
INTRODUCERE

Activitatea științifică și educațională a Catedrei de Electronică și Calculatoare a fost orientată cu clarviziune de către dl. prof. dr. ing. Gheorghe Toacșe către microcontrollere. Astfel, în paralel cu răspândirea aplicațiilor cu microcontrollere activități didactice au fost orientate către studiul microcontrollerelor. Cartea de “Tehnici de interfațare” a fost prima carte apărută în Universitate în care a apărut o descriere a familiilor de microcontrollere și foarte puțin despre aplicații posibile. Următoarea carte, cea de “Microcontrollere. Aplicații” a făcut un pas înainte prezentând aplicații și exemple de programare. Studenții au început să studieze microcontrollerele printr-un proiect în anul 4 și apoi să aprofundeze printr-un laborator în anul 5 în care programează resursele unui microcontroller compatibil MCS51.

Dinamica microcontrollerelor nu permite ca activitatea educațională să stagneze. Au apărut și s-au răspândit microcontrollerele pe 16 și 32 de biți, au apărut familii din ce în ce mai complexe și firme mari care s-au orientat către producția de microcontrollere. Un pas important făcut de Catedră este datorat firmei Fujitsu Microelectronics Europe GmbH, care a simțit potențialul de materie cenușie al studenților și ca urmare a dotat un laborator cu module de dezvoltare pe 8,16 și 32 de biți. Astfel a fost creat un nucleu de cercetare aplicativă a microcontrollerelor Fujitsu care să sprijine dezvoltarea zonală industrială, cu un prim partener industrial, Electroprecizia Săcele.

Pasul care trebuia făcut era ca începutul să fie ușurat de o documentație facilă pentru studenți. Această carte trebuie să prezinte o viziune de sus a microcontrollerelor, a controllerelor grafice și a aplicațiilor care să orienteze pe cei care doresc să abordeze domeniul. Fiecare model de circuit are foile de catalog între 300 și 900 de pagini și orientarea între diferitele modele este astfel îngreunată.

Dacă o carte în acest domeniu este scrisă după ce autorii au o experiență de lucru și didactică, probabil va apare prea târziu și nimeni nu va mai avea nevoie de ea pentru că între timp au apărut alte familii de microcontrollere. De aceea această carte se bazează pe studiul teoretic și doar pe o experiență scurtă de lucru de câteva luni. Acest dezavantaj se reflectă în posibilitatea apariției unor erori și se contează pe înțelegerea celor care citesc cartea.

Trebuie subliniat faptul că nu se poate face proiectare folosind materialul acestei cărți. Pentru proiectare trebuie folosite foile de catalog. Scopul aceste cărți este să ofere un ghid orientativ de selecție a microcontrollerelor potrivite, o descriere a modului de abordare pentru o aplicație și uneltele de dezvoltare care pot fi folosite.

Firma Fujitsu organizează cursuri de 2 zile pentru câte o familie de microcontrollere, însoțind cursurile de o documentație sumară (document Power Point de câteva zeci de pagini) și de foile de catalog care sunt sute de pagini pentru fiecare model. Această carte se dorește o soluție de mijloc, mai mult decât un curs, dar mai puțin ca și cantitate decât foile de catalog, dar cu avantajele pe care le oferă o sinteză.

Modul de aranjare a materialului permite studiul în mai multe etape. La început se prezintă o privire generală asupra tuturor microcontrollerelor din care cititorul poate selecta tipul de microcontroller potrivit pentru aplicația la care se gândește. Acest prim capitol poate fi parcurs cu ușurință și de către nespecialiști. Dacă după primul capitol cititorul este interesat de o anumită familie (pe 8, 16 sau 32 de biți) poate aprofunda cunoștințele citind doar capitolul respectiv. Trebuie precizat totuși că ar fi indicat pentru cei interesați să citească toate capitolele pentru că descrierea unor acelorași module este făcută diferit la familiile 8/16/32 de biți, cu accent pe anumite caracteristici.

Este de remarcat în evoluția microcontrollerelor că nu s-a renunțat la MC pe 8 biți, ba mai mult, a apărut în 2004 o nouă familie pe 8 biți, cu o gamă mai largă de interfețe integrate. Acest lucru justifică faptul că în această lucrare sunt prezentate și aceste MC. Evoluția este diferită față de cea a microprocesoarelor, unde procesoarele pe 8 și pe 16 biți se mai găsesc doar în muzee.

În partea a 2-a a acestei cărți (capitolul 5) se tratează pe rând interfețele integrate. Tratarea într-un singur capitol a interfețelor integrate este justificată de faptul că acestea au o structură asemănătoare pentru toate familiile de microcontrollere. În primul rând se prezintă o structură tipică de interfață (pentru care au fost alese interfețele din MB90350, un microcontroller pe 16 biți), iar la fiecare tip de interfață se discută aspecte specifice la celelalte familii. Se poate menționa aici grija celor care au realizat foile de catalog pentru microcontrollerele Fujitsu. Prezentarea este clară și concisă iar lucrurile importante se reiau de mai multe ori. Sinteza realizată de Fujitsu FME este un model de claritate și simplitate. Chiar dacă experiența noastră didactică depășește deja 10 ani în acest domeniu, am rămas surprinși plăcut și am adoptat modul de a prezenta timerele cu ajutorul unei diagrame de numărare care exemplifică sugestiv comportarea lor. Dacă prezentarea unităților centrale este mai mult descriptivă, interfețele au fost prezentate mai detaliat, începând cu o parte teoretică pentru interfețele mai puțin cunoscute (LIN, I²C, CAN etc.), continuând cu structura interfețelor integrate în microcontrollere și sfârșind cu exemple, aplicații și forme de undă explicative. La sfârșitul acestei părți este prezentată la nivel general magistrala Flex Ray care încă nu este integrată dar se pare că este una dintre magistralele viitorului în aplicații auto și va fi integrată într-un microcontroller pe 32 de biți. Prezentarea regiștrilor de comandă și stare la fiecare interfață a născut câteva discuții contradictorii asupra oportunității unei astfel de prezentări. S-a păstrat acest mod de prezentare pentru că opțiunile posibile care se aleg din regiștrii dau o imagine clară asupra funcționării interfeței respective.

Mulțumesc colectivului de studenți care a format prima “echipă Fujitsu” din a căror lucrări de diplomă am preluat anumite aplicații. Mulțumiri lui Halmagy Octavian, Bălan Ovidiu, Brîndușeriu Anca și Moșoiu Adrian. De asemenea mulțumesc colegilor de catedră care crează un climat potrivit de muncă în micul nostru colectiv și care dovedesc faptul că ajutorul acordat unui coleg nu este doar o vorbă goală. Dar cartea a apărut datorită domnului Levente Nagy, de la care am avut extrem de multe de învățat, atât studenții cât și noi. Toate realizările legate de Fujitsu au fost posibile datorită energiei, optimismului și clarviziunii domnului Nagy, care ne-a arătat cum se lucrează într-un concern de mari dimensiuni, interesat de dezvoltarea proprie care este strâns legată de dezvoltarea colaboratorilor. Am înțeles că drumul ales de China de a produce o gamă mare de echipamente în serii mari este mai favorabil decât cel al Indiei în care specialiștii lucrează prin Internet pentru companiile occidentale și trăiesc bine pe un fond general de sărăcie. Chiar dacă a realiza aplicații industriale nu este un drum ușor, poate că studenții noștri ar trebui să apuce pe acest drum pentru că din păcate drumurile ușoare devin din ce în ce mai rare.

După ce au fost descrise microcontrollerele, în capitolele 6 și 7 se face o încercare de a explica ce anume se poate face cu acestea. În capitolul 6 se descriu sumar câteva unelte de dezvoltare iar în capitolul 7 se justifică folosirea acestor microcontrollere în aplicații auto descriindu-se particularitățile care le fac potrivite acestor aplicații.

În capitolul 8 se descriu controllerele grafice, explicând sumar și noile noțiuni folosite, cum ar fi filtrul antialiere sau corecția gamma, iar la sfârșitul capitolului se prezintă unelte de dezvoltare și un exemplu de conectare între un microcontroller și un controller grafic.

Ultimul capitol arată contribuțiile firmei Fujitsu în lupta contra poluării, ca un exemplu de atitudine responsabilă față de mediul înconjurător, o atitudine care nu este singulară în Japonia și poate fi un exemplu pentru companiile de la noi.

Această carte va fi urmată într-un timp foarte scurt de un alt volum dedicat aplicațiilor care va conține câteva aplicații, începând cu cele mai simple și continuând cu câteva aplicații industriale.

Firma FUJITSU

Istorie

În 20 iunie 1935 s-a născut firma FUJI TSUSHINKI MANUFACTURING Corp. care mai târziu devine Fujitsu., având la început 700 de angajați și un capital de 3 milioane de yeni, cu profilul de activitate fabricarea de telefoane. În anii '50 începe producția de componente electronice și calculatoare. Primul calculator FACOM 100 a fost construit pe bază de rele. În anii '60 începe construcția de calculatoare cu tranzistori, se deschid filiale în SUA și se adoptă denumirea de Fujitsu Limited. În anii '70 începe internaționalizarea firmei și se realizează aplicații naționale, de exemplu conectarea într-un sistem informatic bancar unic. Se anunță și începutul colaborării cu Siemens AG. În anii '80 realizările se diversifică și se înmulțesc, realizându-se componente noi, calculatoare, procesoare, software. În anii '90 cuvintele de succes au fost rețele, multimedia și Internet. Se realizează calculatoare RISC cu sisteme de operare UNIX, se lansează procesorul SPARC împreună cu SUN, se fabrică calculatoare mobile, display-uri cu plasmă etc. În 1999 se încearcă cu succes transmisia de 1 terabit/s (WDM) la distanța de 10 mii de kilometri. După 2000 dezvoltarea, diversificarea și noile colaborări cresc din nou. Se lucrează la proiecte mari în colaborare cu Toshiba, Alcatel, Compaq, Minolta, ST Microelectronics etc. În iunie 2000 a fost stabilită deviza companiei:



Calea Fujitsu

În 2002 a fost lansat un set de principii care guvernează activitatea concernului. Au fost definite valorile Fujitsu:

- Visul companiei este ca visurile clienților să se împlinească
- Fiecare angajat are un rol important în companie
- Câștigarea încrederii clienților prin calitatea produselor și serviciilor
- Se evaluează impactul asupra mediului în tot ceea ce face compania
- Profitul și creșterea trebuie să îndeplinească dorințele acționarilor, clienților, angajaților

și colaboratorilor.

Codul de onoare conține următoarele cerințe:

- Respectarea drepturilor umane
- Protecția proprietății intelectuale
- Compatibilitatea cu legile și standardele regionale
- Respingerea comportării ne-etice
- Respectarea confidențialității
- Fair play în afaceri.

Grija față de mediu

Ca și activități de menținere a mediului se poate menționa cea mai vastă operațiune a Fujitsu care a durat între 1998 și 2005 de replantare a pădurilor în Asia (Tailanda, Vietnam, Malaezia)-proiectul "Enhancing Malaysia Eco Forest Park".

Structura de conducere

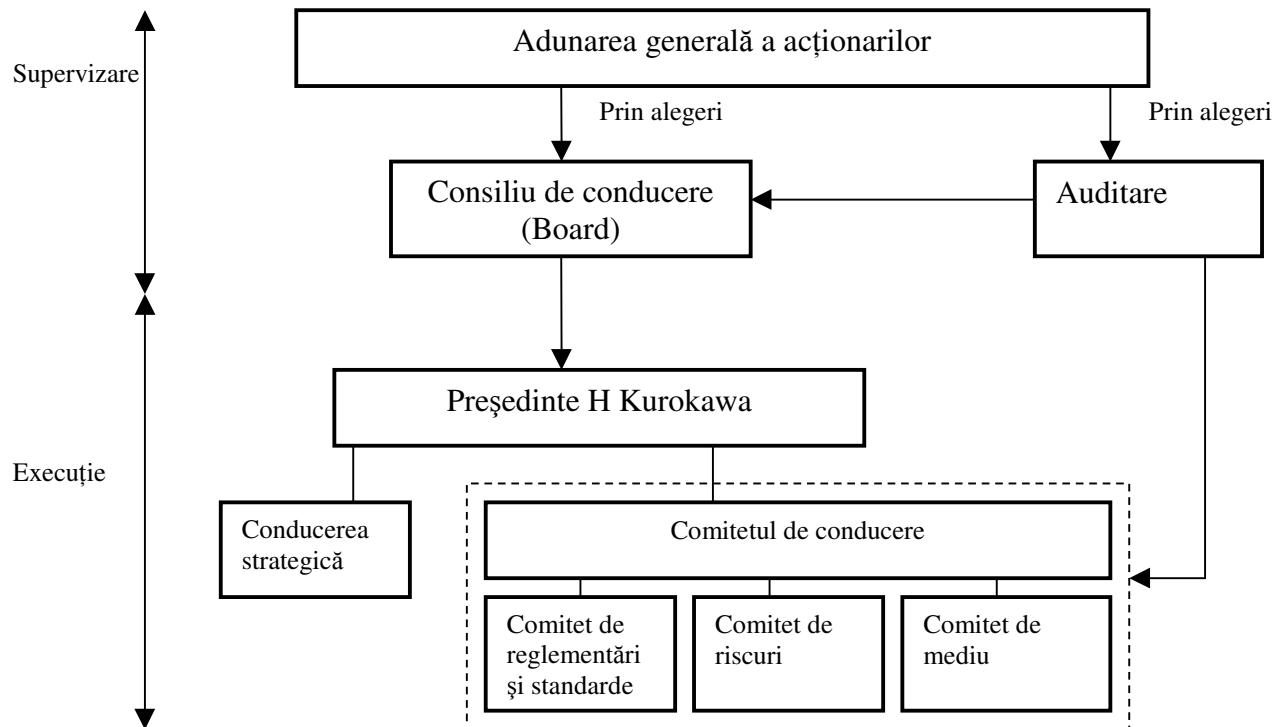


Figura I: structura de conducere a firmei Fujitsu

Fujitsu Microelectronics Europe

Are sediul central la Frankfurt și se ocupă cu o gamă largă de aplicații, cum ar fi:

- Senzori de amprentă, accelerometre, senzori giroscopici, sisteme GPS
- Microcontrollere și controllere grafice
- Circuite liniare
- Memorii, convertoare de date, circuite ASIC și ADSL

Aplicațiile sunt destinate în special domeniilor auto, industrial, multimedia și comunicații.

În partea dreaptă se vede o fotografie a sediului Fujitsu din Frankfurt în fața căruia se află prima echipă de studenți care au lucrat în cadrul laboratorului Fujitsu, însoțiți de dl. Levente Nagy.

Adrese utile:

www.fujitsu.com

<http://emea.fujitsu.com/microelectronics>

www.fme.fujitsu.com

(alte adrese utile sunt menționate în bibliografie)



1.MICROCONTROLLERE

1.1.Introducere în microcontrollerele FUJITSU

Familii de microcontrollere FUJITSU:

- Familia FR de mare performanță pe 32 de biți, cu arhitectură RISC, cu FLASH, CAN și LIN incluse, realizate în tehnologie 0,35-0,18μm
- Familia FR Lite pe 32 de biți, care optimizează raportul preț performanță, cu arhitectură RISC, cu FLASH, CAN și LIN incluse, realizate în tehnologie 0,35-0,18μm
- Familia F²MC-16FX pe 16 biți, planificată pentru anul 2006, cu FLASH, CAN și LIN incluse alături de un set complet de interfețe integrate, realizate în tehnologie 0,18μm
- Familia F²MC-16LX pe 16 biți, cu FLASH, CAN și LIN incluse, realizate în tehnologie 0,5-0,35μm
- Familia F²MC-8FX pe 8 biți, cu FLASH, și LIN incluse, realizate în tehnologie 0,35μm
- Familia F²MC-8LX pe 8 biți, realizate în tehnologie 0,65-0,5μm

Toate MC au o structură care poate fi generalizată sub forma schemei bloc din figura 1:

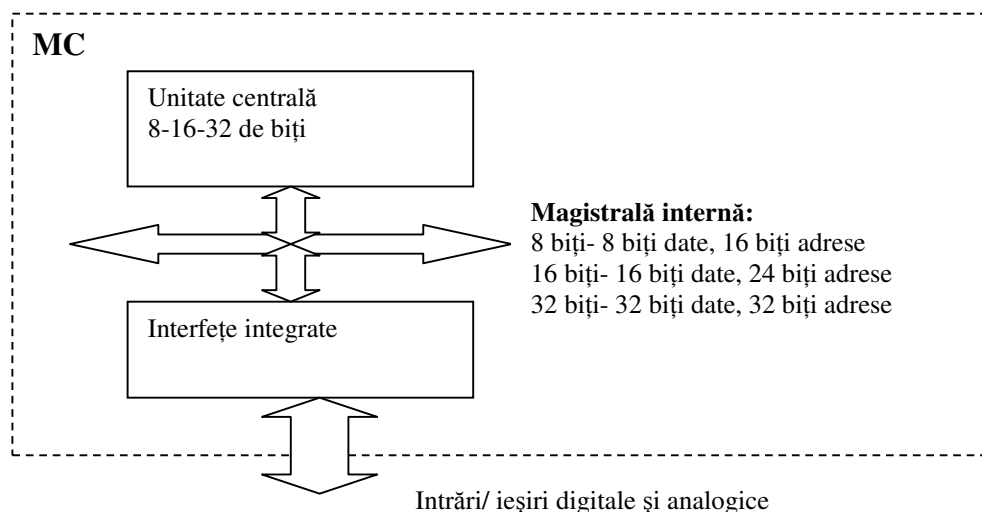


Figura 1.1: schema bloc generală a unui microcontroller

Interfețele integrate sunt asemănătoare pentru toate MC, așa încât acest studiu tratează separat unitățile centrale pe 8/16/32 de biți și interfețele integrate.

O schemă bloc mai detaliată a MC din familiile Fujitsu în care sunt reprezentate și interfețele integrate (cele mai uzuale) este dată în figura 1.2:

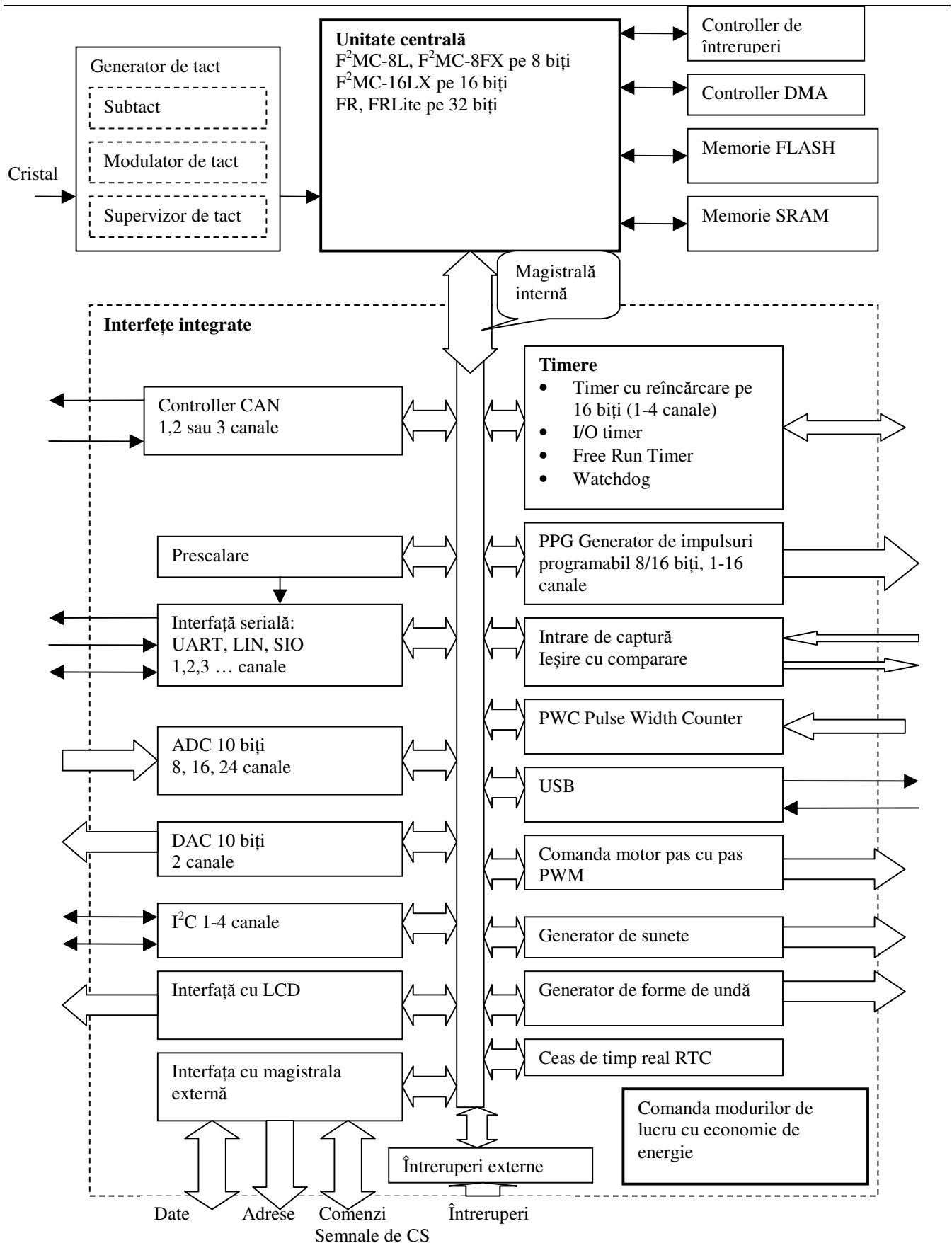


Figura 1.2: schema bloc detaliată a microcontrollerelor Fujitsu

1.2. Prezentare generală a microcontrollerelor pe 8 biți

Familia F²MC-8L (F²MC de la Fujitsu Flexible Microcontroller) a fost prima familie de MC pe 8 biți (MB89xxxx), bazată pe o unitate centrală cu următoarea schemă bloc (figura 1.3):

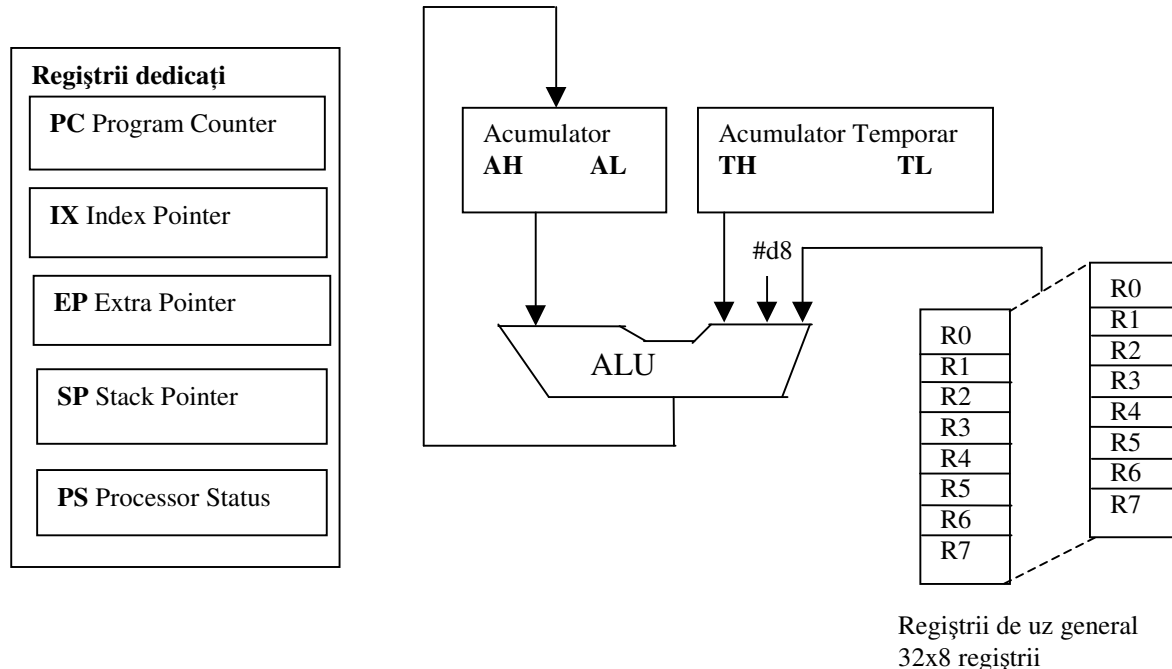


Figura 1.3: unitatea centrală pe 8 biți

CPU are următoarele caracteristici:

- structură CISC cu 136 de instrucțiuni
- 2 registrele acumulator A și T de 16 biți
- spațiul de adrese pentru memoria de program și date este de 64K
- instrucțiuni puternice care includ operarea pe bit, înmulțirea și împărțirea
- registrele de uz general grupate în 32 de bank-uri a 8 registre de 8 biți
- moduri de lucru cu economie de energie:
 - mod RUN în care tactul poate fi modificat în 4 trepte (minimum 400ns pentru o instrucțiune)
 - mod sub tact în care tactul este furnizat de un oscilator cu frecvența mai mică (32KHz). Tactul extern este de regulă de 4MHz.
 - mod adormit (SLEEP) în care CPU este oprită și interfețele interne funcționează
 - mod oprit (STOP) în care circuitul este oprit în întregime.

Noua familie F²MC-8FX (MB95xxxx) este compatibilă software cu vechea familie dar are îmbunătățiri în ceea ce privește tehnologia de construire, ceea ce permite o viteză mai mare (100ns timp de execuție a unei instrucțiuni), un consum mai mic (1μA în modul de lucru cu economie de energie). Familia a fost îmbunătățită și la partea de interfețe integrate, fiind prevăzute cu o interfață LIN (Local Interconnect Network) și un supervisor de tact cu oscilator integrat. Este de menționat și posibilitatea de operare duală cu memoria FLASH, adică se poate executa un program dintr-o zonă de FLASH în timp ce o altă zonă este scrisă sau ștersă.

Serii de microcontrollere în familia F²MC-8FX

1.SAXOPHONE (capsulă de 100 de pini)

CPU:

- instrucțiuni de înmulțire și împărțire
- posibilitatea de operare pe 16 biți
- instrucțiuni de salt în funcție de valoarea unui bit
- instrucțiuni pe bit

Tact:

- tact principal multiplicat prin PLL
- subtact sau subtact multiplicat prin PLL (la anumite modele din serie)

Timere (9 canale):

- 2 canale de timere 8-16 biți
- 2 canale de timere de 16 biți cu reîncărcare
- 2 canale PPG (generator programabil de impulsuri) 8/16 biți
- 3 canale PPG de 16 biți
- timer de bază (Timebase Timer)

Interfața serială:

- LIN UART
- UART

Interfața I²C

Convertor A/D pe 10 biți (16 canale)

Înteruperi externe (16 linii)

Maximum 89 de linii de I/O

Există modele alimentate la 5V și la 3V. Modelele de 5V admit supervisor de tact și detecția scăderii tensiunii.

2.**RESERVE1** (capsulă de 80 de pini) are maximum 71 de linii de I/O și aceeași structură cu SAXOPHONE.

3.**BASSOON** (capsulă de 64 de pini) are maximum 71 de linii de I/O, mai puține timere (7 canale), mai puține linii de conversie A/D (12), mai puține linii de întrerupere externă (12 linii).

4.**CLARINET** (capsulă de 48 de pini) are maximum 40 de linii de I/O, 8 canale A/D, 8 linii de întrerupere externă, 5 canale timer.

5.**OBOE** (capsulă de 32 de pini) are maximum 24 de linii de I/O, 8 linii de întrerupere externă, 5 canale timer, 8 canale A/D, fără I²C.

6.**FLUTE** (capsulă de 28 de pini) are maximum 20 de linii de I/O, 8 linii de întrerupere externă, 3 canale timer, 8 canale A/D, fără I²C.

7.**PICCOLO** (capsulă de 20 de pini) are maximum 14 linii de I/O, 8 linii de întrerupere externă, 3 canale timer, 8 canale A/D, fără I²C.

8.**TUBA** (capsulă de 100 de pini) conține interfață pentru LCD.

9.**RESERVE2** (capsulă de 80 de pini) conține interfață pentru LCD.

10.**TROMBONE** (capsulă de 64 de pini) conține interfață pentru LCD.

11.**TRUMPET** (capsulă de 48 de pini) conține interfață pentru LCD.

1.3. Prezentare generală a microcontrollerelor pe 16 biți

Familia de microcontrolere pe 16 biți este cea mai largă familie, conținând o mare varietate de modele. Unitatea centrală a acestei familii este F2MC-16LX care are următoarea schemă bloc (figura 1.4):

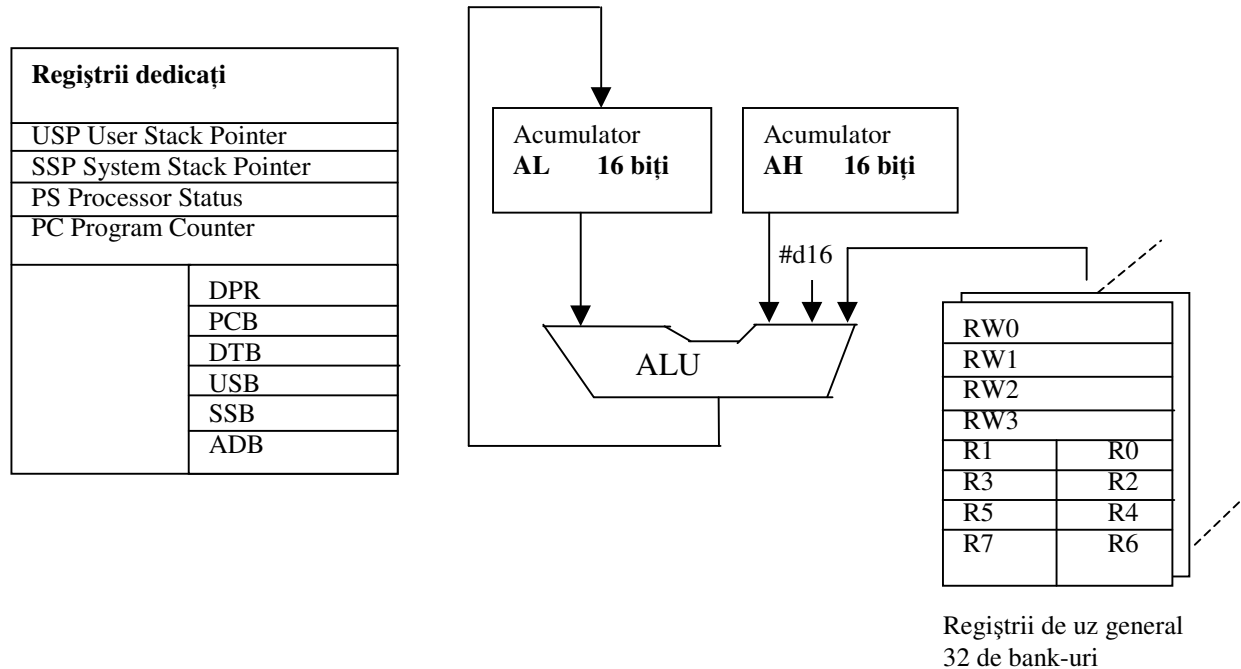


Figura 1.4: unitatea centrală pe 16 biți

Adresarea este pe 24 de biți (16M adresabili), ceea ce are ca urmare diversificarea modurilor de adresare. Adresarea poate fi:

- directă, se specifică o adresă de 24 de biți (cu dezavantajul că instrucțiunea este mai lungă)
- cu regiștrii dedicați, (PCB(Program Bank Register), DTB (Data Bank Register), USB (User Stack Bank Register), SSB System Stack Bank Register), ADB (Additional Bank Register), DPR (Direct Page Register)) cu ajutorul cărora se construiește adresa de 24 de biți, 8 biți fiind specificați în registru și doar 16 biți în instrucțiune.

Instrucțiunile mai scurte duc la posibilitatea de a scrie un program mai scurt, care poate fi stocat într-o memorie mai mică, așa încât se obțin performanțe superioare la același cost sau costuri mai mici.

La aceste MC apar sau se perfecționează module care asigură mărirea siguranței în funcționare, cum ar fi tactul de rezervă asociat cu supervizorul de tact, verificarea scăderii tensiunii de alimentare, modulatorul de tact care asigură scăderea interferențelor electromagnetice EMI, moduri suplimentare de lucru cu economie de energie (de exemplu cu tact intermitent) și nivelele logice auto la pinii de I/O. Aceste perfecționări orientează aplicațiile acestor MC către aplicațiile auto, particularitățile acestor aplicații fiind punctate într-un capitol separat.

Flexibilitatea și complexitatea aplicațiilor crește datorită faptului că aceste MC au magistrală externă și un set de interfețe integrate mai larg decât MC pe 8 biți, de exemplu conțin interfața CAN, specifică aplicațiilor auto.

Viteza de lucru este mai mare datorită prelucrărilor pe 16 biți dar și tactului mai mare (până la 24MHz față de 10MHz la MC pe 8 biți). Tactul este generat în exterior la o valoare mai mică și multiplicat intern cu o buclă PLL, ceea ce are 2 avantaje majore:

- perturbații radiate în exterior mai mici datorită oscilatorului extern cu frecvență mai mică

- posibilitatea de a modifica tactul software, ceea ce modifică viteza de prelucrare a MC și consumul, adaptând acești parametri la necesitățile aplicației.

Serii de microcontrollere în familia F²MC-16LX

a.MC de uz general:

MB90540G, MB90545G (capsulă de 100 pini) conțin:

- FLASH 64K-256K, RAM 2K-8K
- Tact 16MHz, 32KHz
- ADC 10 canale, CAN 1-2 canale, UART, magistrală externă, PPG 4 canale, timere 2 canale etc.

MB90435 (capsulă de 100 pini) are structura lui MB90540, fără CAN

MB90440 (capsulă de 100 pini) are structura lui MB90540 cu 3 canale CAN

MB90495G (capsulă de 64 pini) are structura lui MB90540 dar are mai puține timere

MB90385 (capsulă de 48 pini) are structura lui MB90540, cu 64K FLASH, 2K RAM, fără magistrală externă

MB90455 (capsulă de 48 pini) are structura lui MB90540 cu 64K FLASH, 2K RAM, fără magistrală externă și CAN (este cel mai ieftin reprezentant al familiei) dar are 10 canale ADC, timere, UART, PPG

MB90340 (capsulă de 100 pini) conține:

- FLASH 128K-512K, RAM 6K-20K
- Tact 24MHz, 32KHz, inclusiv modulator de tact și supervisor de tact
- USART LIN 5 canale, CAN 3 canale maxim, ADC 10 canale maxim, PPG 8 canale maxim, timer 4 canale, magistrală externă, I²C opțional

MB90860 (capsulă de 100 pini) este un MB90340 fără CAN,

MB90350 (capsulă de 64 de pini) este ca MB90340 dar are mai puține canale ale interfețelor interne

MB90360 (capsulă de 48 de pini) are 64K FLASH, 3K RAM, fără magistrală externă, cu mai puține canale ale interfețelor interne

MB90550 (capsulă de 100 pini) conține:

- FLASH 64K-128K, RAM 2K-6K
- Tact 16MHz
- UART, ADC 8 canale, timer 2 canale, PPG 3 canale, magistrală externă, I²C opțional 2 canale

MB90560 (capsulă de 64 de pini) are structura lui MB90550, are 64K FLASH, 2K RAM, are în plus un generator de funcții și un timer multifuncțional.

MB90563 este ca și modelul MB90560 dar se alimentează la 3V.

b.MC speciale

MB90330 (capsulă de 120 pini) include o interfață USB și conține:

- FLASH 384K, RAM 24K,
- Tact 24MHz, 32KHz
- Interfață USB 1.1, UART 4 canale, I²C, ADC 16 canale, PPG 3-6 canale, timer 3 canale, magistrală externă, alimentare la 3V

MB90335 (capsulă de 64 pini) are structura lui MB90330 și conține:

- FLASH 64K, RAM 4K,
- Tact 24MHz, 32KHz
- Interfață USB 1.1, UART 2 canale, I²C, PPG 2-4 canale, timer un canal, fără ADC, fără magistrală externă, alimentare la 3V

MB90520B (capsulă de 120 pini) include un controller de LCD 4x32 și conține:

- FLASH 64-128K, RAM 4K,
- Tact 16MHz, 32KHz
- UART 2 canale, ADC 8 canale, DAC 2 canale, PPG 2 canale, timer 3 canale

MB90420 (capsulă de 100 pini) include un controller de LCD 4x24 și conține:

- FLASH 128K, RAM 6K,
- Tact 16MHz, 32KHz
- CAN 2 canale, UART 2 canale, ADC 8 canale, PPG 3 canale, timer 1 canal, generator

de sunete, modul de comandă a motorelor pas cu pas 4 canale

MB90460 (capsulă de 64 pini) conține:

- FLASH 64K-128K, RAM 2K,
- Tact 16MHz
- UART 2 canale, ADC 8 canale, PPG 2 canale, timer multifuncțional, generator de

forme de undă, canal PWM

MB90570 (capsulă de 120 pini) conține 7 semnale de selecție circuite pentru magistrala externă

MB90470 (capsulă de 100 pini) conține un controller DMA pe 16 canale.

Structura **MC F²MC-16FX** va conține:

- FLASH 256K cu operare duală
- RAM 16K
- Tact 64MHz, extern 4MHz, 32KHz
- CAN 2 canale, UART LIN 4 canale, I²C opțional, magistrală externă, PPG 8 canale, timer 6 canale, supervizor de tact și tact RC integrat, modulator de tact, control al pantei la

porturilor de I/O.

Un grafic în care pe abscisă este reprezentat numărul de pini iar pe ordonată structura MC (componența interfețelor interne) arată o imagine sugestivă a familiei de MC pe 16 biți și ajută ca un prim ghid de selecție, figura 1.5:

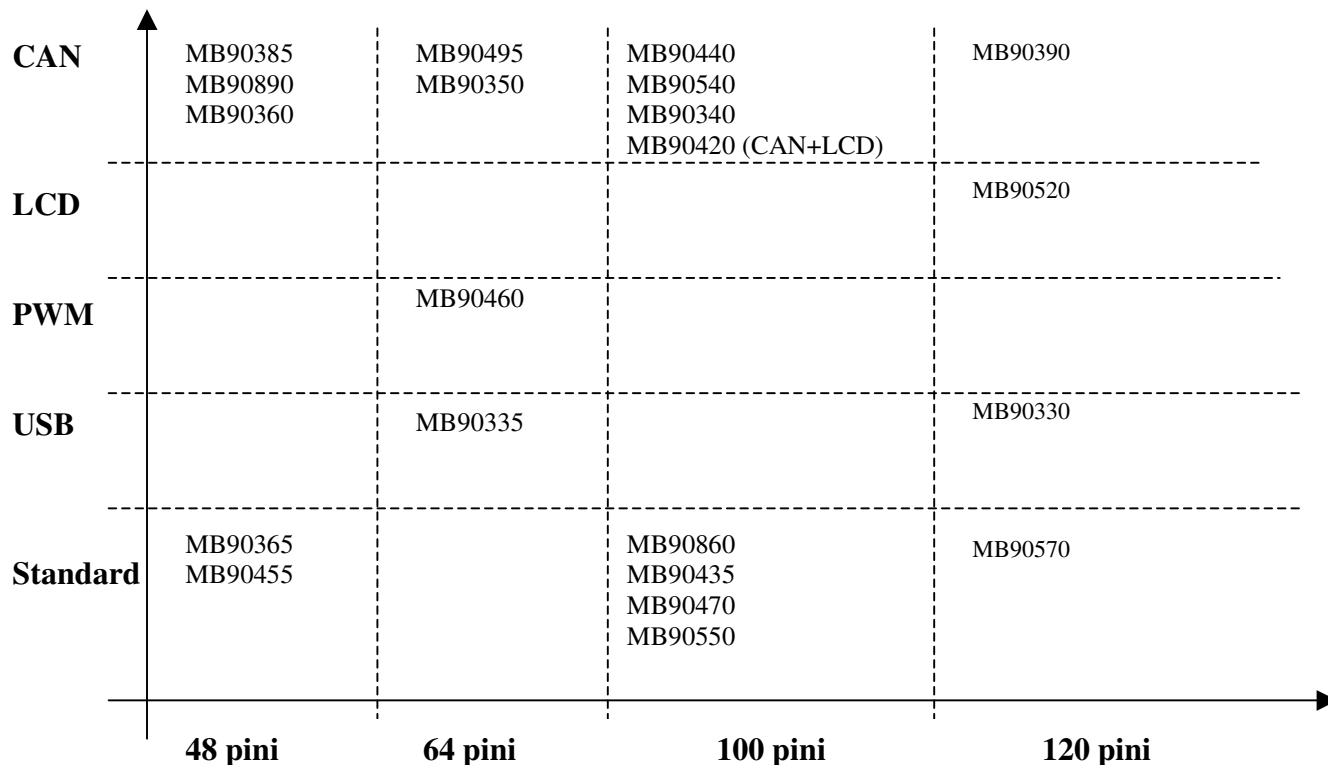


Figura 1.5: ghid de selecție pentru MC Fujitsu pe 16 biți

Nu au fost reprezentate pe acest grafic toate modelele disponibile. Alte forme de grafice pot fi realizate: modelele în funcție de viteza de lucru, în funcție de numărul de canale și performanța CAN, în funcție de numărul de linii de I/O etc.

1.4. Prezentare generală a microcontrollerelor pe 32 de biți

Familia FR de microcontrollere pe 32 de biți este bazată pe o structură RISC de tip Harvard. Această familie este dedicată aplicațiilor de performanță la un preț accesibil, aplicații cum ar fi de exemplu comunicațiile sau aplicațiile auto. Familia FR este formată din mai multe serii de microcontrollere cu performanțe diferite dar compatibile software.

Performanțele nucleelor CPU sunt clasificate în diagrama orientativă din figura 1.6:

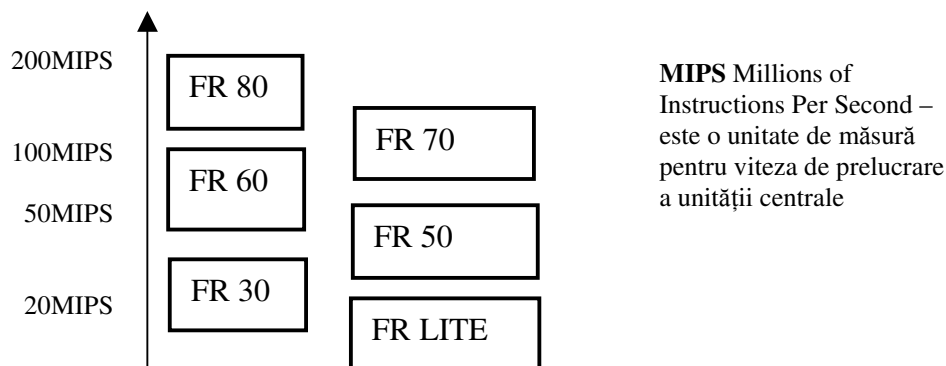


Figura 1.6: performanțele unităților centrale pe 32 de biți

Schema bloc a unei unități centrale tipice este dată în figura 1.7:

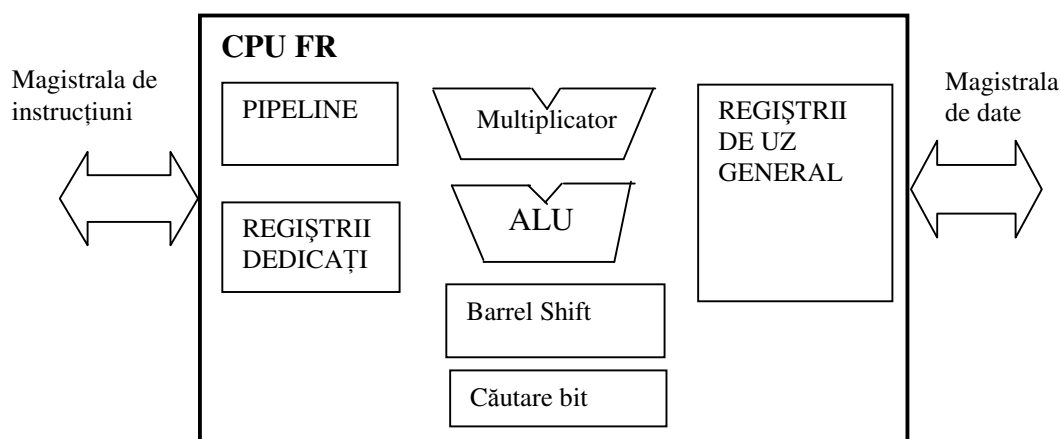


Figura 1.7: unitatea centrală pe 32 de biți

CPU conține un “pipeline” cu 5 nivele, un circuit de înmulțire de 32x32 de biți, un circuit de deplasare într-un tact (Barrel Shifter) și o unitate de căutare a unui bit într-un singur ciclu. Instrucțiunile au coduri de 16 biți ceea ce are avantajul că se pot aduce 2 coduri la o citire din memorie și se ușurează lucrul cu memoria externă.

CPU are 8 regiștrii dedicați de 32 de biți și 16 regiștrii de uz general de 32 de biți aranjați într-un singur bank. Funcțiile regiștrilor generali R13, R14 și R15 pot fi și acelea de acumulator, indicator de cadre și indicator de stivă. Setul de instrucțiuni conține și instrucțiuni de manipulare la nivel de bit necesare lucrului cu interfețele integrate. Cu toate că structura este RISC există un număr de instrucțiuni extinse care ajută în programare.

În structura Harvard CPU conține o magistrală de date și una de instrucțiuni, diferite. Blocurile interne care necesită viteză mare sunt conectate prin magistrala de 32 de biți (RAM, controller DMA, unitatea de căutare bit). Blocurile care nu necesită viteză mare de transfer sunt conectate printr-o magistrală de 16 biți numită R-Bus (de exemplu UART, timere etc.). MC pe 32 de biți sunt prevăzute cu o magistrală externă (Real Bus) prin care se pot conecta memorii externe sau circuite specializate. Magistrala externă conține și semnalele de selecție (CS) pentru 6-8 zone de selecție.

O schemă bloc generală a MC pe 32 de biți este dată în figura 1.8:

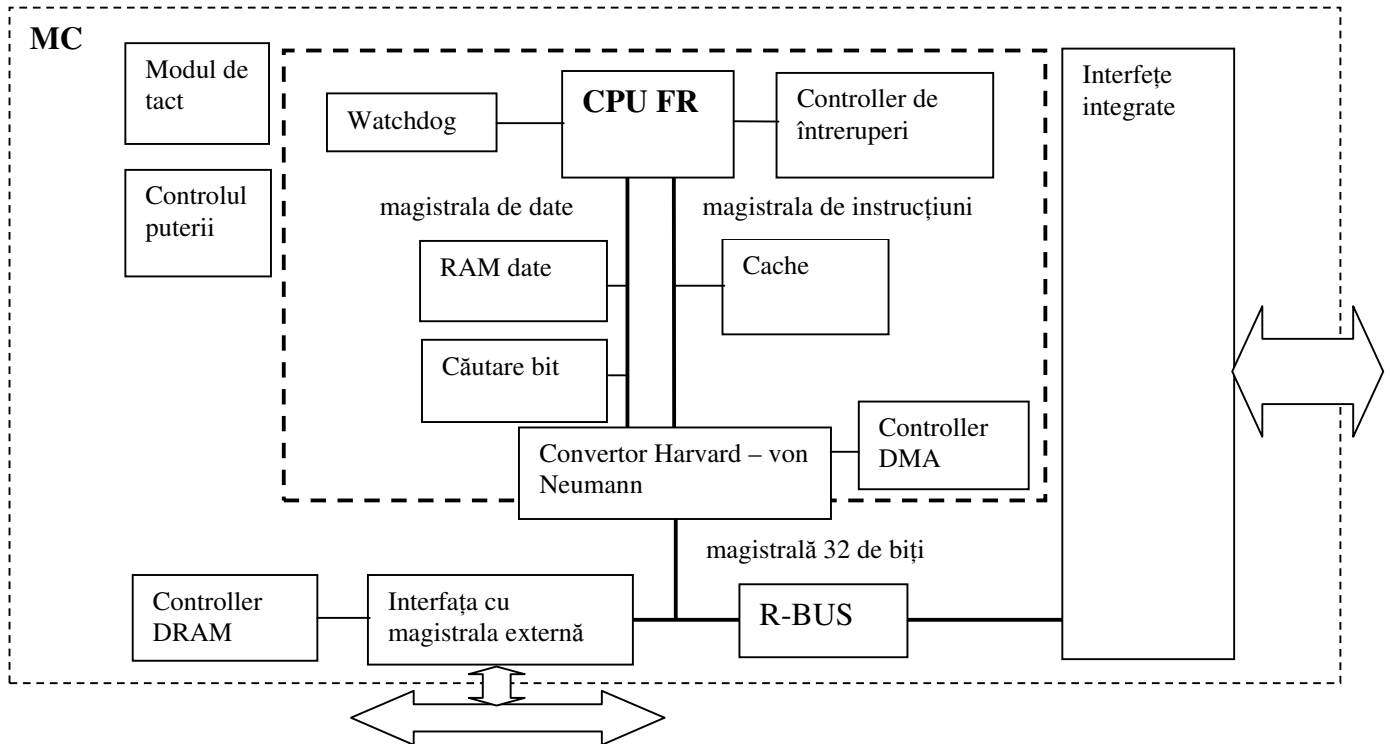


Figura 1.8: schema bloc generală a MC pe 32 de biți

În această schemă bloc se remarcă existența memoriei cache de instrucțiuni (unele serii au și cache pentru date). Partea CPU folosește arhitectura Harvard în timp ce partea periferică folosește o arhitectură von Neumann, de aceea este nevoie de convertorul de magistrală. Majoritatea MC pot comanda prin intermediul magistralei externe memorii RAM dinamice de diferite tipuri. Interfețele integrate sunt în număr mare și de o diversitate de asemenea mare.

Prezentarea unor serii de MC pe 32 de biți

Seria **MB91101** are integrată o memorie cache de 1K octet asociativă, conține memorie RAM și FLASH în funcție de model. Interfețele interne sunt: 3xUART, 4 canale ADC, 4 canale PWM, 4 linii de întreruperi externe, 3x timer, ceas de timp real, 5 canale DMA. Magistrala externă suportă 25 de biți de adresă, date pe 8/16 biți, 6 linii de CS. Controllerul de DRAM poate lucra și în mod *Fast Page*. Frecvența maximă este de 50MHz.

Seria **MB91230** se bazează pe un nucleu FR LITE și conține în plus un controller LCD cu 4 plane și 32 de segmente, frecvența poate fi maximum 33,6MHz și conține 256K octeți FLASH.

Seria **MB91260/265** conține în plus un controller de motor pas cu pas cu 3 faze. Comanda motorului se face cu forme de undă specifice aplicate fiecărei faze.

Seria **MB91301** are un număr mai mare de interfețe integrate: 5 canale USART, un canal I²C, 8 canale ADC, 2 canale DAC, 3 canale PPG etc., fiind încapsulate în capsule de 120 și 170 de pini.

Seria **MB91360G** include 768K octeți FLASH, interfață CAN, controller de motor pas cu pas, generator de sunete etc. Seria are posibilitatea modulării tactului pentru micșorarea interferențelor electromagnetice. Încapsularea este în circuite de 120-208 pini.

Seria **MB91460** se bazează pe un nucleu FR 70. Frecvența de tact poate fi până la 100MHz, suportă 4M octeți FLASH, 128K octeți RAM, memorie cache de 4K octeți. Fiind special concepută pentru aplicații auto seria MB91460 are implementate măsuri de siguranță specifice: modularea tactului, supravegherea tactului, oscilator RC integrat, tact și subtact. Interfețele sunt: până la 6 canale CAN, I²C, captură la intrare 8 canale de 16 biți, ieșire cu comparare 8 canale x 16 biți, timer, PPG, modulator în frecvență a impulsurilor, 2 numărătoare, generator de sunete, ceas de timp real, interfață cu memoria SDRAM, magistrală externă (adresare pe 32 de biți, date pe 8,16 sau 32 de biți), 5 canale DMA, 16 canale de întreruperi externe, convertor AD, interfață pentru LCD. Opțional unele modele pot avea integrată interfață USB, Ethernet și Flex Ray la circuitele din a 2-a generație care este în lucru (MB91460B).

Sinteza performanțelor (pentru modelul MB91360)

CPU

- Timp de execuție a instrucțiunii (depinde de model) 15,6ns (64MHz)
- Pipeline cu 5 nivele
- Spațiu de adresare de 4G locații (32 linii de adresă)
- Instrucțiuni cu lungime fixă de 16 octeți
- Procesarea întreruperilor se face în 6 cicluri mașină
- 16 regiștrii de uz general a 32 de biți
- Modularea tactului pentru micșorarea EMI (Electromagnetic Interference)

Memoria

• Până la 4K octeți RAM de instrucțiuni (I-RAM) sau memorie RAM cache (asociativă), în funcție de model

- Până la 32 K octeți memorie RAM static integrată
- 768K octeți FLASH (în funcție de model)

Magistrală externă

• Magistrala de adrese are 32 linii de adresă. Spațiul extern este divizat în 8 zone, pentru fiecare se poate defini un semnal de selecție.

- Magistrala de date poate fi pe 8, 16 sau 32 de biți.

Întreruperi și DMA

- 16 nivele de întrerupere mascabile
- 8 canale DMA din care 3 externe, care admit mai multe tipuri de transferuri.

Moduri de lucru cu economie de energie

- Cu control software- mod adormit, mod STOP, mod ceas de timp real
- Cu control hardware
- Observație: se poate lucra cu tacte diferite pentru CPU și interfețele interne.

Interfețe integrate

- UART, USART cu funcționalitate LIN
- Ceas de timp real
- Control motoare pas cu pas
- Generator de sunete
- I/O serial
- I/O timer
- I²C
- Convertor D/A pe 10 biți

- Convertor A/D pe 10 biți
- Interfață CAN
- Comparator
- Timer de bază cu reîncărcare
- Generator programabil de impulsuri PPG
- Watchdog Timer
- Unitate de căutare bit

Concluzii

Un grafic al frecvenței de tact al diferitelor familii de MC pe 8, 16 și 32 de biți poate da o imagine sugestivă care ajută la o alegere corectă a celui mai potrivit MC pentru o anumită aplicație, figura 1.9:

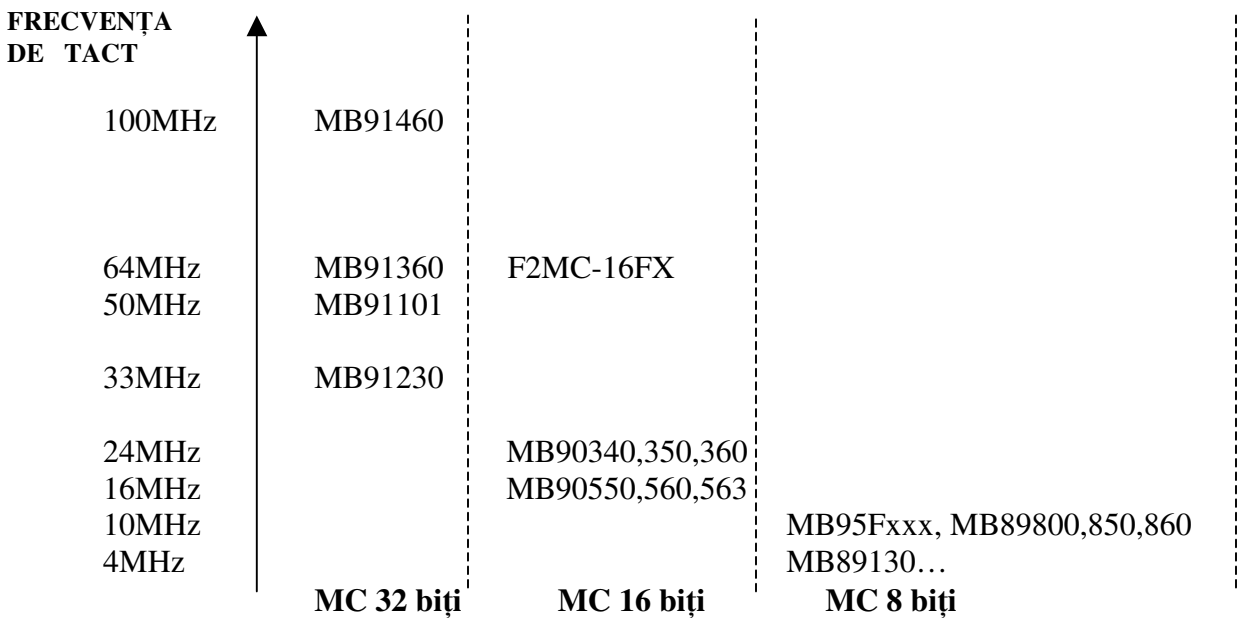


Figura 1.9: frecvența de tact pentru diferite familii de MC Fujitsu

Indicativul MC este de forma:

MB90 F 34 7 CAS PF- GS- BNDE1 → variante speciale (BNDE1- fără plumb)

| Gradul de calitate (G-100ppm, GS- 50ppm, GT- 10ppm)
 | Capsula (P(DIP), P-SH(Shrink DIP), PF(QFP), PMT(Chip de evaluare)...)

| C-cu I²C, A- revizia, S- Single Clock
 | Subcod al seriei
 | Codul seriei
 | Tip (fără -cu mască, F-cu FLASH, P-cu OTP, T-fără ROM, V,PV-chipuri de evaluare)

Familie (MB89 pe 8 biți, MB90 pe 16 biți, MB91 pe 32 de biți, MB95 pe 8 biți)

Un tabel sugestiv (figura 1.10) grupează MC prin clasificarea lor pe 8, 16 sau 32 de biți pe abscisă și după numărul de canale CAN pe ordonată. Nu sunt reprezentate toate familiile de MC, fiind alese câteva familii mai reprezentative. S-au menționat la fiecare model numărul de pini ai capsulei, memoria FLASH, memoria RAM și interfețele mai deosebite. Prețul unui MC depinde în mare măsură de numărul de canale CAN și de numărul de pini, deci se poate interpreta că pe ordonată a fost reprezentat prețul.

3 canale CAN	MB90F443G, 100p 128kB Flash, 6kB RAM, 3xCAN		MB91F362G, 208p 512kB Flash, 12kB RAM, 3xCAN, bus extern
2 canale CAN	MB90F543G, 100p 128kB Flash, 6kB RAM, 2xCAN	MB90F594G, 100p 256kB Flash, 6kB RAM, 2xCAN, MPP	MB91F365G, 120p 512kB Flash, 16kB RAM, 2xCAN, MPP,
	MB90F591G, 100p 384kB Flash, 8kB RAM, 2xCAN, MPP	MB90F394, 120p 384kB Flash, 10kB RAM 2xCAN, MPP	MB91F376G, 160p 768kB Flash, 16kB RAM, 2xCAN, MPP
un canal CAN	MB90F598G, 100p 128kB Flash, 4kB RAM, 1xCAN, MPP	MB90F347, 100p 128kB Flash, 6kB RAM, 1xCAN, bus extern	MB91F364G, 120p 256kB Flash, 12kB RAM, 1xCAN
	MB90F428G, 100p 128kB Flash, 6kB RAM, 1xCAN, MPP, LCD	MB90F349, 100p 256kB Flash, 6kB RAM, 1xCAN, bus extern	
	MB90F546G, 100p 256kB Flash, 8kB RAM, 1xCAN, bus extern	MB90F352, 100p 128kB Flash, 4kB RAM, 1xCAN, MPP	
	MB90F497G, 64p 64kB Flash, 2kB RAM, 1xCAN, bus extern		
	MB90F387, 48p 64kB Flash, 2kB RAM, 1xCAN		
MB95Fxxx, 20-100p 60kB Flash, 2kB RAM,	MB90F457, 48p 64kB Flash, 2kB RAM,		MB91F233, 120p 256kB Flash, 16kB RAM, LCD
MC pe 8 biți	MC pe 16 biți		MC pe 32 biți

Figura 1.10: o clasificare a MC