

Vodenje tehnoloških procesov

dodatni zapiski

Povzeto po gradivu “C2000 Teaching materials”, SSQC011, Texas Instruments, European Customer Training Center, University of Applied Sciences Zwickau (FH), priredila

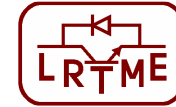
Vanja Ambrožič, Mitja Nemec (vaje)

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko,

Tržaška 25, 1000 Ljubljana, SLOVENIJA

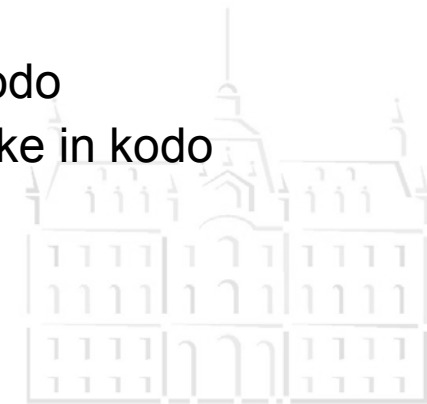
e-mail: vanjaa@fe.uni-lj.si

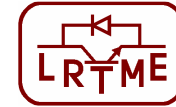




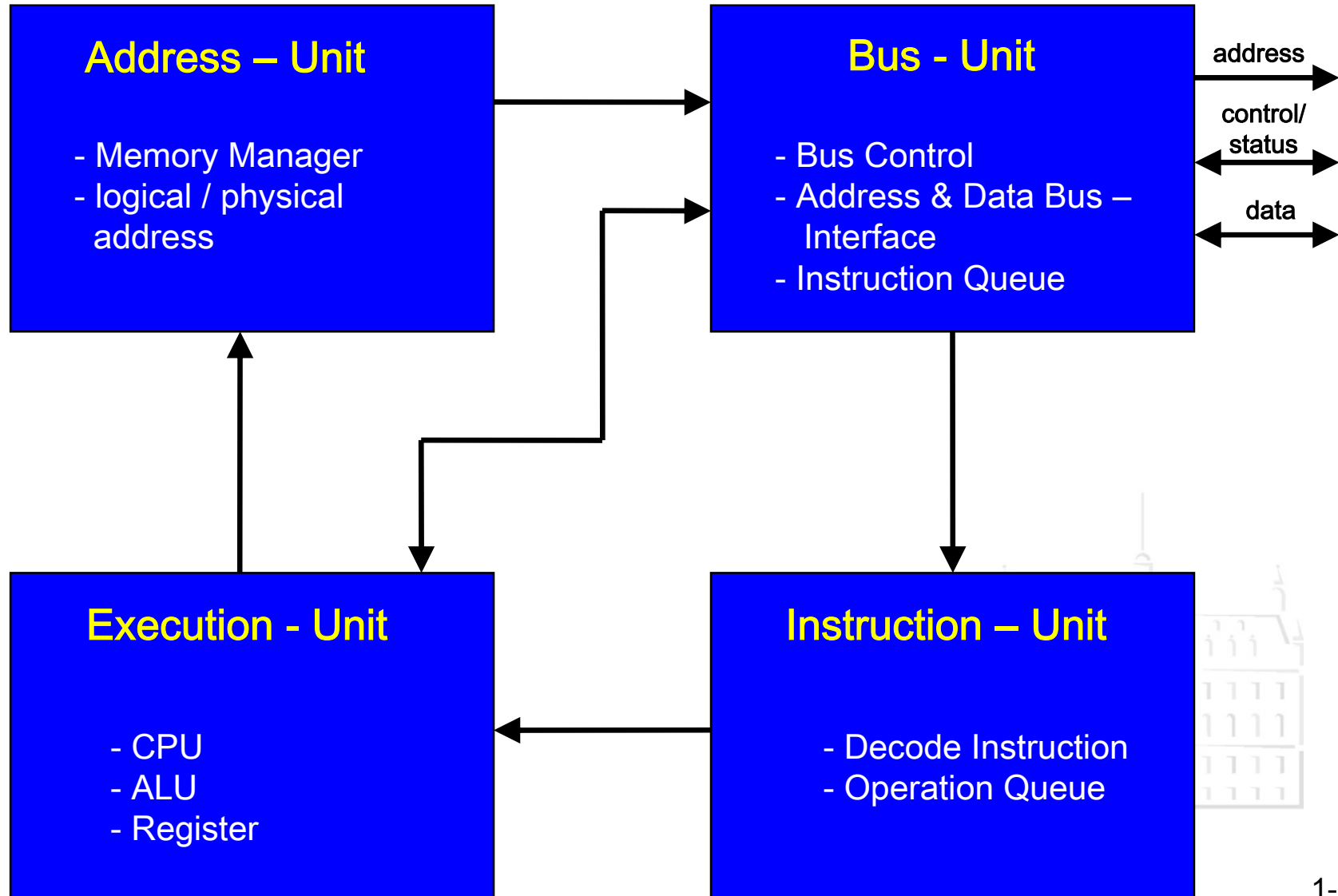
Kaj je digitalni signalni (mikro)krmilnik (Digital Signal Controller)?

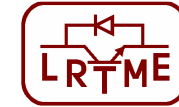
1. Mikroprocesor (μ P):
 - Centralna naprava mikroračunalniškega sistema, sestavljenega iz več IC-jev
 - Dve osnovni arhitekturi:
 - „Von Neumannova arhitektura“
 - „Harvard“ arhitektura
 - „Von Neumannova“ arhitektura :
 - Podatki in program (koda) si delita pomnilniško področje
 - Podatki in koda si delita pomnilniško vodilo
 - „Harvard“ arhitektura :
 - Dve neodvisni pomnilniški področji za podatke in kodo
 - Dva neodvisna sistema pomnilniških vodil za podatke in kodo
 - Za delovanje μ P so potrebna dodatna vezja





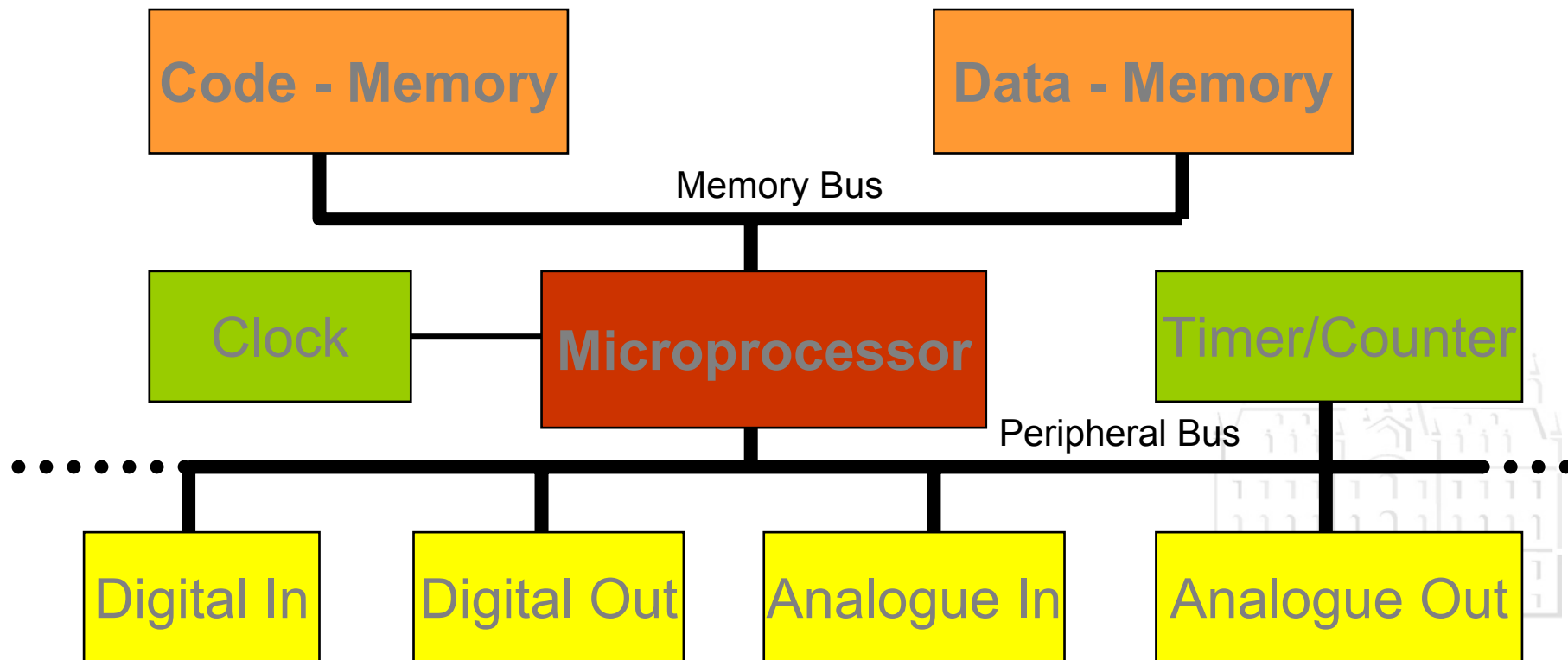
Zgodovina (1984): Microprocessor Intel 80x86

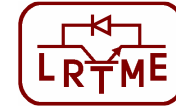




PC je mikroračunalnik (Micro Computer)

Mikroračunalnik = mikroprocesor (μ P) + pomnilnik + periferija

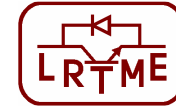




Periferija računalnika

- Periferija vključuje:
 - Digitalne vhodne in izhodne povezave (Digital Input / Output lines)
 - Analogno-digitalne pretvornike (ADC)
 - Digitalno-analogne pretvornike (DAC)
 - Časovne/števne enote (Timer / Counter units)
 - Izhode za pulzno širinsko modulacijo (PWM)
 - Enota za digitalni zajem (Digital Capture)
 - Enote za omrežno povezavo:
 - Serial Communication Interface (SCI) - UART (ser. asinhr. vmes.)
 - Serial Peripheral Interface (SPI) (ser. sinhronski vmesnik)
 - Controller Area Network (CAN)
 - Inter Integrated Circuit (I²C) – Bus
 - Local Interconnect Network (LIN)
 - Universal Serial Bus (USB)
 - Local / Wide Area Networks (LAN, WAN)
 - Grafične izhodne enote itd.



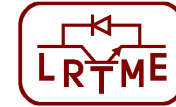


Mikrokrmilnik - Sistem na integriranem vezju

Mikrokrmilnik (Microcontroller - μC)

- Mikroračunalnik na enem samem integriranem vezju!
- Vsa procesna moč in vhodno/izhodni kanali potrebni za krmiljenje v *realnem času* se nahajajo na IC-ju
- Zagotavlja poceni in procesno močno rešitev za “embedded” krmilne aplikacije (aplikacije z “vstavljenim” – integriranim procesorjem)
- Osnova za skorajda vsak sodobni regulirani sistem
- Čez 200 različnih družin mikrokrmilnikov
- V mikrokrmilnikih najdemo obe arhitekturi μP -jev („Von Neumann“ in „Harvard“)

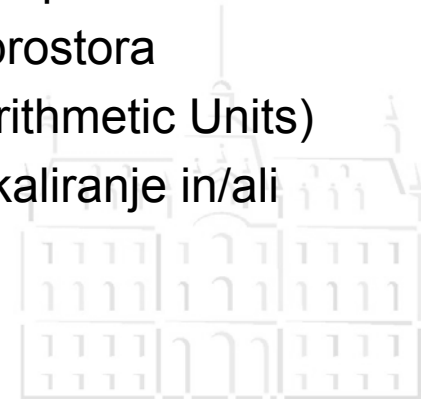


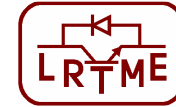


Digitalni signalni procesorji (Digital Signal Processor – DSP)

4. Digitalni signalni procesorji

- Podobni mikroprocesorjem
- Dodatne aparturne enote za pospeševanje obdelave sofisticiranih matematičnih operacij:
 - Dodatne hardverske množilne enote (Multiply Units)
 - Dodatni sistemi vodil za vzporedni dostop do več operandov hkrati
 - Ločena programska in podatkovna pomnilniška prostora
 - Dodatne enote za kazalčno aritmetiko (Pointer Arithmetic Units)
 - Dodatni enote za hardverski pomik (Shifter) za skaliranje in/ali množenje/deljenje z 2^n

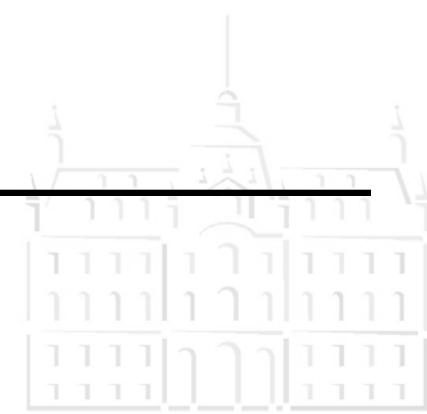


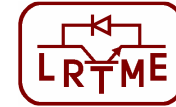


Tipični DSP algoritmi

- Vsota produktov (angl. Sum of Products - SOP) ključni element v večini DSP algoritmov, npr

| Algoritem | Enačba |
|--------------------------------------|--|
| Konvolucija | $y(n) = \sum_{k=0}^N x(k)h(n-k)$ |
| Diskretna Fourierjeva transformacija | $X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \exp[-j(2\pi / N)nk]$ |
| Diskretna kosinusna transformacija | $F(u) = \sum_{x=0}^{N-1} c(u) \cdot f(x) \cdot \cos\left[\frac{\pi}{2N}u(2x+1)\right]$ |





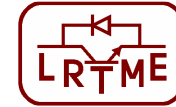
SOP z μ P

$$y = \sum_{i=0}^3 data[i] * coeff[i]$$

- Naloga: s pomočjo PC računalnika rešiti enačbo ob uporabi C jezika
- Možna koda v c-ju::

```
#include <stdio.h>
int data[4]={1,2,3,4};
int coeff[4]={8,6,4,2};
int main(void)
{
    int i;
    int result =0;
    for (i=0;i<4;i++)
        result += data[i]*coeff[i];
    printf("%i",result);
    return 0;
}
```

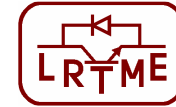




$$y = \sum_{i=0}^3 data[i] * coeff[i]$$

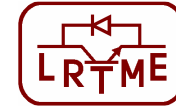
- Kako se bi to izvedlo s procesorjem Pentium?
 1. Naj Kazalec1 kaže na data[0]
 2. Naj Kazalec2 kaže na coeff[0]
 3. Preberi data[i] in prenesi v jedro
 4. Preberi coeff[i] in prenesi v jedro
 5. Pomnoži data[i]*coeff[i]
 6. Zadnji zmnožek prištej k prejšnjim
 7. Spremeni Kazalec1
 8. Spremeni Kazalec2
 9. Inkrementiraj i;
 10. Če $i < 3$, skoči na korak 3 in nadaljuj
- Korake od 3 do 8 imenujemo “6 osnovnih operacij DSP-ja”
- DSP lahko izvrši **vseh šest korakov v enem samem strojnem ciklu!**





SOP strojna koda v μP

| Naslov | Strojna koda | Ukaz v zbirniku |
|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 10: for (i=0;i<4;i++) | | |
| 00411960 | C7 45 FC 00 00 00 00 | mov dword ptr [i],0 |
| 00411967 | EB 09 | jmp main+22h (411972h) |
| 00411969 | 8B 45 FC | mov eax,dword ptr [i] |
| 0041196C | 83 C0 01 | add eax,1 |
| 0041196F | 89 45 FC | mov dword ptr [i],eax |
| 00411972 | 83 7D FC 04 | cmp dword ptr [i],4 |
| 00411976 | 7D 1F | jge main+47h (411997h) |
| 11: result += data[i]*coeff[i]; | | |
| 00411978 | 8B 45 FC | mov eax,dword ptr [i] |
| 0041197B | 8B 4D FC | mov ecx,dword ptr [i] |
| 0041197E | 8B 14 85 40 5B 42 00 | mov edx,dword ptr[eax*4+425B40h] |
| 00411985 | 0F AF 14 8D 50 5B 42 00 | imul edx,dword ptr[ecx*4+425B50h] |
| 0041198D | 8B 45 F8 | mov eax,dword ptr [result] |
| 00411990 | 03 C2 | add eax,edx |
| 00411992 | 89 45 F8 | mov dword ptr [result],eax |
| 00411995 | EB D2 | jmp main+19h (411969h) |



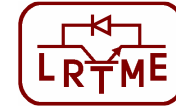
Izvajanje SOP v DSP

$$y = \sum_{i=0}^3 data[i] * coeff[i]$$

- Primer 2: uporaba razvojnega sistema za DSP in kodiranje enačbe ob uporabi ustreznega C prevajalnika (npr. na TI DSP sistemih v LKS)
- Identična koda v C jeziku:

```
int data[4]={1,2,3,4};
int coeff[4]={8,6,4,2};
int main(void)
{
    int i;
    int result =0;
    for (i=0;i<4;i++)
        result += data[i]*coeff[i];
    printf("%i",result);
    return 0;
}
```





DSP-Pretvorba v strojno kodo

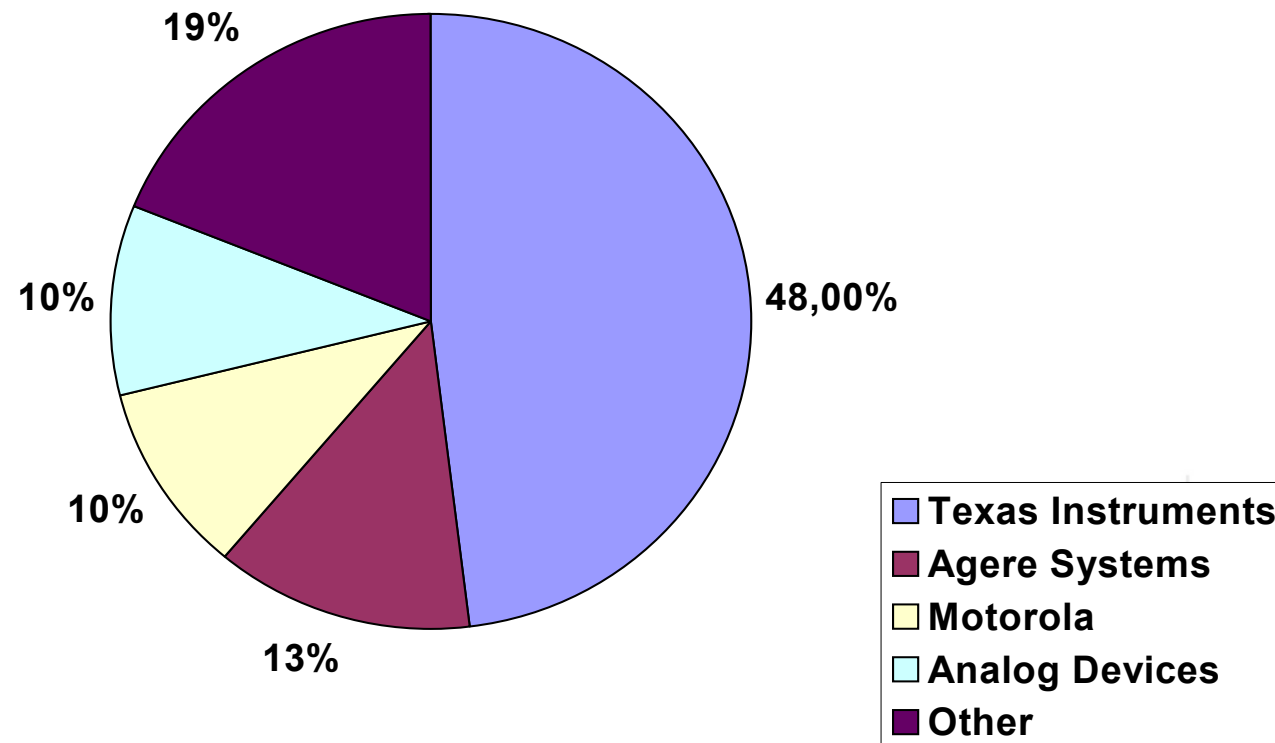
| Naslov | Strojna koda | Ukaz v zbirniku |
|--------|--------------|----------------------------|
| 0x8000 | FF69 | SPM 0 |
| 0x8001 | 8D04 0000R | MOVL XAR1,#data |
| 0x8003 | 76C0 0000R | MOVL XAR7,#coeff |
| 0x8005 | 5633 | ZAPA |
| 0x8006 | F601 | RPT #1 |
| 0x8007 | 564B 8781 | DMAC ACC:P,*XAR1++,*XAR7++ |
| 0x8009 | 10AC | ADDL ACC,P<<PM |
| 0x800A | 8D04 0000R | MOVL XAR1,#y |
| 0x800B | 1E81 | MOVL *XAR1,ACC |

Primer: Texas Instruments TMS320F2812
Pomnilnik : 12 Code Memory ; 9 Data Memory
Število ciklov: 10 x 150 MHz = 66 ns





Tržni deleži na področju DSP-jev v 2003



Skupni dohodek: \$6.13 milijard



Družine DSP-jev TMS320 Texas Instruments

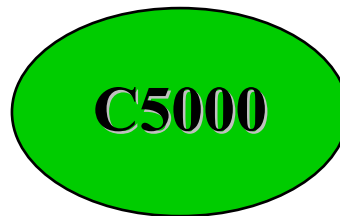
Različne družine in podskupine podpirajo različna področja



Najcenejši

Krmilni sistemi

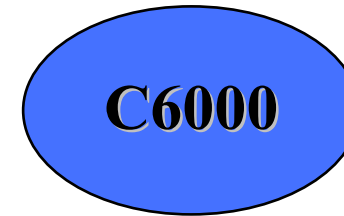
- ♦ Krmiljenje motorjev
- ♦ Shranjevanje
- ♦ Digitalni krmilni sistemi



Zmogljivost

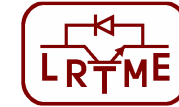
Največ MIPS na W / \$ / dimenzijo

- ♦ Brežžična telefonija
- ♦ Internetni audio predvaj.
- ♦ Digitalni foto aparati
- ♦ Modemi
- ♦ Telefonija
- ♦ VoIP



Performance in enostavnost uporabe

- ♦ **Večkanalne in večfunkcijske aplikacije**
- ♦ Komunikacijska infrastrukt.
- ♦ Bazne postaje za brezžično telefonijo
- ♦ DSL
- ♦ Slika
- ♦ Multimedijски serverji
- ♦ Video



Aplikacije DSP-jev družine C28x



Digitalni napajalniki

Krmiljenje, zajemanje,
nadzor izpadov itd.

Ostale aplikacije

npr. glasbeni
inštrumenti



Optične mreže

Krmiljenje laserske diode



Tiskalniki

Krmiljenje glave tiskalnika
Krmiljenje motorja za
posredovanje papirja

“Tradicionalno”
in “netradicionalno”
krmiljenje
motorjev

