

MICROCONTROLLERUL

1.1. Structura microcontrolerului

Microcontrolerul este o structură electronică destinată controlului unui proces sau, mai general, este un microcircuit care încorporează o unitate centrală (CPU) și o memorie împreună cu resurse care-i permit interacțiunea cu mediul exterior.

Un microcontroler cuprinde următoarele componente:

- unitatea de memorie – cu rol de a stoca datele;
- unitatea de procesare centrală – asigură operațiile aritmetice și logice;
- bus-ul – magistrala de date și de adrese;
- unitatea intrare-ieșire (o parte din pini microcontrolerului) – permite introducerea datelor în microcontroler sau transmiterea datelor la mediul extern;
- comunicația serială – permite conectarea microcontrolerului cu alte echipamente (de exemplu un calculator personal sau chiar un alt microcontroler);
- unitatea timer – oferă informații privind durata unui proces;
- watchdog-ul – asigură resetarea microcontrolerului atunci când acesta se blochează;
- convertorul Analog-Digital – convertește semnalele analogice în semnale numerice;
- programul.

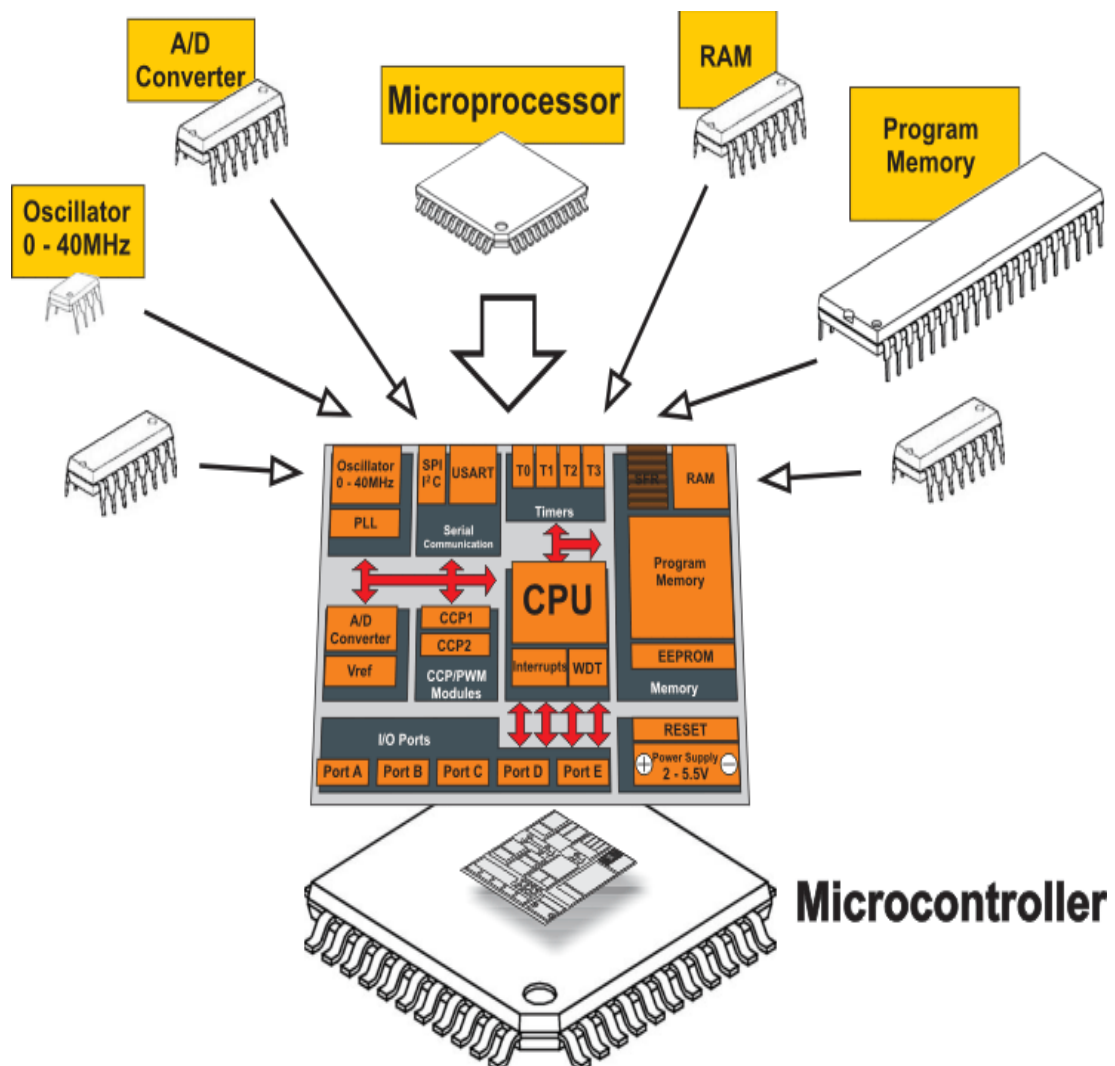
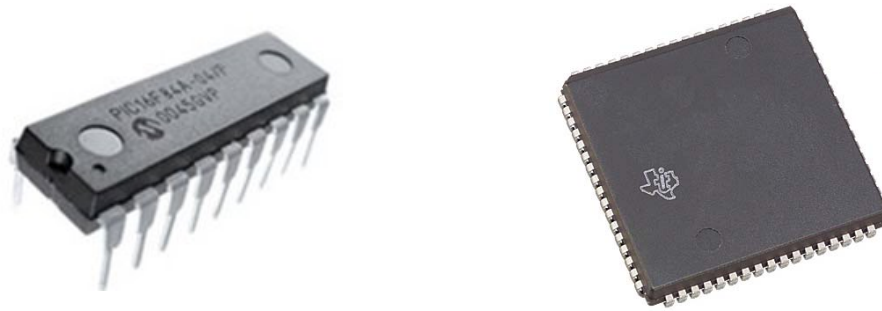


Fig. 1.1. Microcontroler contra Microprocesor



Utilizarea unui microcontroler constituie o soluție prin care se poate reduce dramatic numărul componentelor electronice precum și costul proiectării și al dezvoltării unui produs.

Printre multele domenii unde utilizarea lor este practic un standard industrial se pot menționa:

- în industria de automobile (controlul aprinderii motorului, climatizare, diagnoză, sisteme de alarmă, etc.);
- în așa zisa electronică de consum (sisteme audio, televizoare, camere video și videocasetofoane, telefonie mobilă, GPS-uri, jocuri electronice, etc.);
- în aparatura electrocasnică (mașini de spălat, frigidere, cuptoare cu microunde, aspiratoare);
- în controlul mediului și climatizare (sere, locuințe, hale industriale);
- în industria aerospațială;
- în mijloacele moderne de măsurare - instrumentație (aparate de măsură, senzori și traductoare inteligente);
- la realizarea de periferice pentru calculatoare;
- în medicină.

Alpha este un robot umanoid (fotbalist ca destinație) dezvoltat la Universitatea din Freiburg utilizează, într-o variantă a sa, 11 microcontrolere conectate similar. Un număr foarte mare de microcontrolere sunt folosite și de așa zisele jucării inteligente, din care „capetele de serie” cele mai cunoscute sunt cei doi roboți, unul canin și altul umanoid: AIBO (Sony) și ASIMO (Honda).

ASIMO folosește 26 de microcontrolere numai pentru controlul individual al celor 26 de elemente de acționare inteligente (motoare).



AIBO



ASIMO

Ca un exemplu din industria de automobile, unde numai la nivelul anului 1999, un BMW seria 7 utiliza 65 de microcontrolere, iar un Mercedes din clasa S utiliza 63 de microcontrolere.

Practic, deși am prezentat ca exemple concrete numai sisteme robotice și mecatronice, este foarte greu de găsit un domeniu de aplicații în care să nu se utilizeze microcontrolerele.

În aplicațiile auto se utilizează deopotrivă microcontrolere pe 8, 16 și 32 biți. Aplicațiile tipice în care se utilizează microcontrolere pe 8 biți sunt: controlul ventilației, controlul climatului, comanda ștergătoarelor, comanda protecției solare, acționarea geamurilor, senzorul de ploaie, funcțiile necritice de pe bord, controlul scaunelor, controlul modulelor din zona ușilor.

Microcontrolerele pe 16 biți sunt ideale pentru controlul motorului, cu soluții pentru ambele tipuri de motoare (pe benzină și pe motorină) și pentru controlul direct al injecției.

Microcontrolerele pe 32 biți pot fi utilizate la sistemului de tracțiune și în aplicațiile ITS (Intelligent Transportation System).

1.2. Familii de microcontrolere (listă selectivă)

Familiiile cele mai cunoscute ale microcontrolerelor de 8 biți și 16biți sunt:

a. 8048 (Intel MCS-48) – „bunicul” microcontrolerelor pe 8 biți, mai este încă folosit!

b. 8051 (Intel MCS-51 și mulți alții: Atmel, Philips, Atmel, Dallas-Maxim, etc) - a doua generație de microcontrolere de 8 biți a firmei Intel care, deși apărută acum 20 de ani, încă ocupă un segment semnificativ de piață. Cu o arhitectură destul de ciudată, este suficient de puternic și ușor de programat.

c. 80C196 (Intel MCS-96) - este un microcontroler pe 16 biți făcând parte din generația treia de microcontrolere a firmei Intel. Destinat inițial unor aplicații din industria de automobile, are o arhitectură vonNeumann, cu un spațiu de adresare de 64KBytes, o unitate de intrări/ieșiri numerice de mare viteză (destinată inițial controlului injecției la un motor cu ardere internă), ieșiri PWM, convertor analog numeric, timer watchdog.

d. 68HC11, 68HC12, 68HC16 (Freescale)

68HC11 a fost unul din cele mai puternice microcontrolere pe 8 biți, foarte răspândit în ciuda faptului că Motorola a fost un timp singurul producător. Are un set de instrucțiuni asemănător cu alte produse ale firmei (6801, 6805, 6809). Are un spațiu de adrese unic de 64K.

Prezintă ca particularitate existența unui program de încărcare rezident (bootstrap loader în ROM intern) cu care, la reset, un segment din memoria RAM externă poate fi încărcat cu cod program prin intermediul portului serial.

e. PIC (Microchip)

Primul microcontroler din această familie (PIC1650) a apărut acum mai bine de 20 de ani pe vremea când firma era proprietatea General Instruments. Este o familie de microcontrolere care, în ultimii ani, a cunoscut o dezvoltare explozivă.

Sunt disponibile actualmente sub forma a 6 serii: PIC10, PIC12, PIC14, PIC16, PIC17 și PIC18. Au fost primele microcontrolere de 8 biți cu arhitectură RISC: PIC16C5x avea un set de doar 33 instrucțiuni (Intel 8048 avea 90).

Arhitectura este de tip Harvard și, ca o particularitate, dimensiunea cuvântului pentru program este de 12, 14 sau 16 biți, cuvântul de date fiind tot de 8 biți. Există foarte multe variante pentru cele șase serii, unele din ele fiind caracterizate printr-un număr mic de conexiuni exterioare (pini) și în consecință dimensiuni mici, consum foarte mic, ideea de bază fiind costul redus.

Firma Uvicom (ex Scenix, www.ubicom.com) produce niște clone ale familiei PIC, mult mai rapide decât originalele.

f. Z8 (Zilog)

Un derivat al microprocesorului Z80, reprezintă un compozit al mai multor arhitecturi diferite. Nu este compatibil cu setul de instrucțiuni și nici cu perifericele standard Z80. Are trei spații de adrese: program, date și un masiv de registre.

g. 80386EX (Intel)

Un 80386 destinat aplicațiilor de tip controler. Resurse locale: I/O seriale, timere/numărătoare, DMA, optimizarea consumului, controler de întreruperi, controler pentru

RAM dinamic. *Marele avantaj al unui astfel de microcontroler este că se poate utiliza ca platformă de dezvoltare un sistem de tip IBM PC împreună cu tot mediul de programare aferent.*

h. 80C16x (Infineon, ex Siemens)

Unul din microcontrolerele de 16 biți foarte utilizat în Europa. Arhitectură deosebit de performantă a CPU, de tip RISC, are diverse variante, cu resurse complexe: 80C165, 80C166, 80C167, etc.

1.3. Criterii de alegere a unui microcontroler

În momentul în care se dorește alegerea unui microcontroler (sau mai bine zis a unei familii de microcontrolere) există mai multe criterii care trebuie luate în considerare, ținând cont de implicațiile multiple ale acestei alegeri:

- prețul de cost și ușurința lucrului cu acesta; sculele de dezvoltare trebuie să poată fi cumpărate la un preț rezonabil;
- consumul de putere să poată fi redus acolo unde este necesar, adică la sistemele portabile (să suporte stand-by sau sleep – moduri care limitează consumul de curent la câțiva miliamperi când un circuit este inactiv);
- microcontrolerul trebuie să existe și în varianta reprogramabilă (flash) și nu numai în variantă inscriptibil o singură dată (One Time Programming). Se pot folosi microcontrolere de tipul OTP doar în varianta finală, pentru producția de serie, deoarece sunt mai ieftine;
- testarea funcționării să se poată realiza și prin simulare software fără să necesite un modul special;
- să dispună de toate resursele de care avem nevoie pentru realizarea proiectului, evitând astfel utilizare de circuite adiționale.

În practică, de cele mai multe ori, alegerea unui microcontroler pentru a anumită aplicație este și trebuie să fie rezultatul unui compromis.

Scrierea programului se realizează de obicei într-un editor ce permite salvarea liniilor de comandă introduse. Există mai multe opțiuni pentru scrierea programului de control al aplicației și anume: cod mașină, limbaj de asamblare, sau limbaj de nivel înalt, în funcție de viteza de execuție dorită, lungimea memoriei disponibile, etc.

Comenzile recunoscute de microcontroler sunt cele binare (cod mașină). Limbajul de asamblare este mai evoluat, conține instrucțiuni ce sunt ușor de reținut, și pentru transformarea acestora în cod mașină avem nevoie de un compilator. De obicei compilatorul este oferit gratuit de producătorul microcontrolerelor.

Limbajul de nivel înalt simplifică programarea permițând scrierea într-un rând sau în câteva rânduri a ceea ce ar necesita multe linii de program în limbaj de asamblare.

De asemenea se poate utiliza un limbaj ca C, Pascal, Basic pentru o gama mai largă de microcontrolere, folosind aceleași instrucțiuni, în comparație cu limbajul de asamblare unde instrucțiunile pot fi diferite chiar pentru aceeași clasă de microcontrolere.

După scrierea programului este necesară testarea acestuia. Chiar dacă microcontrolerul este de tip flash și poate fi rescris în caz că programul nu funcționează, este preferabilă eliminarea erorilor de programare înainte de conectarea lui în circuit.

Instrumentele de testare sunt simulatoarele și emulatoarele. Simulatorul este un soft care rulează pe un calculator personal și utilizează monitorul pentru a demonstra ce se poate întâmpla într-un microcontroler la rularea programului. Se pot vedea conținutul memoriei, starea liniilor de port, se poate rula programul pas cu pas și se pot vedea modificările registrilor.

Emulatoarele sunt dispozitive hard care înlocuiesc microcontrolerul din dispozitivul de testat. Ca și simulatoarele permit controlul execuției programului și monitorizarea a ceea ce se întâmplă la fiecare pas al programului. Emulatoarele de microcontrolere sunt în general scumpe.

Subiecte laborator:

1. Ce este un microcontroler?

Microcontrolerul este o structură electronică destinată controlului unui proces sau, mai general, este un microcircuit care încorporează o unitate centrală (CPU) și o memorie împreună cu resurse care-i permit interacțiunea cu mediul exterior.

2. Enumerați elementele componente ale unui microcontroler.

Un microcontroler cuprinde următoarele componente:

- unitatea de memorie;
- unitatea de procesare centrală;
- bus-ul – magistrala de date și de adrese;
- unitatea intrare-ieșire;
- comunicația serială;
- unitatea timer;
- watchdog-ul;
- convertorul analog-digital;
- programul.

3. Care sunt criteriile de alegere a unui microcontroler.

Criteriile de alegere a unui microcontroler sunt:

- prețul de cost și ușurința lucrului cu acesta;
- consumul de putere să poată fi redus acolo unde este necesar;
- microcontrolerul trebuie să existe și în varianta reprogramabilă (flash) și nu numai în variantă inscriptibil o singură dată (One Time Programming).
- testarea funcționării să se poată realiza și prin simulare software fără să necesite un modul special;
- să dispună de toate resursele de care avem nevoie pentru realizarea proiectului, evitând astfel utilizare de circuite adiționale.