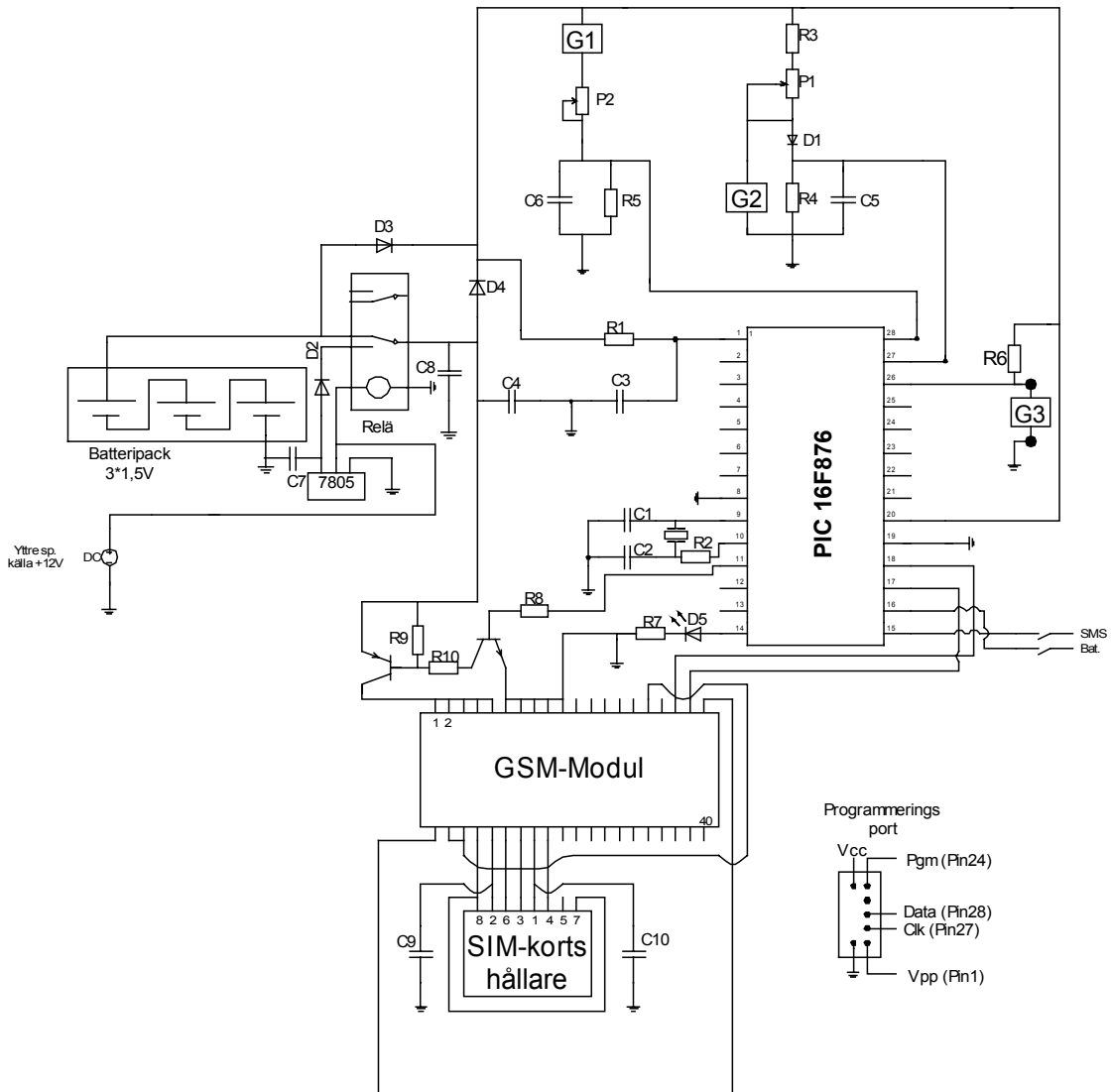
- Bättre utreda hur man skall gå tillväga då täckning saknas, då mottagaren har stängt av telefonen samt har inkopplad telefonsvarare.
- Utvidgning av antalet larm och funktioner
- Konstruktion av ett stabilt och optimerat kretskort
- Mer användarvänlig av- och påarmning
- Välja ut bra och funktionsdugliga batterier, samt att anpassa stabiliseringskondensatorerna där efter.
- Detektering för att visa hur mycket pengar som finns på kortet.



## Källförteckning

- 1 Lars Nordlund – Ingemar Wiklund (2000), *Grundläggande elektronik*
- 2 Elfa, < [www.elfa.se](http://www.elfa.se) > [2003-11-18]
- 3 Kjell & Company, < [www.kjellico.se](http://www.kjellico.se) > [2003-11-18]
- 4 Sencera: < <http://welcome.to/sencera> > [2003-11-20]
- 5 Farnell: < <http://www.farnell.com> > [2003-11-20]
- 6 Assemtech: < <http://www.assemtech.com> > [2003-11-20]
- 7 Alps: < [www.alps.com](http://www.alps.com) > [2003-11-20]
- 8 Siemens: < [www.siemens.com](http://www.siemens.com) > [2003-12-01]
- 9 Microchip: < [www.microchip.com](http://www.microchip.com) > [2003-12-01]
- 10 Nokia: < <http://www.nokia.com/nokia/0,8764,46253,00.html> > [2003-12-01]
- 11 Deitel & Deitel (1998) , *C++ how to program*
- 12 Stig Jensen – Arne Gjelstrup - Valentino Berti (1998), *Data kommunikation*
- 13 Manual PIC 16F876A, < <http://www.microchip.com> > [2003-12-05]
- 14 Manual ”Mplab 3 party tool ” < <http://www.microchip.com> > [2003-12-12]
- 15 Elnec: < [www.elnec.com](http://www.elnec.com) > [2003-12-05]

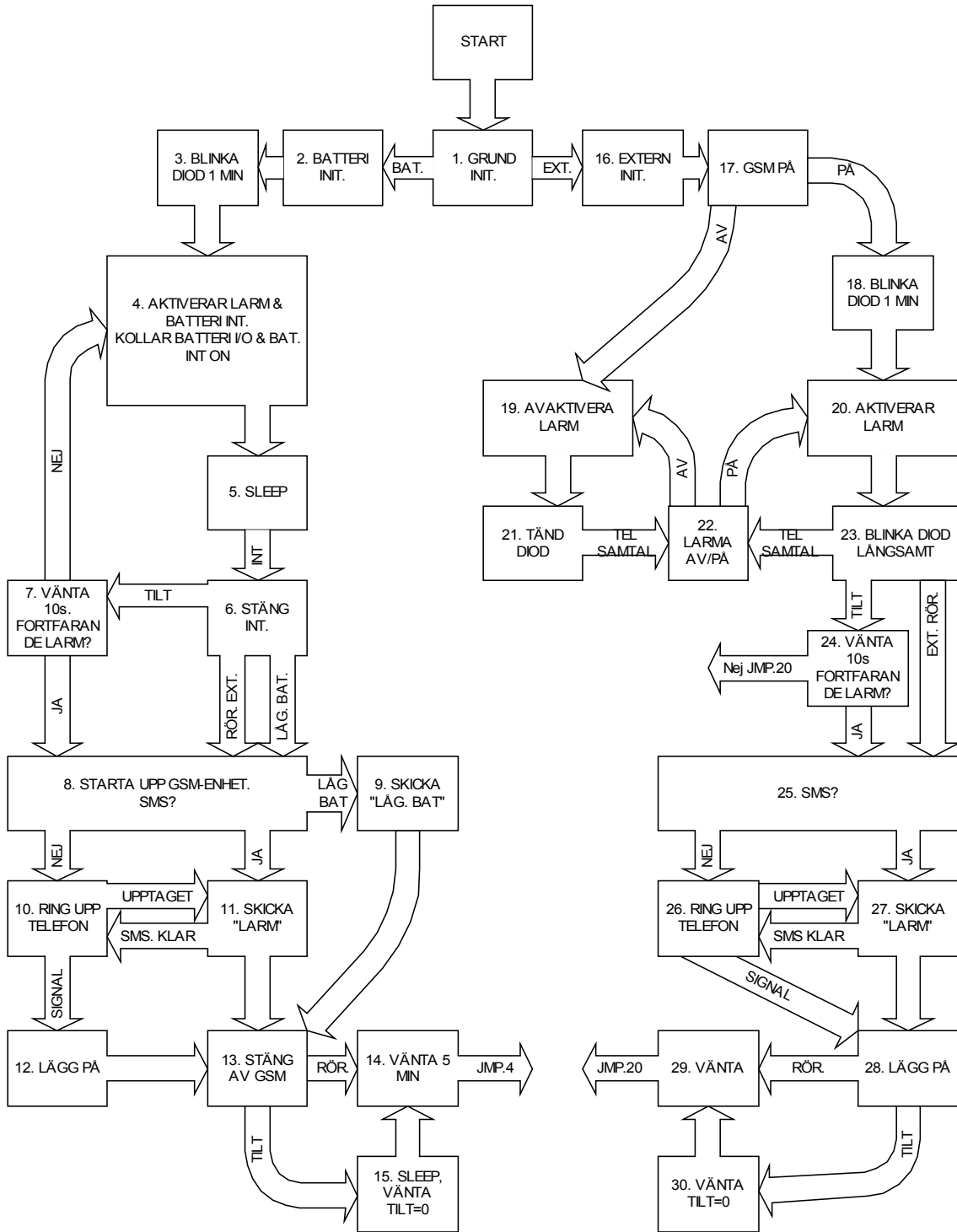
## A Fullständigt kopplingschema



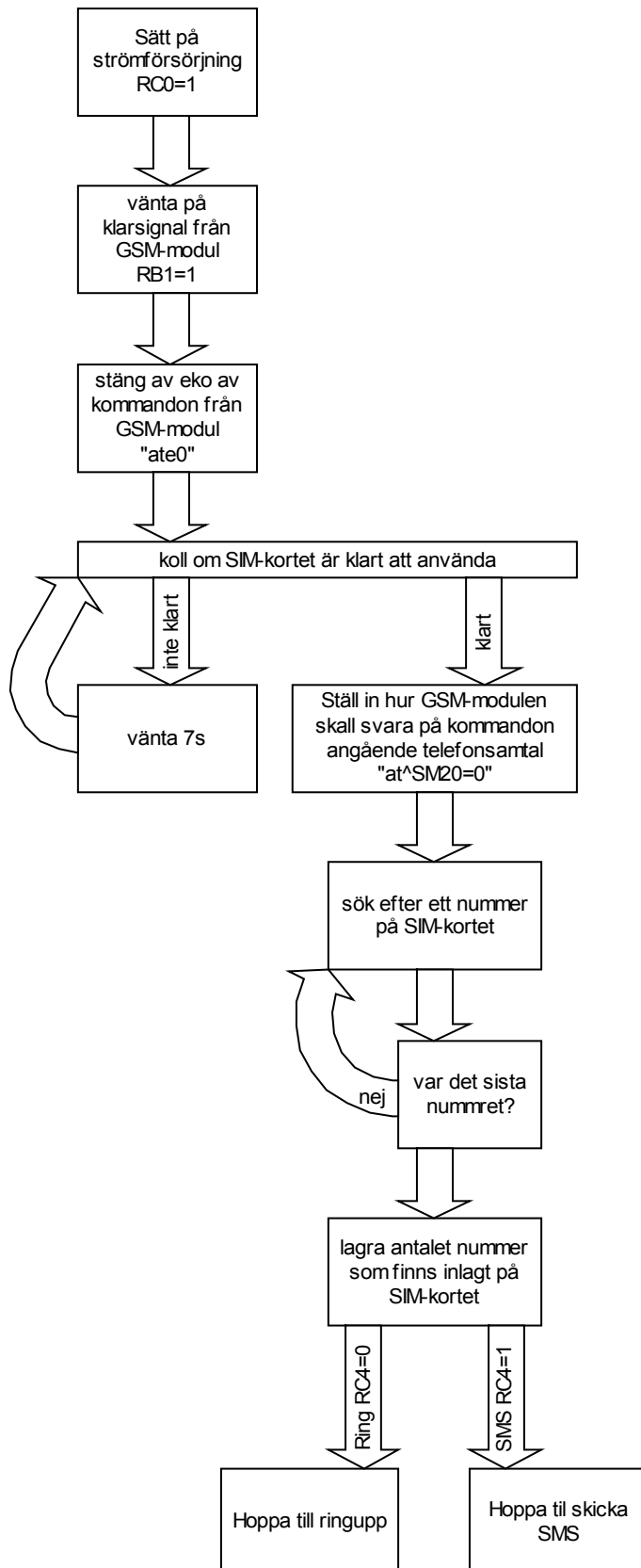
R1=1MΩ	R7=330Ω	C3=0,1μF	C9=1nF	D5=lysdiod
R2=470Ω	R8=47kΩ	C4=0,1μF	C10=200μF	P1=1MΩ
R3=470kΩ	R9=100kΩ	C5=0,1μF	D1=0,7V	P2=2MΩ
R4=2,2MΩ	R10=100Ω	C6=10μF	D2=0,7V1A	
R5=1MΩ	C1=22pF	C7=0,47mF	D3=0,7V1A	
R6=1MΩ	C2=22pF	C8=0,47mF	D4=0,3V	

## B Strukturdiagram

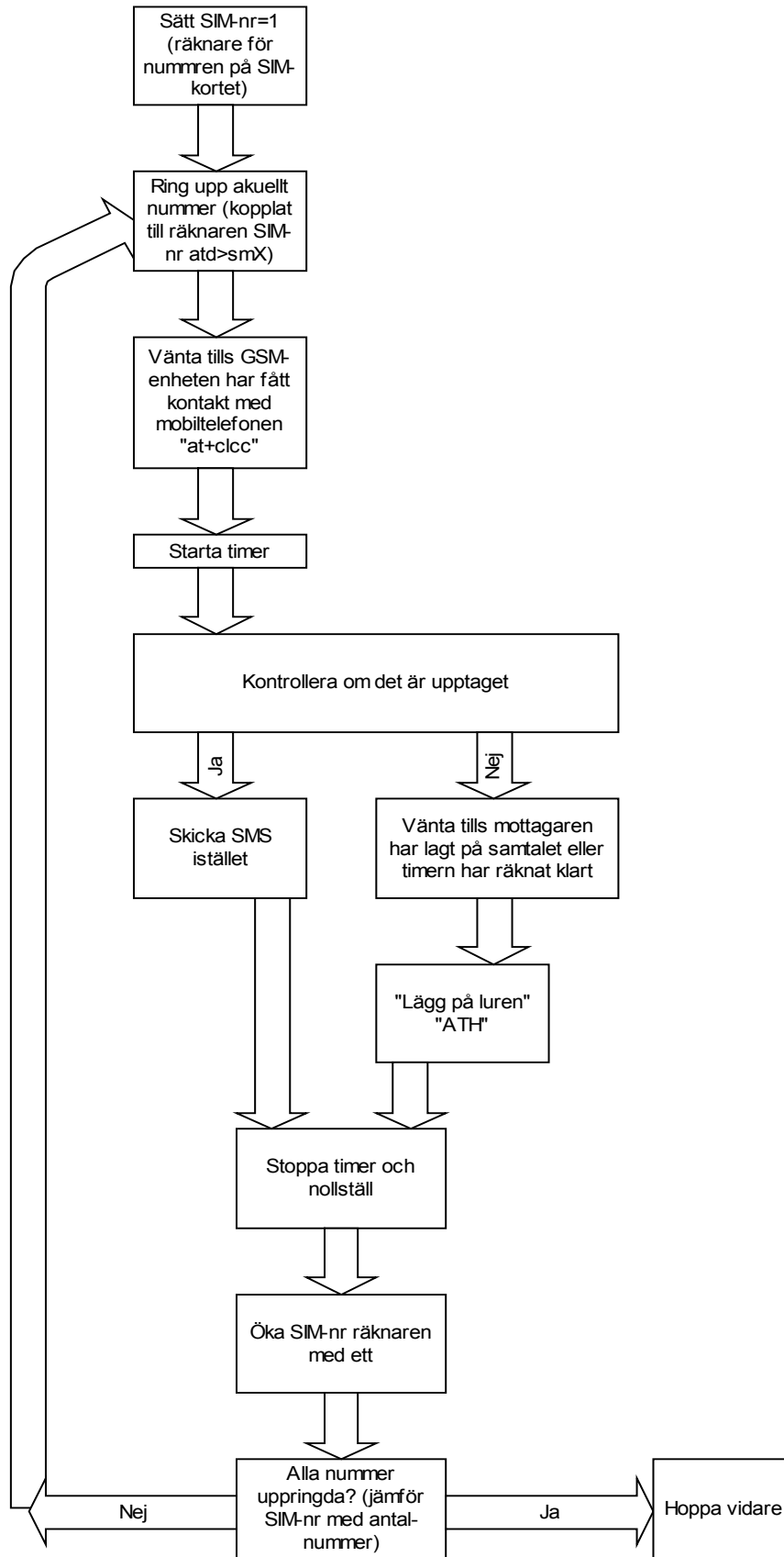
Strukturdiagrammet för hela programmet:



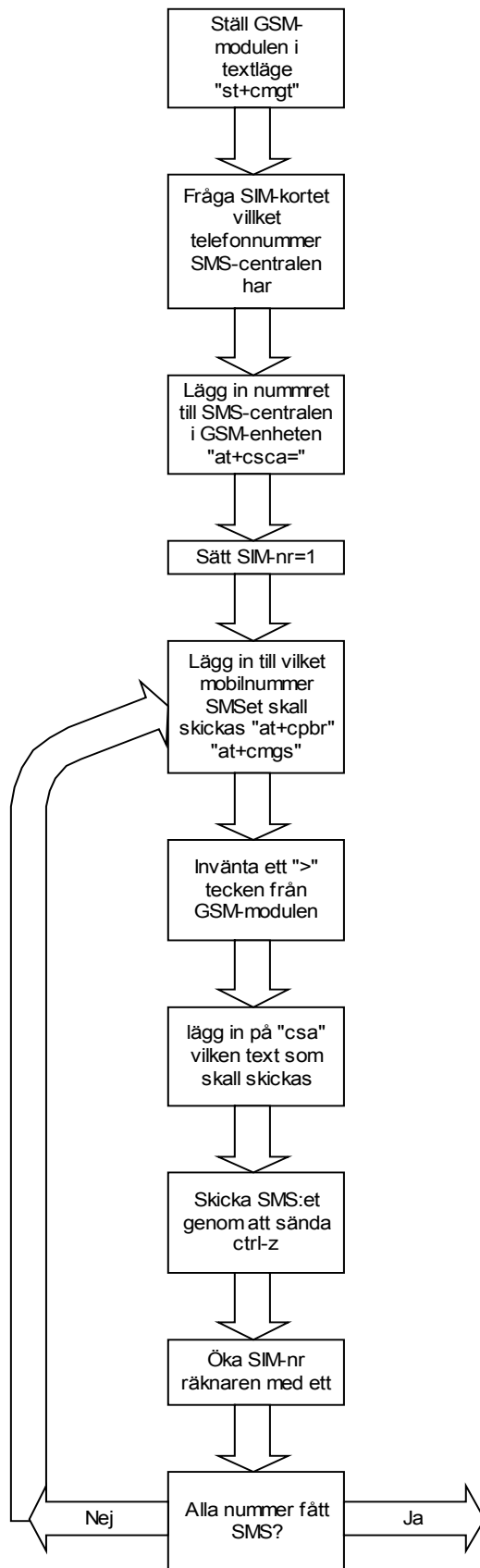
Strukturdiagram för att starta upp GSM-modulen:



Strukturdiagram för att ringa ett samtal:



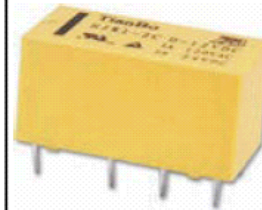
Struktur diagram för att skicka ett SMS:



## C Relä

### Kontakt data

Contact Form	2C	
Contact Material	Ag+Au	
Contact Ratings	1A 120VAC/24VDC	
Max Switching Voltage	240VAC/60VDC	
Max Switching Current	2A	
Max Switching Power	240VA/60W	
Contact Resistance	100mΩ Max	at 6VDC 1A
Life Expectancy Electrical	100,000	Operations (at 30 Operations/minute)
Mechanical	10,000,000	Operations



HJR1-2C

### Generell data

Insulation Resistance	100MΩ Min at 500VDC	
Dielectric Strength Between Open Contacts	500/750VAC for one minute/sec	
Between Contacts and coil	1000/1250VAC for one minute/sec	
Operate Time	6ms	
Release Time	4ms	
Temperature Range	-30° to +70°	
Shock Resistance	Operating Extremes	10G
	Damage Limits	50G
Vibration Resistance	10-55Hz, 1.5mm	
Humidity	40-85%	
Weight	Approx. 5g	
Safety Standard	UL:E173485 cUL. TUV:R9859574	

### Spolens data

Nominal Voltage (VDC)	Coil Resistance at 20±10% ( )			Max Operate Voltage VDC	Min Release Voltage VDC	Max Applicable Voltage VDC
	0.2W	0.36W	0.45W			
3	45	25	20	2.25	0.3	3.9
5	125	70	56	3.75	0.5	6.5
6	180	100	80	4.5	0.6	7.8
9	405	220	180	6.75	0.9	11.7
12	720	400	320	9	1.2	15.6
24	2800	1600	1280	18	2.4	31.2
48			5100	36	4.8	62.4