ELEKTRİK MAKİNALARI DENETİM SİSTEMLERİNDE TMS320F2812 DSP KULLANIMI

Bildiri ID:120

Dr. Selami KESLER

Pamukkale Üniversitesi

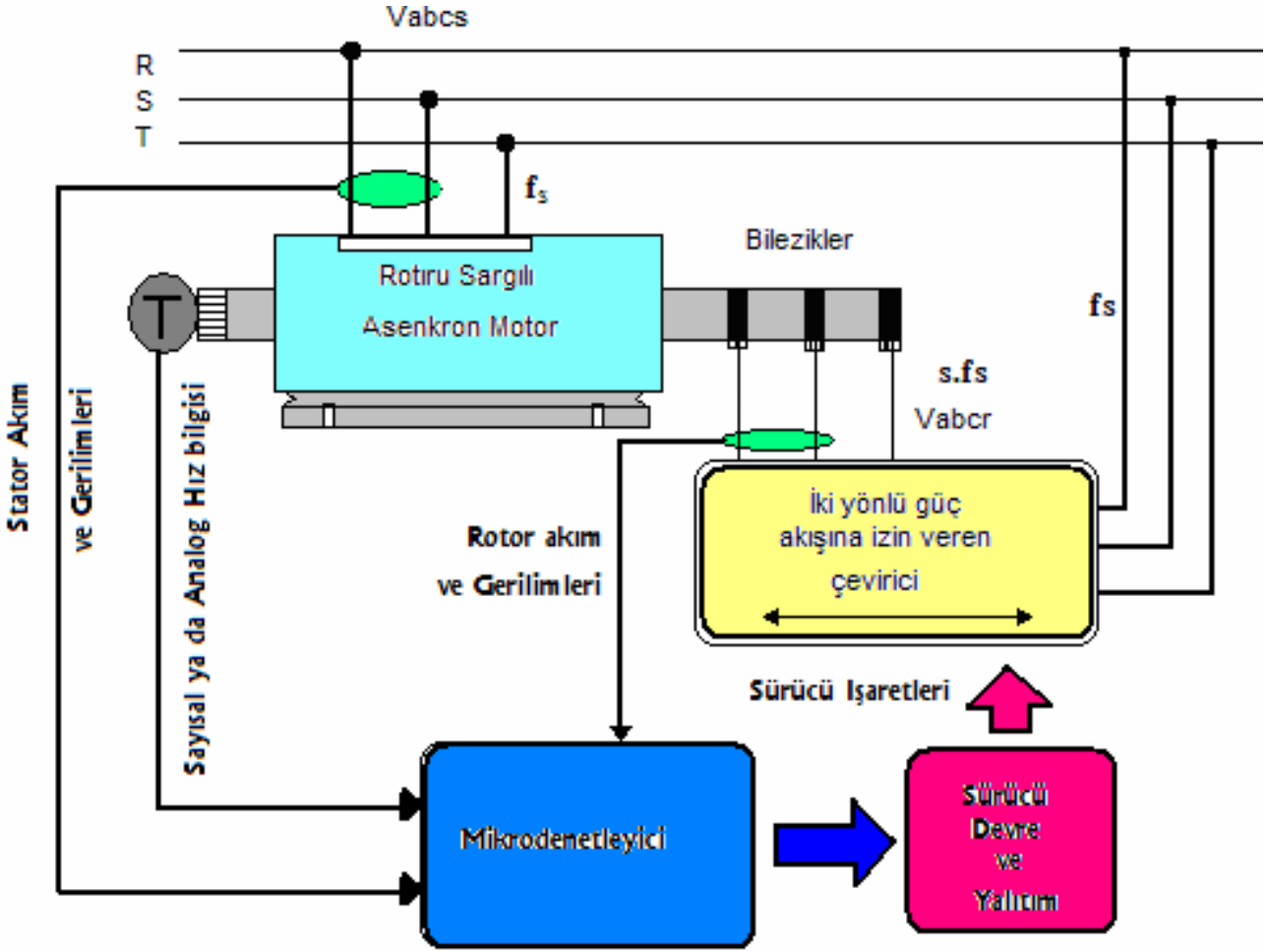
AKADEMİK BİLİŞİM'08

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

ÖZET

- **ÖRNEK BİR MOTOR KONTROL SİSTEMİ**
- NEDEN DSP?
- **NEDEN TMS320F2812 ?**
  - MODEL TANIMI VE YAPISI
  - GENEL ÖZELLİKLERİ
- **CCS NEDİR?**
- CCS'de KAYITÇI VE DEĞİŞKENLERİNİN GÖZLENMESİ
- **DSP KAYITÇILARININ NESNE TABANLI KULLANIMI**
- PWM İŞARETLERİ VE ÖLÜ ZAMAN AYARI
- **ADC KANAL YÖNETİMİ**
- Alternatif (AC) İŞARETLERİN ÖRNEKLENMESİ
- **SAYISAL HIZ BİLGİSİ OKUNMASI**
- IQmathLib DESTEĞİ VE VIRTUAL FLOATING-POINT işlem
- **ÖRNEK MODEL SONUÇLARI**

Örnek Bir Motor Kontrol Sistemi



Kontrol yöntemi ?

PID, FLC vb.

Kontrol Sistemi Girdileri ?

Hız,Akım, Sıcaklık vb.

Kont.Sis.Çıktıları ?

Denetim işaretleri vb.

Sürücü ve Güç Devresi ?

IGBT inverter vb

Kaynak No:[6]
Kesler,S. (2006)

Neden DSP ?

- Analog ve sayısal işaretlerin okunması ve bu işaretlerin normalizasyonu
- Kontrol yöntemine bağlı aritmetik, trigonometrik,türevsel işlemler, algoritma döngüleri ve iterasyonlar
- Yönteme bağlı kontrol işaretlerinin üretilmesi
- Kontrol işaretlerinin sürücü devreye uygun üretilmesi
- Kontrol değişkenlerinin gerçek zamanlı gözlenmesi ve grafik çıktılar
- Çevresel birimlere kolay erişim
  - **Gibi işlemlerin hızlı ve yüksek doğrulukta yapılmasını sağlayan ve büyük boyutlu programlamaya imkan tanıyan bir SAYISAL İŞARET İŞLEYİCİ---DSP**

Neden TMS320F2812 DSP ?

- Son yıllarda motor kontrol sistemlerine uygun Texas [illegible] geliştirilmiş özel bir işlemci
- 150MIPS işlem başarımı
- 18K Word RAM, 128K Word Flash EEPROM
- 30MHz Clock
- 6 çift tümleyenli, 4'ü bağımsız toplam 16 PWM
- Programlanabilir ölü zaman mantığı
- 12-bit 16 kanal ADC
- 56-pin Sayısal Giriş/Çıkış
- Gerçek zamanlı analiz, grafik arayüz, değişken ve kayıtçı gözlemi
- 10 adet 16-bit karşılaştırıcı
- 4 adet Genel amaçlı zamanlayıcı/sayıcı
- 2 adet index girişli kare dalga kodlayıcı
- 6 adet programlanabilir yakalama girişi (3 ad EVA ve 3 ad EVB de)
- Yaklaşık 100ns gecikmeli hızlı interrupt yöneticisi
- McBSP (128 kanal, 32-bit T/R), eCAN, Full-duplex haberleşme
- IQmath kütüphane desteği ile floating-point işlem kolaylığı ve duyarlığı
- CCS, C/C++ , Matlab, VISSIM desteği

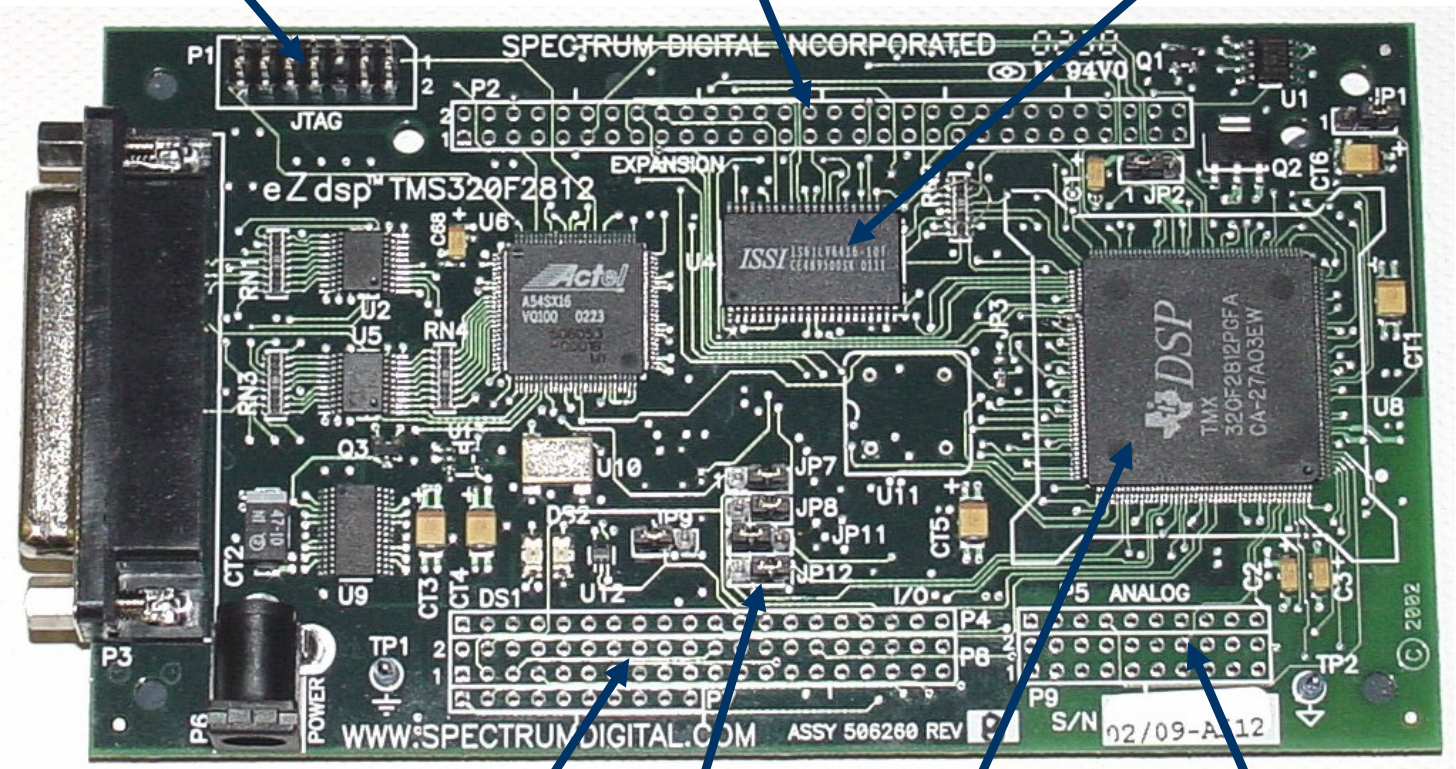
eZdsp F2812 Spectrum Digital

JTAG Interface (P1)

EXPANSION
Data & Address (P2)

SRAM
64K x 16

Parallel Port/
JTAG
Controller
Interface (P3)



Power
Connector (P6)
+5V

I/O Interface (P4/P8/P7)

Bootloader
GPIO Pins

TMS320F2812 - DSP

ANALOG
Interface (P5/P9)

Code Composer Studio CCS

Menu ve ikonlar

Proje yöneticisi:

Kaynak ve amaç dosyalar,

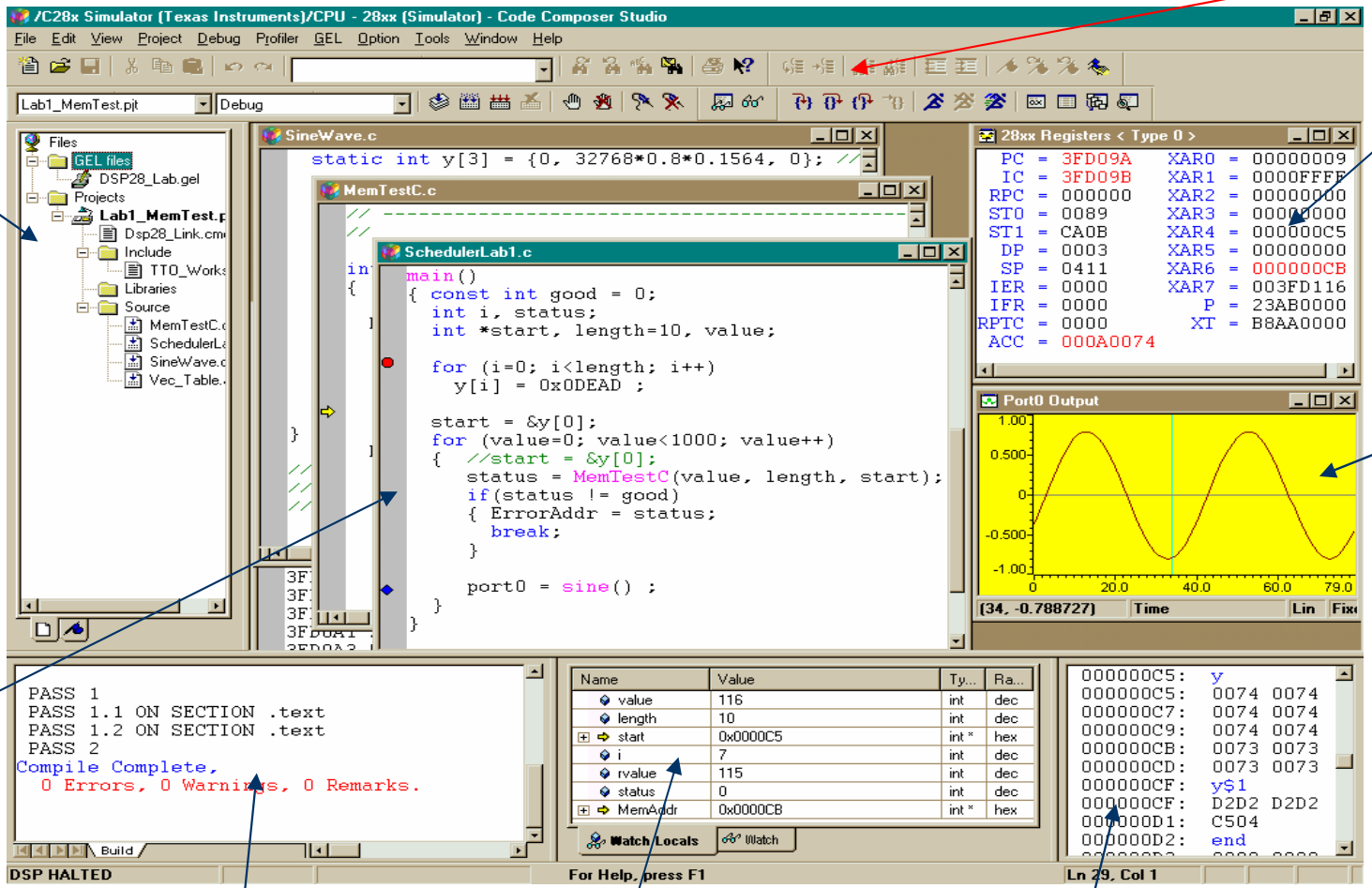
compiler,

linker ve build

CPU gözlem

Grafik penceresi

Edit alanı, kaynak program

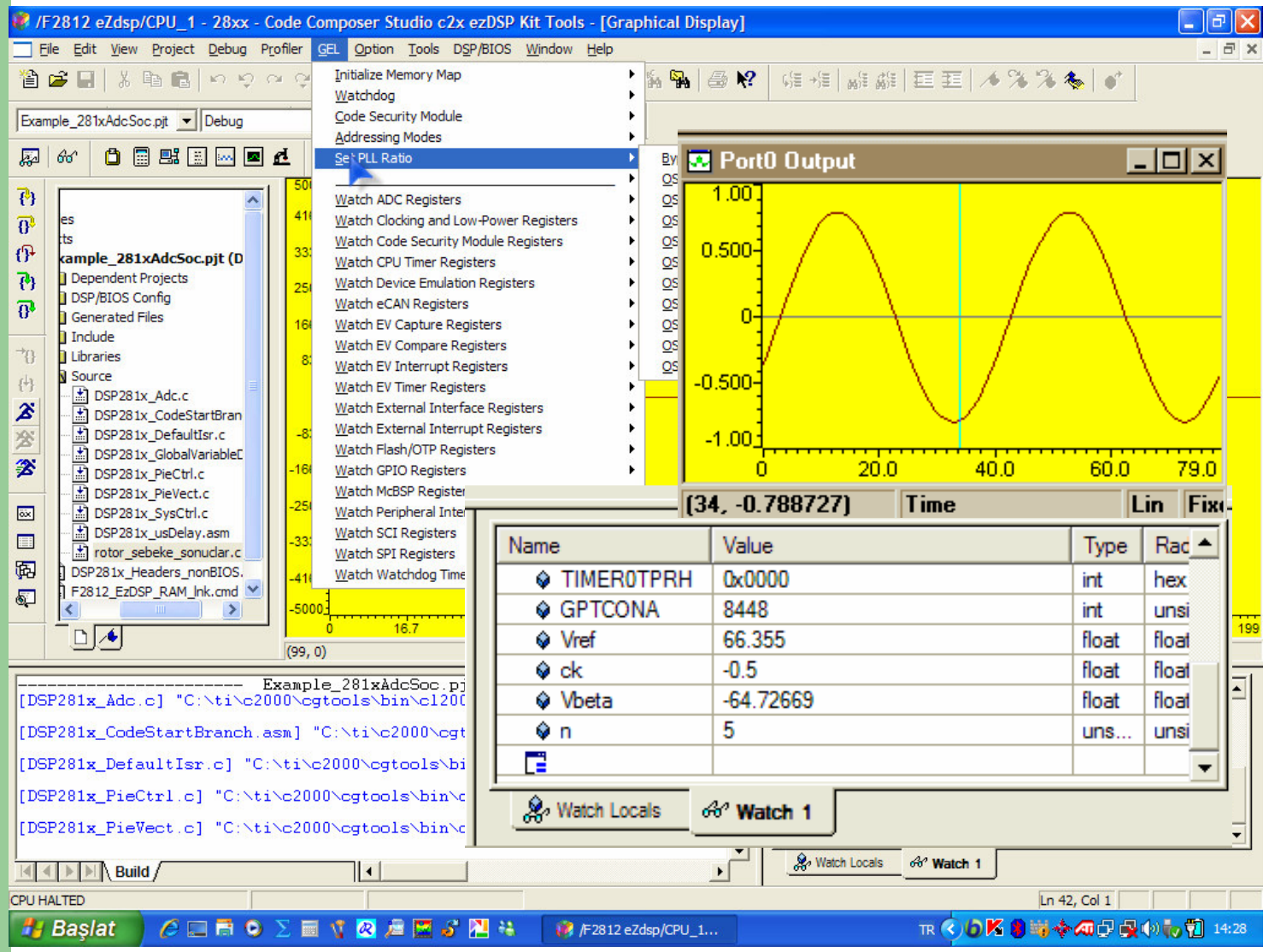


Durum penceresi

Gözlem penceresi

Bellek izleme

Kayıtçı ve değişkenlerin gözlenmesi



CPU

Bellek

Kaynak programdaki değişkenler

İnterruptlar

Zamanlayıcı

Sayıcı

Diziler

Grafik

Gerçek zamanlı max 100ms

Kayıtçıların Nesne Tabanlı Kullanımı

PeripheralName.RegisterName.all=0x????//16-bit yada 32-bit erişim

Ör: EvaRegs.ACTRA.all=0x0666;

//PWMx ve PWMx+1 in göreceli durumu

{PeripheralName.RegisterName.half.LSW

PeripheralName.RegisterName.half.MSW }

// en anlamlı ve en anlamsız hanelere erişim 8 yada 16-bit

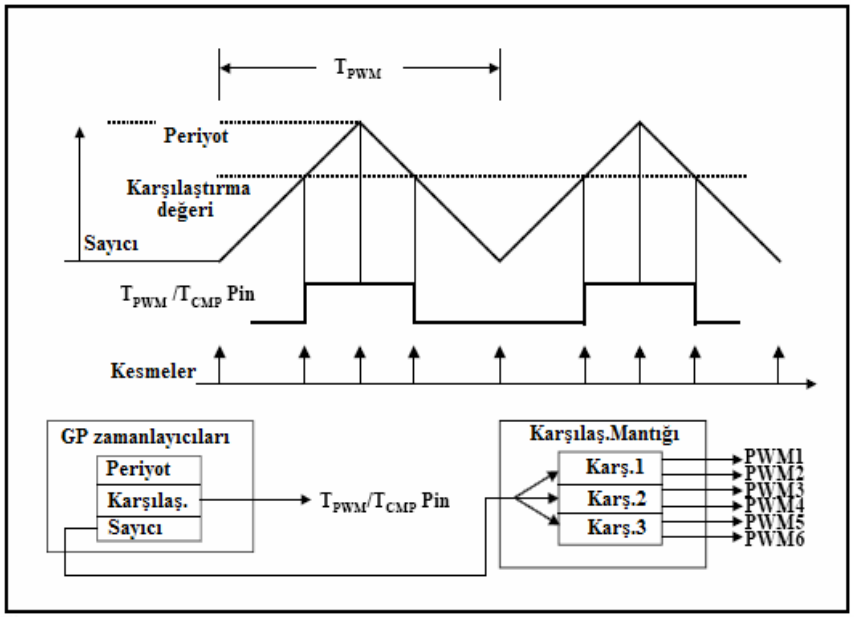
PeripheralName.RegisterName.bit.FieldName=0x????

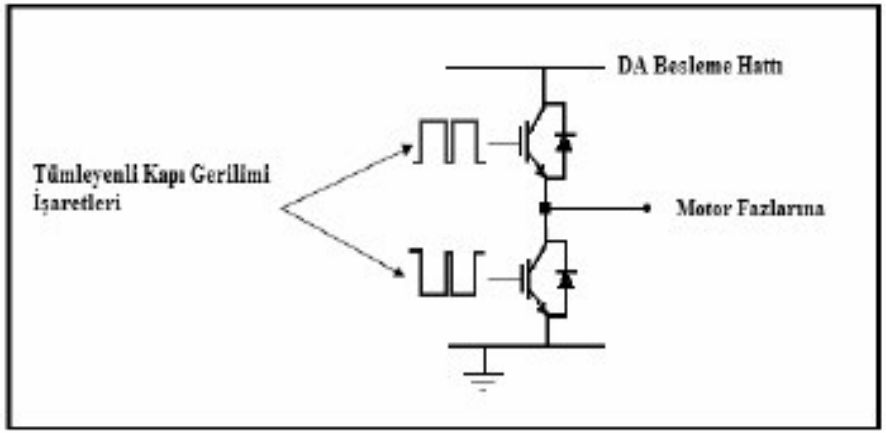
// bit düzeyinde erişim

Ör: GpioMuxRegs.GPAMUX.bit.PWM1_GPIOA0=1;

//GPIO Multiplexer'in A Portu İlk biti PWM1 kanalı için yetkili

PWM –EvaRegs & GpioMuxRegs



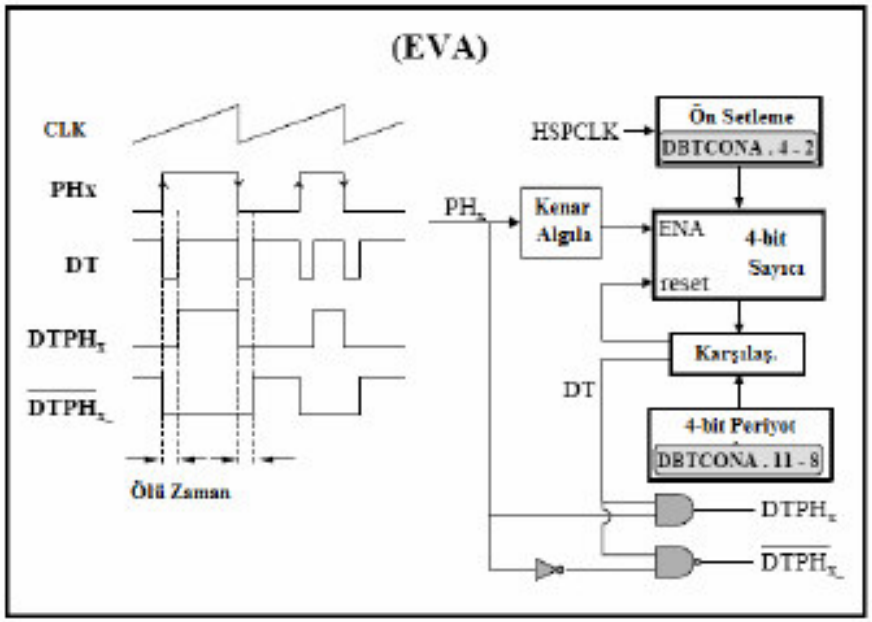


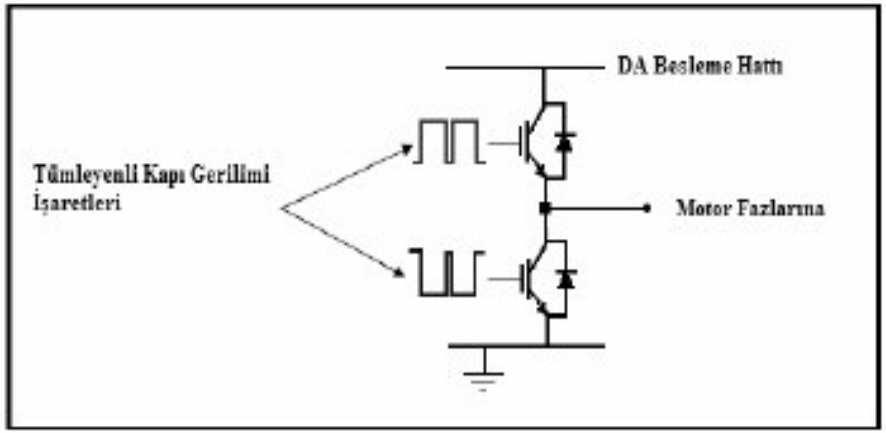
- ✓ Zamanlayıcı periyodu setleT1PR
- ✓ Sayıcı değeri resetle-T1CNT
- ✓ Karşılaştırma değeri güncellemesi yap-CMPRx
- ✓ Yükselme-düşme biçimi belirle --ACTRA
- ✓ Ölü zaman lojiğini ayarla

  -DBTCONA ve COMCONA
- ✓ Periyod sonunda kesmeleri yetkilendir
- ✓ PWM kanallarını yetkilendir

  GpioMuxRegs.GPAMUX

Ölü Zaman Lojiği ve Önemi

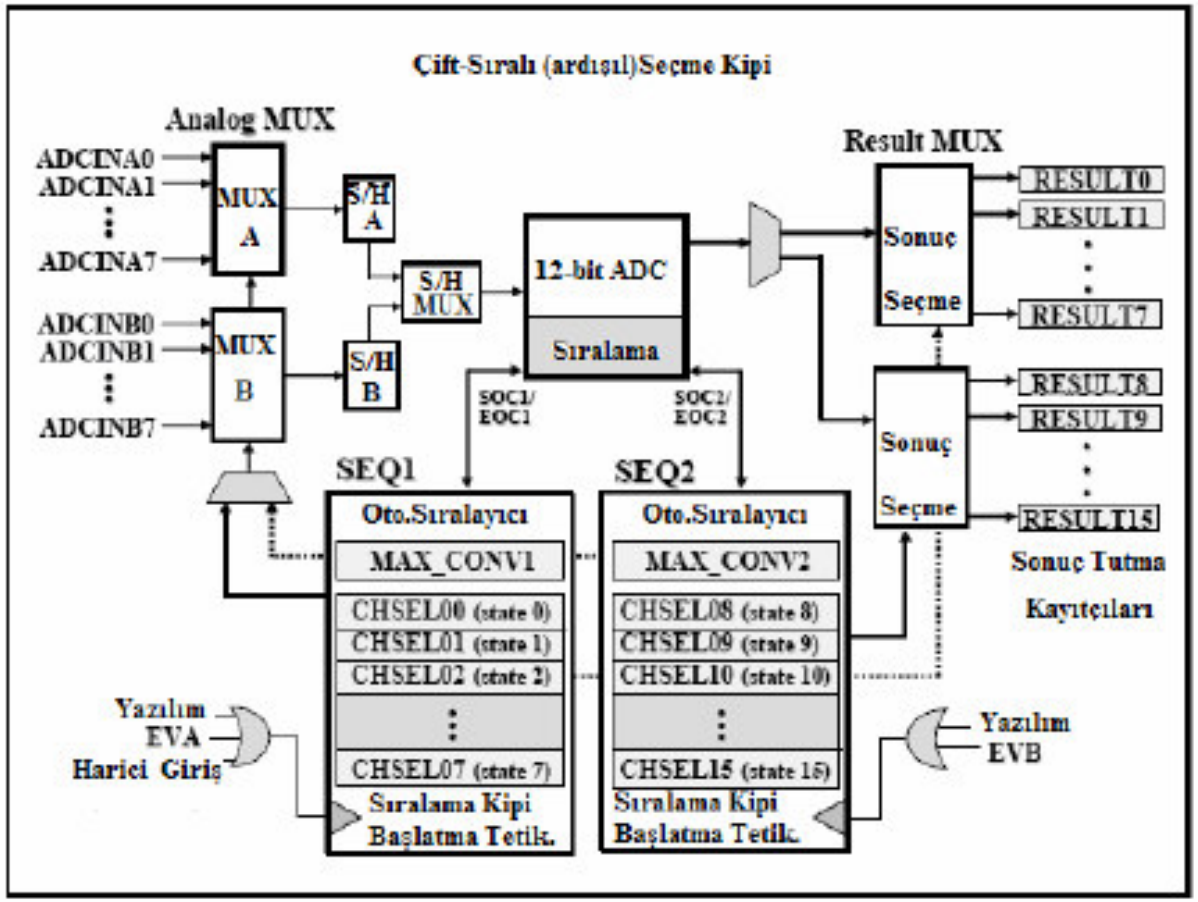




- Aynı faza bağlı anahtar elemanların aynı anda iletimde kalmalarını ve kısa devre olmalarını önler.
- Her bir PWM çifti, sinüs ya da SVPWM üretiminde ölü zamanlar oldukça hassas programlanabilmektedir.
- Bu lojiği olmayan denetleyiciler için ayrıca elektronik bir devre tasarımı gerekir.
- PIC uygulamalarında ise işlemsiz bekleme zamanları oluşturulur.

```
EvaRegs.DBTCONA.bit.EDBT1=1;//PWM1-2
EvaRegs.DBTCONA.bit.EDBT2=1;// PWM3-4
EvaRegs.DBTCONA.bit.EDBT3=1;// PWM5-6
EvaRegs.COMCONA.all=0xA600;//SVPWM
0xB600
EvaRegs.DBTCONA.bit.DBTPS=6;//Ölü zaman
EvaRegs.DBTCONA.bit.DBT=12;//C->3µs
```

ADC kanal yönetimi



25Mhz 0-3vDC=>0-4095 digital

16 kanal sıralı olarak dönüştürüldüğünde tek bir kanal 80ns,

Sadece bir kanal dönüşümü için 200ns zaman harcar.

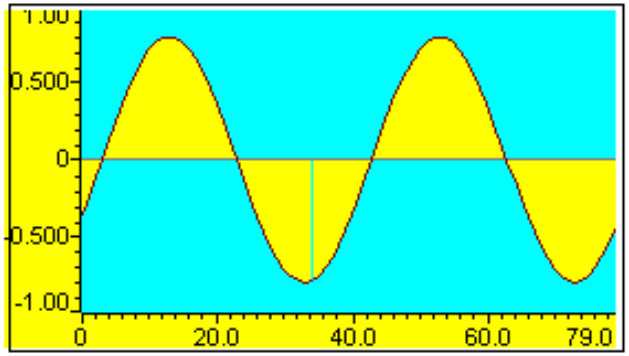
- ✓ Kaç kanal dönüştürülecek?
- ✓ Hangi kanal hangi sonuç kayıtçısında saklanacak?
- ✓ Hangi sırada dönüşüm yapılacak?
- ✓ Dönüştürme için ADC'yi hangi Olay Yöneticisi uyaracak?
- ✓ İnterrupt için hangi birim yetkili?

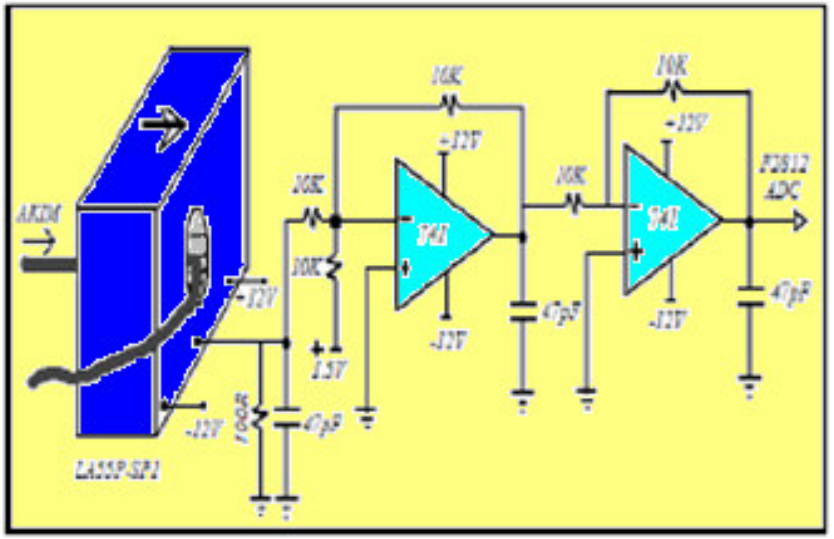
AdcRegs içinde;
ADCMAXCONV, ADCCHSELSEQx ve ADCTRLx

AC İşaretlerin Örneklenmesi

```
RefVoltDigital=(AdcRegs.ADCRESULT2 >>4);
RefVoltAnalog= RefVoltDigital *3.0/4095;
```

ADC 12-bit olup kayıtçılar 16-bit'dir. Bu nedenle normalize edilecek sayısal değerler 4-bit sağa kaydırılarak sonuç kayıtçısından alınır.



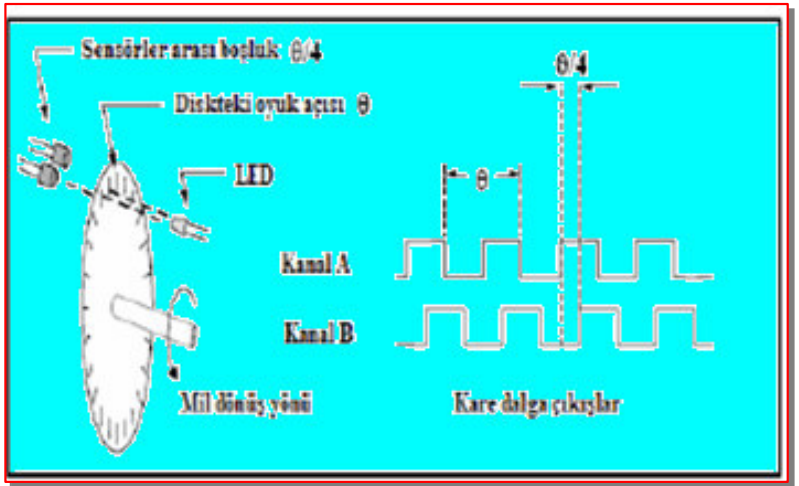


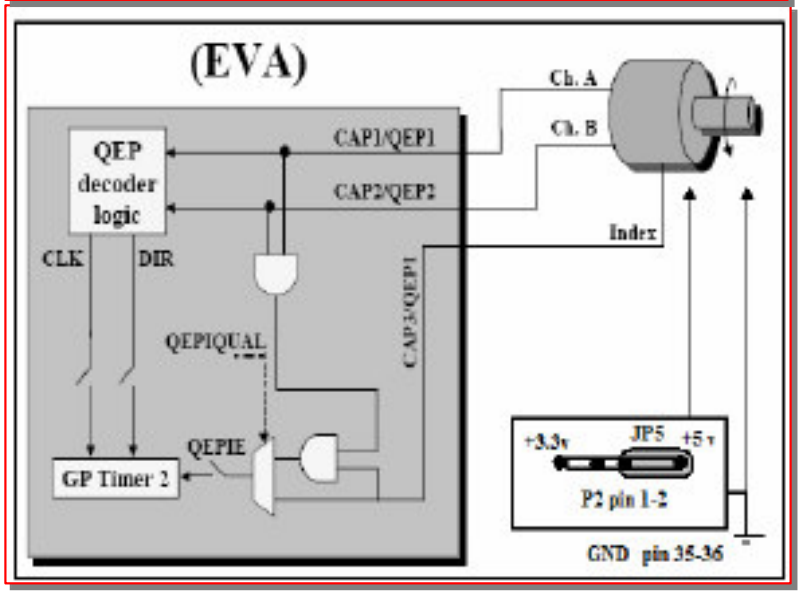
0-3v DC analog girişe uygun olması için alternatif işaretler +1.5V üzerine eklenir. Ve normalizasyonda sayısal değerden 2048 sayısı çıkartılır.

AC giriş aralığı -1.5V -- +1.5V

Kaynak No:[6]
Kesler,S. (2006)

Sayısal Hız/konum Kodlayıcılar&DSP





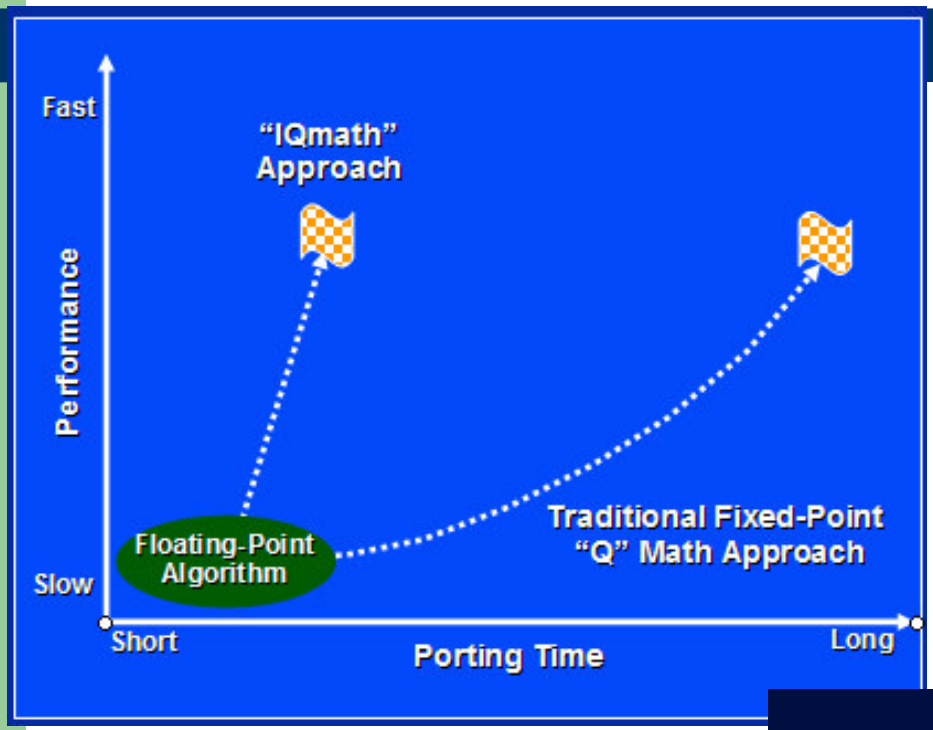
- GND seviye eşitliği için Encoder beslemesi DSP den alınır.
- PWM için Timer1,ve Sayıcısı
- Encoder için Timer2 ve sayıcısı setlenir.
- Yakalama lojiği devre dışı, kare dalga kodlayıcı lojiği etkin.

```
EvaRegs.T2PR=0xFFFF;
EvaRegs.T2CNT=0x0000;
EvaRegs.T2CON.all=0x1870;

EALLOW;
GpioMuxRegs.GPAMUX.bit.CAP1Q1_GPIOA8=1
GpioMuxRegs.GPAMUX.bit.CAP2Q2_GPIOA9=1
EDIS;

EvaRegs.CAPCONA.all=0xE000;
```

IQmath yaklaşımı & Virtual Floating-Point

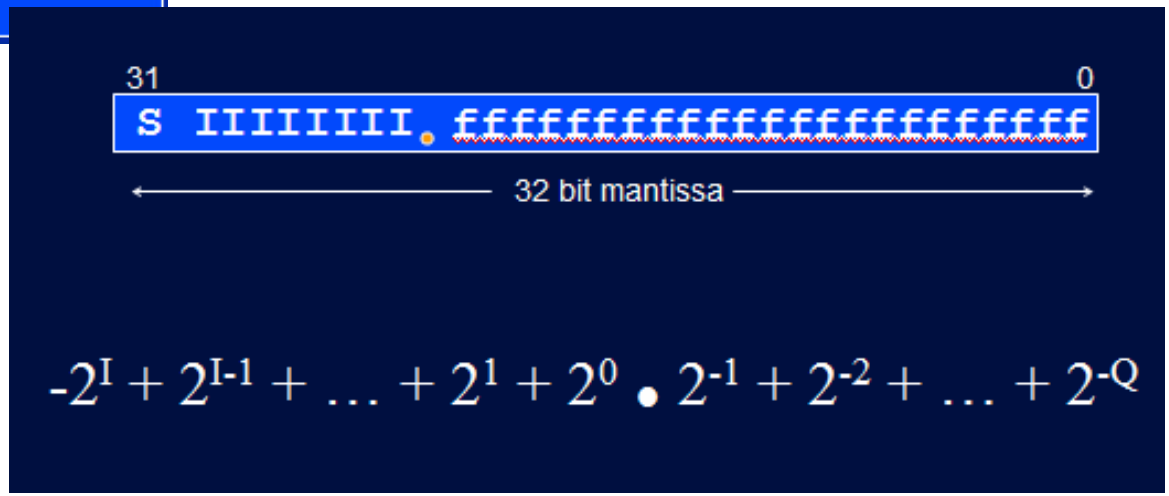


C derleyicisi için

#include<IQmathLib.h>

C++ için;

#include<IQmathCPP.h>



I: Tam kısım

f: Kesirli kısım

S:işaret

IQ:integer quotient

I8Q24 gibi

IQmath Library Desteği

F2812 fixed-point işlemcidir. Ve yazılan float işlemlerin derleyici tarafından dönüştürülmesi zaman alır, işlem adım sayısı artar,işlem doğruluğu azalır, sayı duyarlığı düşer.

ÇÖZÜM: IQmath

Kayan Noktalı

```
float  Y, M, X, B;

Y = M * X + B;
```

Geleneksel Sabit noktalı Q format

```
long Y, M, X, B;

Y = ((i64) M * (i64) X + (i64) B << Q)) >> Q;
```

C için IQmath

```
_iq  Y, M, X, B;

Y = _IQmpy(M, X) + B;
```

C++ için IQmath

```
iq  Y, M, X, B;

Y = M * X + B;
```

IQmathLib &Trigonometri

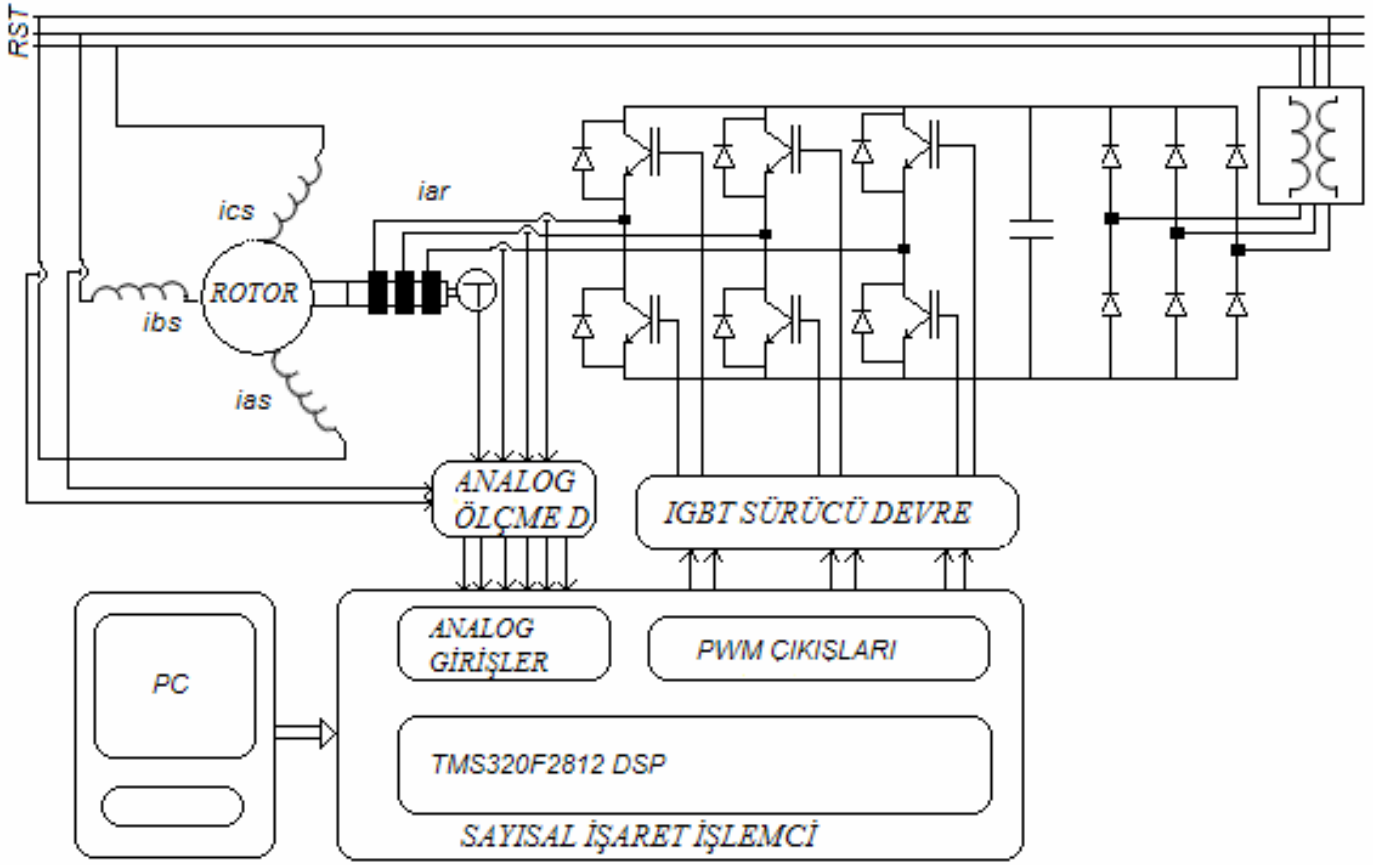
Kayan Nokatalı	C'de IQmath :	C++ da IQmath
float A, B;	_iq A, B;	iq A, B;
A = 1.2345	A = _IQ(1.2345)	A = IQ(1.2345)
A * B	_IQmpy(A , B)	A * B
A / B	_IQdiv (A , B)	A / B
A + B	A + B	A + B
A - B	A - B	A – B
>, >=, <, <=, ==, !=, &&, ||	>, >=, <, <=, ==, !=, &&, ||	>, >=, <, <=, ==, !=, &&, ||
sin(A),cos(A) sin(A*2pi),cos(A*2pi) atan(A),atan2(A,B) atan2(A,B)/2pi sqrt(A),1/sqrt(A) sqrt(A*A + B*B)	_IQsin(A), _IQcos(A) _IQsinPU(A), _IQcosPU(A) _IQatan(A), _IQatan2(A,B) _IQatan2PU(A,B) _IQsqrt(A), _IQisqrt(A) _IQmag(A,B)	IQsin(A),IQcos(A) IQsinPU(A),IQcosPU(A) IQatan(A),IQatan2(A,B) IQatan2PU(A,B) IQsqrt(A),IQisqrt(A) IQmag(A,B)
if(A > Pos) A = Pos if(A < Neg) A = Neg	_IQsat(A,Pos,Neg)	IQsat(A,Pos,Neg)

Sinüzoit üyelik kümeleri kullanan bir BMD yazılımında fixed-point işlemciler oldukça zaman kaybetmektedirler.

Ancak IQmath desteği bu sorunu ortadan kaldırmıştır.

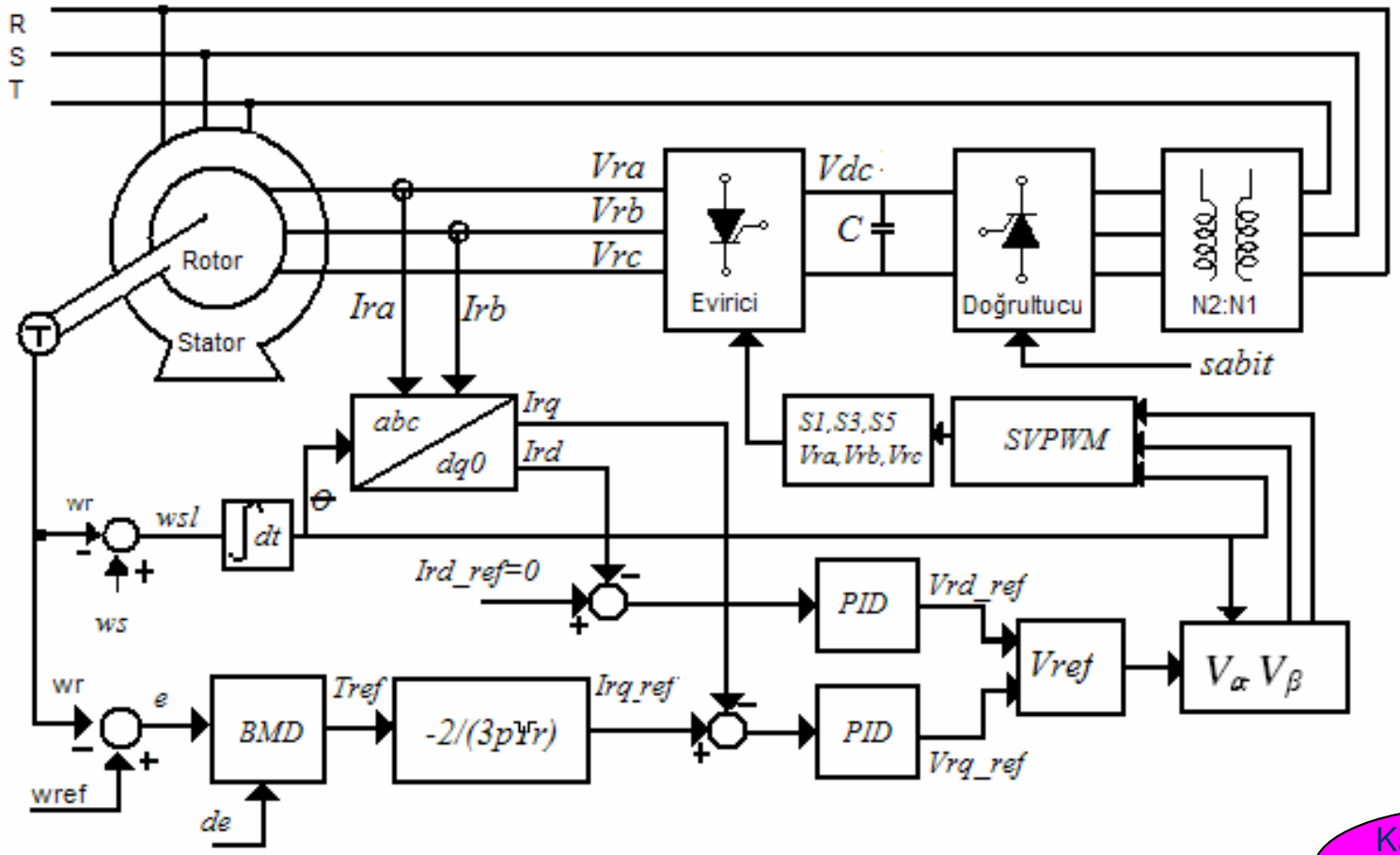
Uygulama

Bilezikler üzerinden rotor sargılarına gerilim enjeksiyonu ile hız ve kayma gücü denetimi



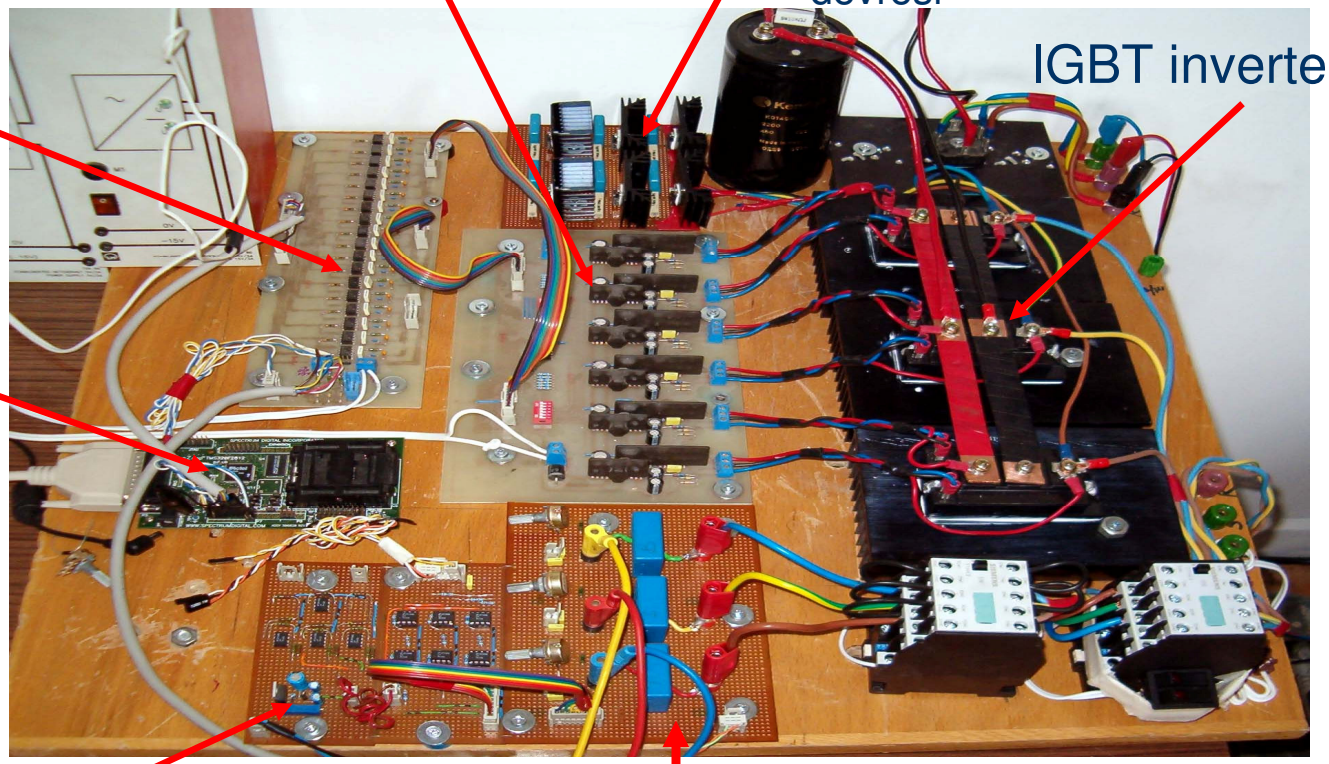
Kaynak No:[6]
Kesler,S. (2006)

Kontrol Yöntemi
BMD & SVPWM



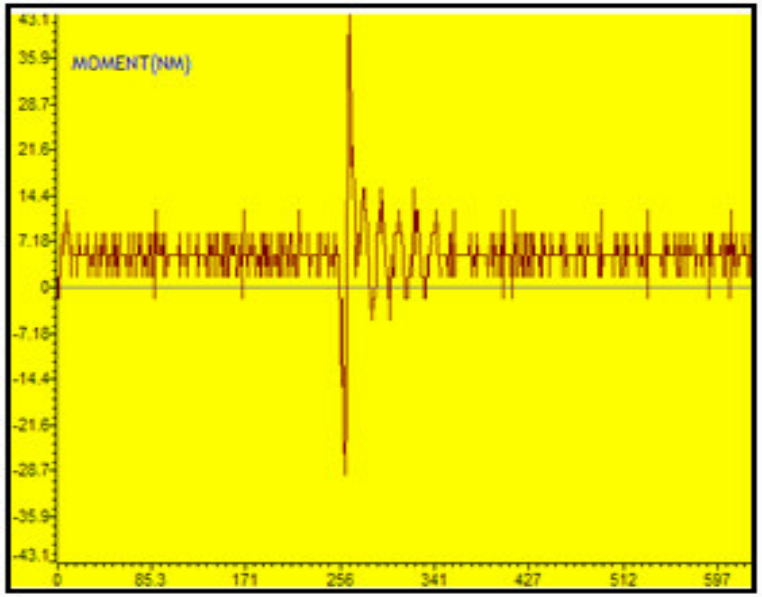
Kaynak No:[6]
Kesler,S. (2006)

Uygulama Devresi

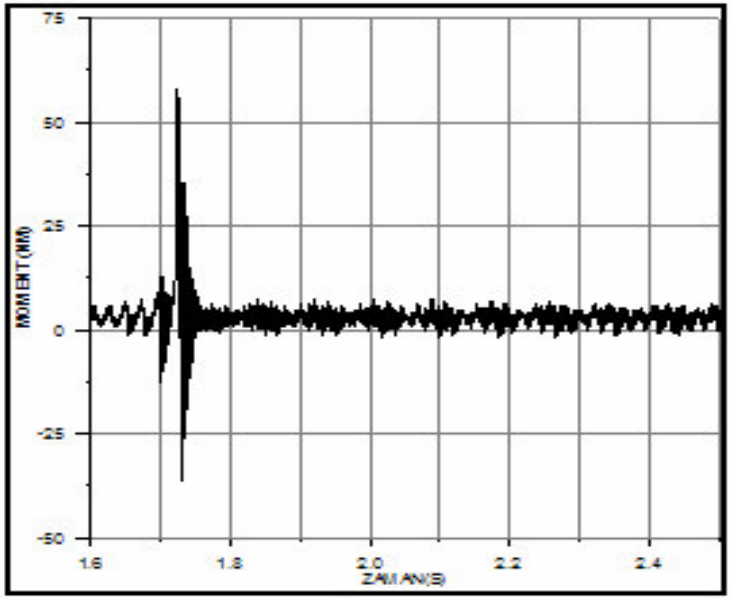


Kaynak No:[6]
Kesler,S. (2006)

Örnek Sonuçlar MOMENT



(a)



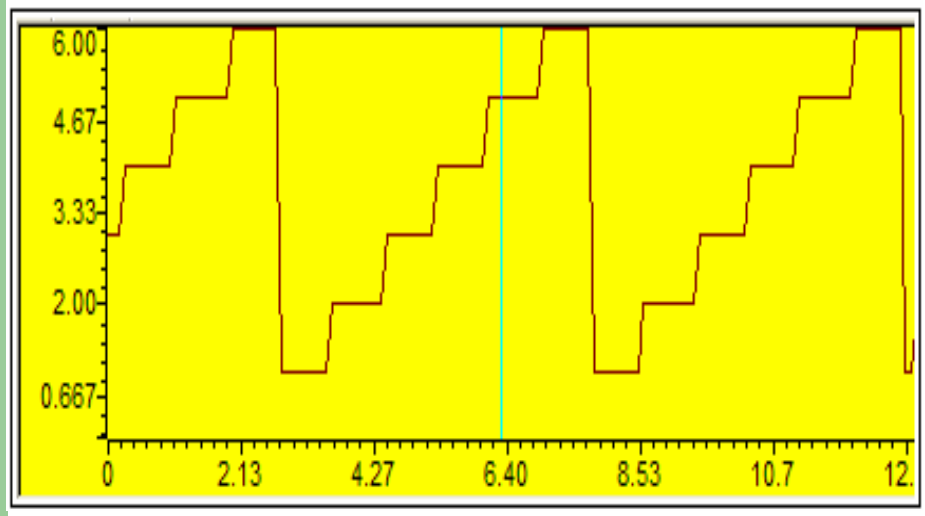
(b)

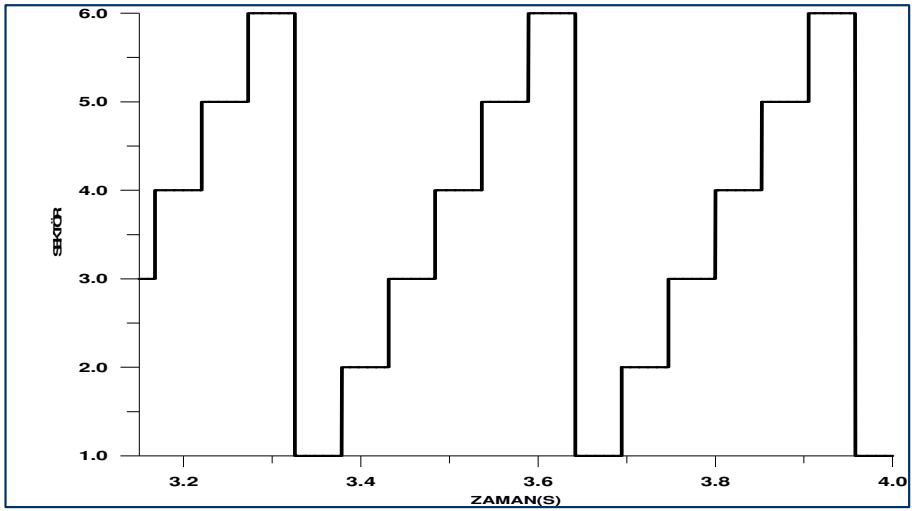
Rotor sargılarına BM denetimli gerilim enjeksiyonu anında moment değişimi

A) DSP çıktısı-deneysel B) C++ benzetimi

Kaynak No:[6]
Kesler,S. (2006)

Örnek sonuçlar Anahtarlama





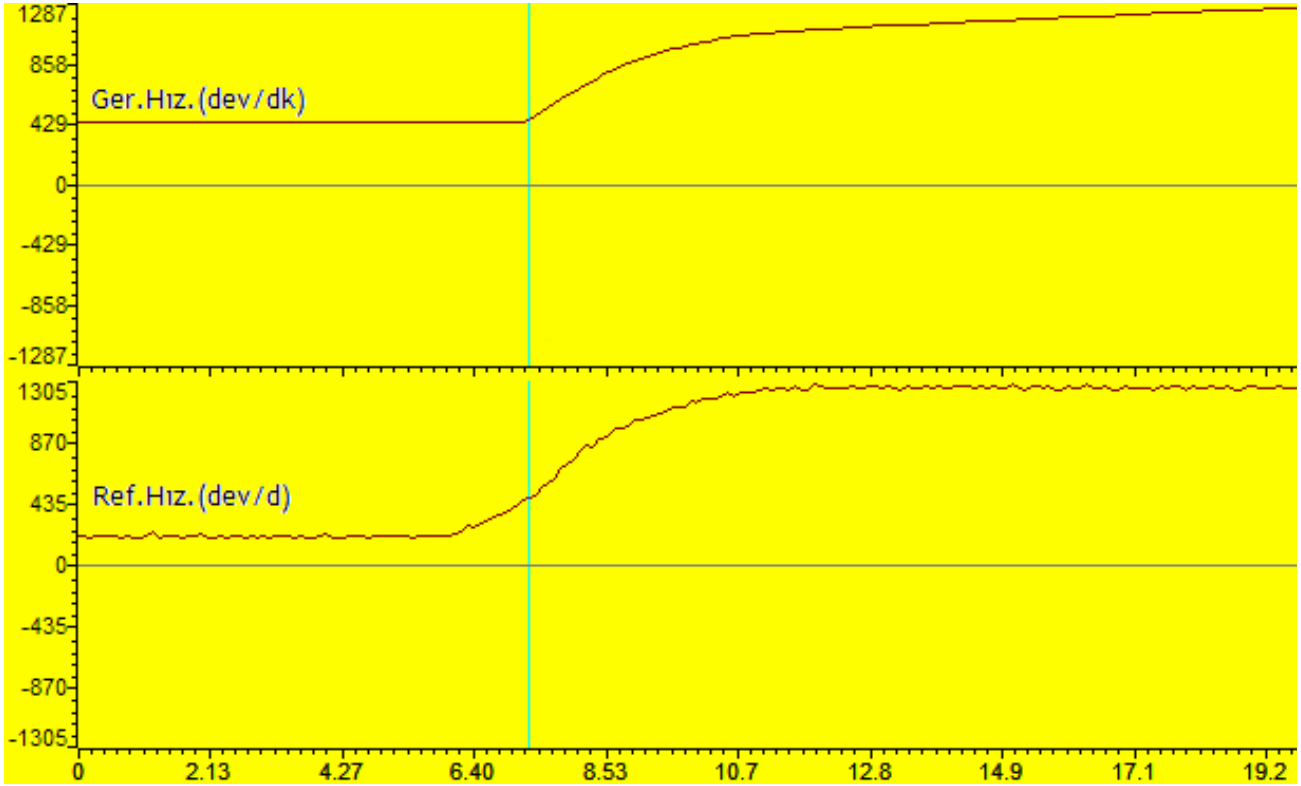
A. B.

SVPWM anahtarlama bölge geçişleri

A) DSP çıktısı-deneysel ve B) C++ benzetimi

Kaynak No:[6]
Kesler,S. (2006)

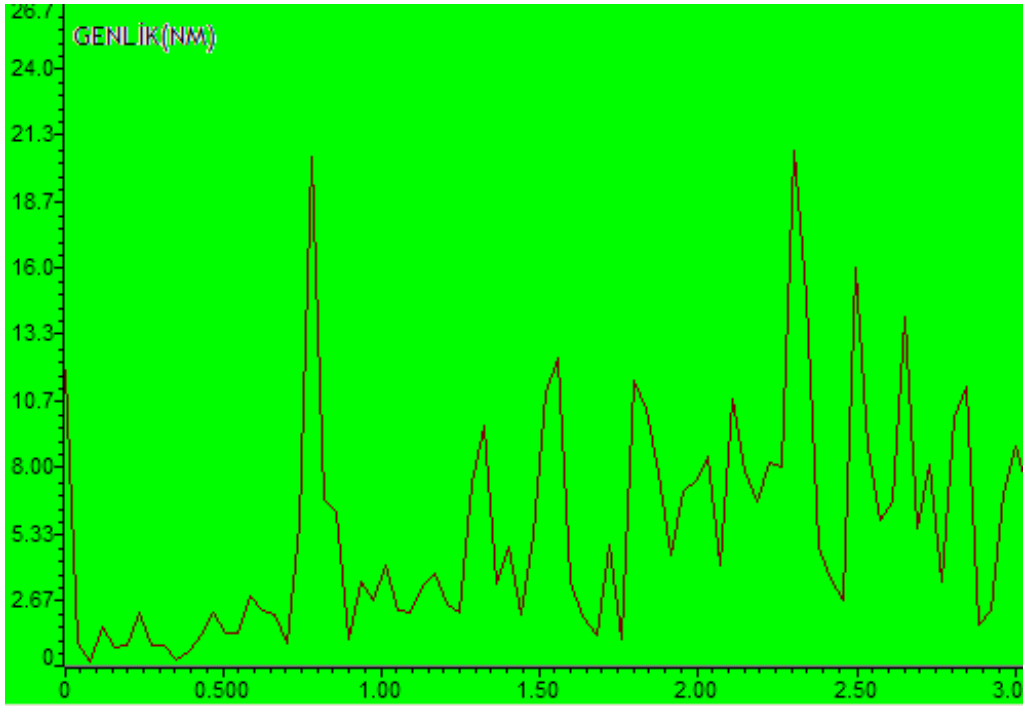
Örnek Sonuçlar HIZ



400-1300 dev/d aralıklı hız denetimi –deneysel DSP çıktısı, gerçek ve refarans hız değişimi

Kaynak No:[6]
Kesler,S. (2006)

Moment HARMONİKLERİ



Denetimli 600dev/d boşta çalışma moment FFT genlikleri

DSP çıktısı, gerçek zamanlı analiz, CCS desteği

Kaynak No:[6]
Kesler,S. (2006)

- Haberleşme, ses ve görüntü işleme, robot uygulamaları, ölçme tekniği ve gerçek zamanlı sistem analizi gibi alanlarda oldukça yaygın kullanılan Sayısal İşaret İşleyiciler her türlü konverter ve elk.makinası dinamiklerinin kontrolünde de önemli bir yere sahiptir.
- Sözü edilen diğer özelliklerinin yanında Flash EEPROM programlama desteği olan TMS320F2812 DSP düşük güç tüketimi ve düşük maliyeti nedeniyle de kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır.

Kaynaklar

[1] Texas Ins., TMS320f2812 Digital Signal Processor Implementation Tutorial, 2004

[2] Texas Ins., EzDSP TMS320F2812 Digital Signal Processor Technical References, 2004

[3] Texas Ins. World Wide Web site www.ti.com

[4] Tang, Y. ve Xu, L., Vector Control and Fuzzy Logic Control of Doubly Fed Variable Speed Drives with DSP Implemantation, IEEE Trans. Energy Conversion, 10, 4 (1995) 661-668

[5] Poddar, G. ve Ranganathan, V.T., Direct Torque and Frequency Control of Doubly Inverter Fed Slip-Ring Induction Motor Drive, IEEE Trans. Industrial Electronics, 51,6 (2004) 1329-1337.

[6] Kesler, S., Bilezikli Asenkron Makinaların Bulanık mantık Tabanlı Hız Denetiminin TMS3220F2812 DSP ile Gerçekleştirlmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006

TEŞEKKÜRLER

Dr.Selami KESLER

Pamukkale Üniversitesi