



Fakulteta za elektrotehniko
Univerza v Ljubljani

Miha Čuk

ELEKTRONSKA VEZJA
(Seminarska naloga)

KRMILJENJE TRIAKA Z MIKROPROCESORJEM

Cerkno, 24.2.2007

1. UVOD

Namen seminarske naloge je sestaviti čim bolj enostavno vezje za krmiljenje triaca, katerega proži mikroprocesor.

To vezje se lahko uporablja za krmiljenje moči na bremenu, npr. kot nastavljanje svetilnosti žarnice ali pa tudi za krmiljenje števila vrtljajev univerzalnega kolektorskega motorja majhnih moči.

2. IZBIRA MIKROPROCESORJA

Mikroprocesor, ki ga želimo uporabiti za krmiljenje triaca, mora vsebovati naslednje periferne enote:

- analogni vhod za AD pretvornik, s katerim odčitamo analogen signal s potenciometra ter ga pretvorimo v digitalen podatek
- digitalni vhod za signal ZCDU (signal prehoda omrežne napetosti skozi ničlo, zero cross detection).
- digitalni izhod s katerim prožimo triac prek driverja

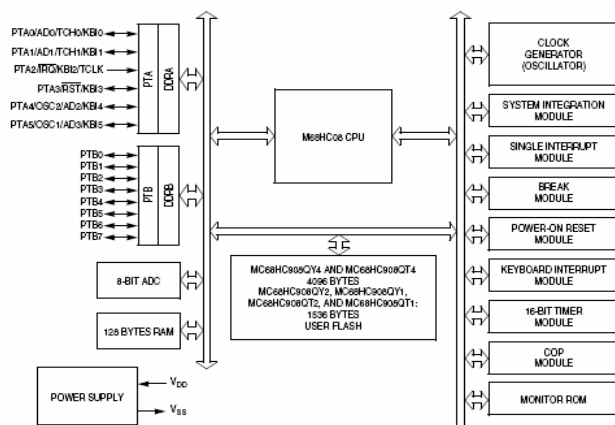
Eden izmed najbolj preprostih mikroprocesorjev, ki to omogoča je MC68HC908QT4, ki se nahaja v 8-pinskem SOIC ohišju.

Osnovne značilnosti :

- Delovanje pri 3V in 5V napetosti
- 8 MHz interni oscilator pri 5V, 4 MHz pri 3V
- 4 kBytes on chip Flash spomina
- 128 bytes RAM-a
- dva 16-bitna timerja
- štiri 8-bitni AD pretvorniki
- LVI (Low voltage inhibit) modul
- 5 dvosmernih vhodov/izhodov in 1 vhod
- ter še mnoge druge značilnosti, ki jih lahko poiščemo v Datasheet-u

MIKROPROCESOR MC68HC908QT4

- Blokovna shema:



RST, IRQ. Pins have internal (about 30K Ohms) pull up
PTA[0:5]. High current sink and source capability
PTA[0:5]. Pins have programmable keyboard interrupt and pull up
PTB[0:7]. Not available on 8-pin devices – MC68HC908QT1, MC68HC908QT2, and MC68HC908QT4 (see note in 12.1 Introduction)
ADC: Not available on the MC68HC908QY1 and MC68HC908QT1

Figure 1-1. Block Diagram

3. VEZJE TER OPIS DELOVANJA

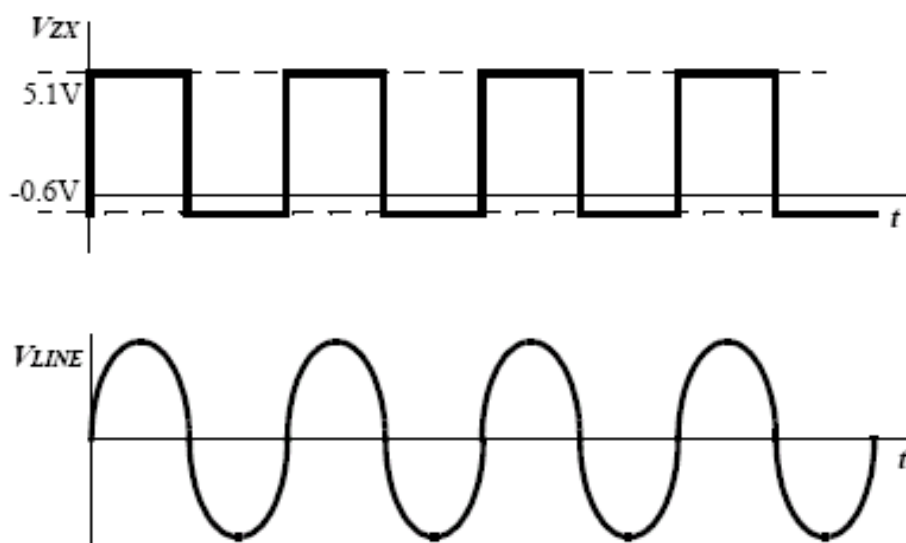
Vezje je sestavljeno iz naslednjih enot:

- Napajalnik
- Enota za detekcijo prehoda signala skozi ničlo (ZCDU)
- Vezje za proženje triaka
- Driver za LED diodo

Enota za detekcijo prehoda signala skozi ničlo (ZCDU):

Signal iz ZCDU enote nam proži prekinitev (IRQ) v mikroprocesorju, ki nam služi kot referenca za proženje triaca, saj se prekinitev pojavi v trenutku, ko gre omrežna napetost skozi ničlo. Prekinitev sproži števec, vrednost compare registra števca pa predstavlja kot pri katerem prožimo triac. S potenciometrom spreminjamo vrednost compare registra števca, s tem pa kot vklopa triaca. Torej s potenciometrom krmilimo moč na bremenu. Triac ostane odprt do naslednjega prehoda toka na bremenu skozi ničlo.

Signal iz ZCDU enote:

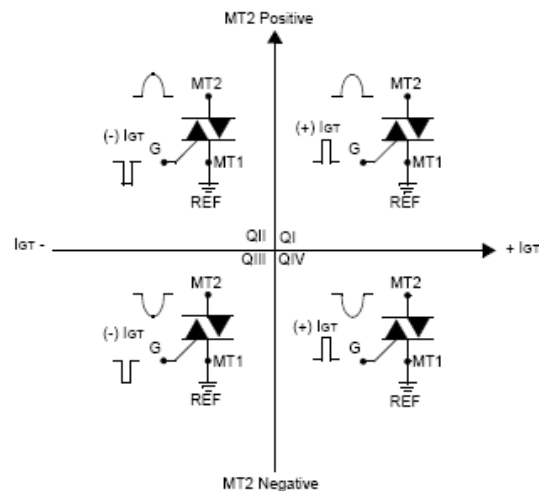


Vezje za proženje triaka:

Triac prožimo z dovedenim nizkoenergijskim signalom na vrata (Gate). Pri tem triac preide iz stanje visoke impedance (HiZ) v stanje konduktivnega prevajanja.

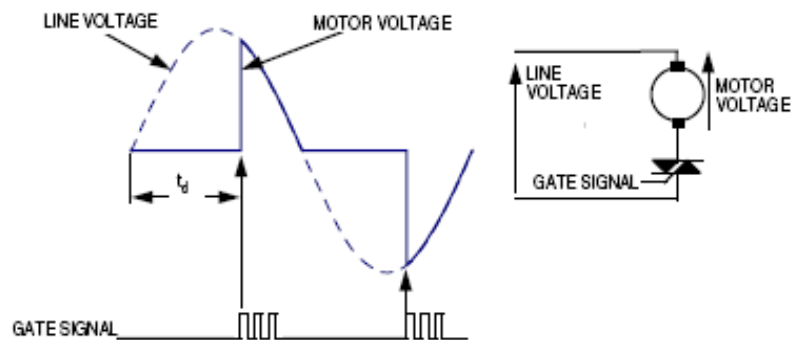
Triac lahko prožimo s pozitivnim ali negativnim signalom na vratih (torej s pozitivnim ali negativnim tokom I_g).

Tako dobimo 4 kvadrante v katerih prožimo triac.



Triac je tipično najbolj občutljiv v prvem in tretjem kvadrantu, malo manj občutljiv v drugem in najmanj občutljiv v četrtem kvadrantu (v tem kvadrantu je tok potreben za proženje dvakrat večji kot v prvem in drugem kvadrantu).
Torej se proženja triaca v 4 kvadrantu želimo izogniti, za proženje izberemo drugi in tretji kvadrant, kjer triac prožimo z negativnim signalom glede na referenco (negativen I_g).

Kot je prikazano na spodnji sliki, triac prožimo z vlakom impulzov dolgih $6\mu s$, saj uporabljamo napajalnik nizkih moči, ki ni sposoben zagotoviti daljšega tokovnega pulza vrednosti $50mA$.



Fazni kot merimo od kota odprtja triaca do naslednjega prehoda omrežne napetosti skozi ničlo. Z vrtenjem potenciometra spreminjamo kot odprtja ter s tem spreminjamo moč na bremenu.

Uporabil sem triac BTB41-600B

MAIN FEATURES:

Symbol	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	40	A
V_{DRM}/V_{RRM}	600 and 800	V
$I_{GT(Q_1)}$	50	mA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_J = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified)

Symbol	Test Conditions	Quadrant		Value	Unit
$I_{GT} (1)$	$V_D = 12\text{ V}$ $R_L = 33\ \Omega$	I - II - III IV	MAX.	50 100	mA
V_{GT}		ALL	MAX.	1.3	V
V_{GD}	$V_D = V_{DRM}$ $R_L = 3.3\text{ k}\Omega$ $T_J = 125^\circ\text{C}$	ALL	MIN.	0.2	V
$I_H (2)$	$I_T = 500\text{ mA}$		MAX.	80	mA
I_L	$I_G = 1.2\ I_{GT}$	I - III - IV	MAX.	70	mA
		II		160	
$dV/dt (2)$	$V_D = 67\ \% V_{DRM}$ gate open $T_J = 125^\circ\text{C}$		MIN.	500	V/ μs
$(dV/dt)_c (2)$	$(dI/dt)_c = 20\text{ A/ms}$ $T_J = 125^\circ\text{C}$		MIN.	10	V/ μs

4. ZAKLJUČEK

Kot je že v uvodu omenjeno, je vezje primerno za krmiljenje svetilnosti žarnice ter nastavljanje števila vrtljajev univerzalnega kolektorskega motorja majhnih moči.

Možne nadgradnje vezja:

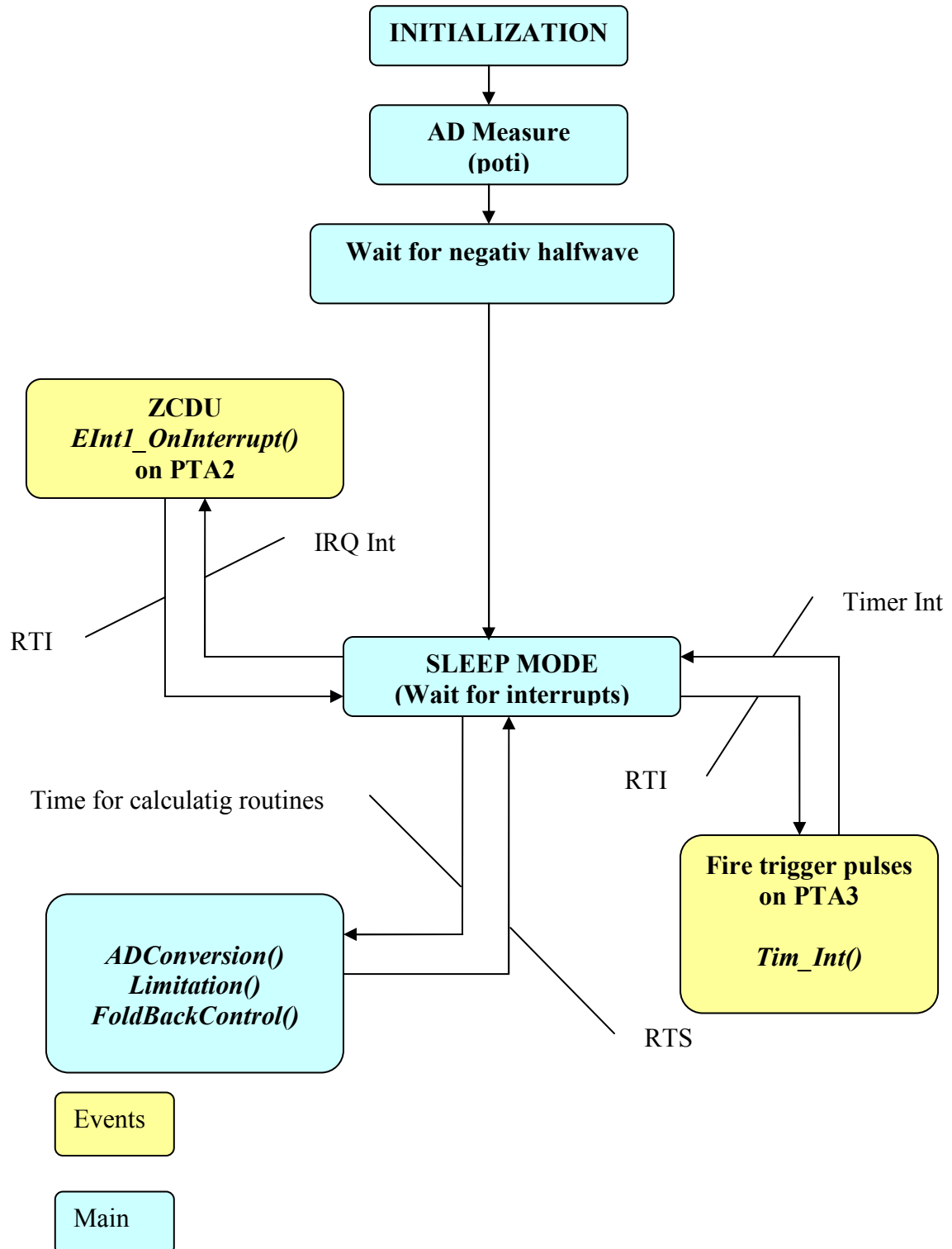
Pri večji induktivnih bremenih dobimo fazni zamik med tokom in napetostjo (tok zaostaja za napetostjo). Triac se v tem primeru ne zapre več blizu prehoda napetosti skozi ničlo, ampak še naprej prevaja dokler tok ne seka ničle.

Tako moramo pri večjih induktivnih bremenih opazovati tudi prehod toka skozi ničlo, za kar pa je potrebno dodatno vezje za detekcijo (ZCDI).

Druga možna nadgradnja pri uporabi univerzalnih motorjev je tachogenerator, se katerim merimo vrtljaje motorja, ter s tem ustvarimo možnosti regulacije vrtljajev. V tem primeru je potrebno seveda tudi merjenje vrednosti toka skozi triac, ki služi tudi kot tokovna zaščita.

PROGRAMSKA KODA (SOFTWARE)

FLOWCHART: STATE DIAGRAM



- **INICIALIZACIJA:**

Funkcija, ki jo kličemo najprej v main funkciji. Tu se inicializirajo periferne enote ter vhodno izhodne enote.

Tu nastavimo:

- timer0 mikroprocesorja
- izhodne enote za proženje triaca (pin PTA3).
- Pin PTA2 nastavimo za vhodni in ga vežemo na interrupt (IRQ).
- Na pinu PTA5 nastavimo AD3 za merjenje napetosti na potenciometru

- **AD MEASURE**

Izmerimo referenco potenciometra na pinu PTA3 ter jo shranimo v globalno spremenljivko.

- **Wait for negative halfwave**

Čakamo da se pojavi negativna polperioda, saj takrat dobimo o interrupt. Izmerimo 4 točke prehoda skozi ničlo (ničlo dobimo ko signal preide iz pozitivne v negativno polperiodo), da dobimo periodo omrežnega signala, s katerim napajamo vezje.

- **Main zanka**

Funkcija vključuje:

SoftStart(), mehki start na bremenu, ko počasi povečujemo kot vklopa triaca, do želene vrednosti.

Omejitev kota vklopa z MinAngle in MaxAngle (torej omejimo vrednosti compare registra števca 0).

Merjenje vrednosti napetosti na potenciometru z AD pretvornikom in preračun kota vklopa.

- **External Interrupt ZCDU**

Beremo vrednost števca pri prehodu skozi ničlo, ter naložimo kot za proženje triaca. Funkcija TimeToTrigger().

- **Timer Interrupt**

Interrupt proži triac. Triaca prožimo z vlakom impulzov. Na vrata pošljemo 4 pulze dolge 6 us. Pri večjih kotih proženja moramo triac prožiti z daljšim pulzom, dolgim 16 stopinj, saj lahko tok skozi triac še ni sekal ničle.