

# 05 DAC

5 Mayıs 2021 Çarşamba

08:02

## 04 DAC

### Giriş

- DAC, "**Digital-to-Analog Converter**" dijital sinyalleri analog sinyallere dönüştürmek için kullanılır. Genellikle mikrodenetleyiciler, bilgisayarlar, ses sistemleri ve diğer dijital cihazlar gibi dijital veri kaynaklarından gelen dijital verileri, analog çıkış cihazlarına (örneğin hoparlörler veya ses sistemleri) uygun bir şekilde aktarmak için kullanılırlar.
- STM32F407, 0-3.3 V arasında tüm gerilimleri çıkış olarak vermemizi sağlar.
- STM32F407 mikrodenetleyicisi içerisinde dahili olarak 12 bit tampona sahip, iki adet DAC birimi bulunur. Bu birimler sayesinde dijital bir veriyi analog bir veriye dönüştürerek çıkış üretilebilir.
- STM32F407'ye ait DAC birimleri 8 bit veya 12 bit değerinde çıkış üretilebilirler.
- 12 bit değerinde kullanılırken, veri 16 bitlik kaydedici içerisinde sola veya sağa dayalı şekilde kullanılabilir.
- DAC biriminin önemli özelliklerinden bir tanesi, gürültü veya sinyali üretebilme özelliğidir.
- Üçgen dalga üretebilme özelliğine sahiptir.
- DAC birimleri APB1 veri yoluna bağlıdır, kullanmak için aktif etmek gereklidir.
- DAC için hangi pin/pinler kullanılacaksa ilgili pin/pinler GPIOA->CRL registerından analog moda alınmalıdır.

### Çözünürlük

- STM32'de DAC çözünürlüğünü arttırmak için Vref+ girişi bulunmaktadır fakat bu pin yüksek işlemcilerde bulunmaktadır. Vref+ ve Vref- pini bulunmayan işlemcilerde bu pinler dahili olarak **VDDA** ve **VSSA**'ya bağlıdır. VDDA ve VSSA ise VDD ile VSS'ye bağlanması zorunludur. Buradanda Vref+ geriliminin besleme gerilimini geçemeyeceğini anlıyoruz.

$$DAC_{Output} = V_{REF} \times \frac{DOR}{4096}$$

- Yukarıdaki ifade ile DAC çıkış voltajı hesaplanır. Biz DAC değerlerimizi DHR registerına yazarız ve tetikleme sonucunda DHR'deki veri DOR registerına aktarılır, DOR registerını sadece okuyabiliriz.
- 12 bitlik çözünürlüğe sahip bir DAC biriminin referans gerilimleri Vssa = 0 V, Vdda = +3 V ele alınır ise, adım başına üreteceği voltaj şu şekilde hesaplanır;  $DAC_{Output} = Vref/4095$   
Buradan adım başına düşen voltaj,  $DAC_{Output} = 3V/4095 = 732,600732$   
Örneğin 1V elde etmek isteniyorsa;  $1/0,000732600 = 1365$  değeri elde edilir.

### Çalışma Modları

- STM32 mikrodenetleyicilerinde DAC modülü genellikle tek kanal, çift kanal, üçgen dalga ve gürültü oluşturma modları gibi farklı çalışma modlarına sahiptir.
- Tek Kanal Modu**, Tek bir DAC kanalı üzerinden analog çıkış sağlar. Örneğin, STM32 mikrodenetleyicilerinde "DAC\_Channel\_1" kullanarak tek kanal modunda DAC'ı kullanabilirsiniz.
- Çift Kanal Modu**, iki DAC kanalı üzerinden bağımsız olarak analog çıkış sağlar. Örneğin, STM32 mikrodenetleyicilerinde "DAC\_Channel\_1" ve "DAC\_Channel\_2" kullanarak çift kanal modunda DAC'ı kullanabilirsiniz.
- Üçgen Dalga Modu**, DAC, üçgen dalga formunu üretebilir. Bu modda, DAC çıkışı belirli bir frekansta bir üçgen dalga formunu takip eder.
- Gürültü Oluşturma Modu**, DAC, belirli bir frekansta gürültü sinyali üretebilir. Bu modda, DAC çıkışı belirli bir frekansta rasgele değerler üreterek bir gürültü sinyali oluşturur.

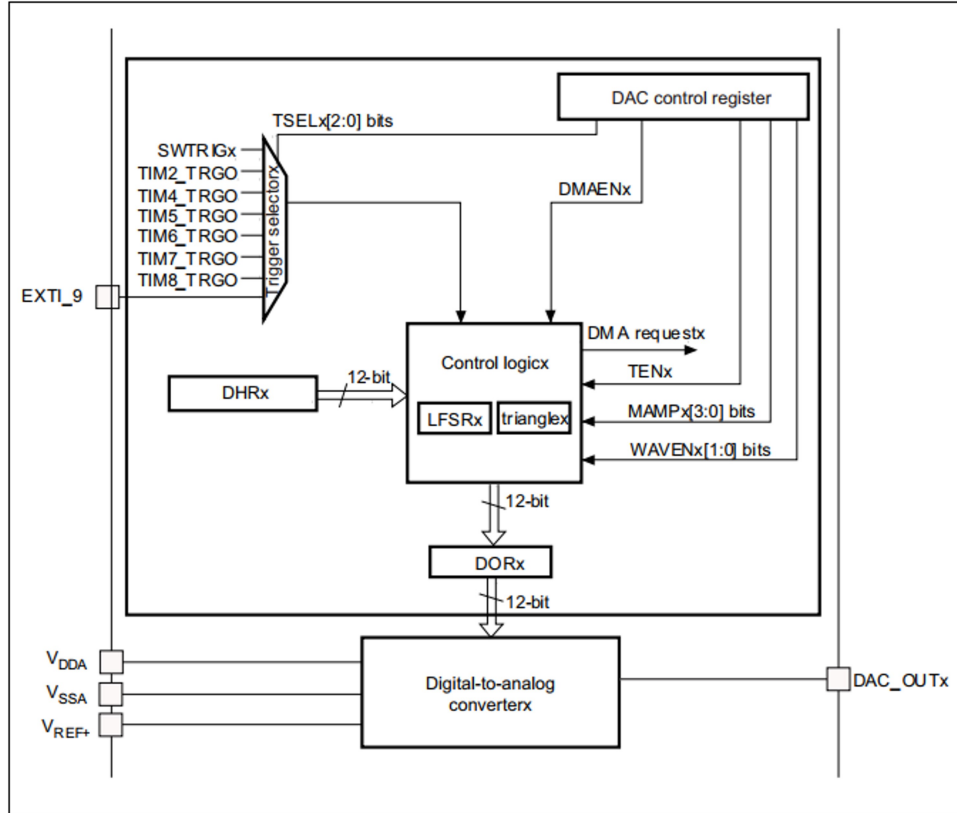
### Tetikleme İşlemleri

- Genellikle yazılımsal ve harici tetikleme (triggering) yöntemleri ile kullanılabilir. Bu yöntemler, DAC'nin çıkışını kontrol etmek ve çıkış verisini belirli bir zamanlama veya olaya bağlamak için kullanılır.
- Software Triggering**, Yazılımsal tetikleme, mikrodenetleyici yazılımı tarafından kontrol edilen bir tetikleme yöntemidir. Yazılım, DAC çıkışını başlatmak veya durdurmak için özel bir komut kullanır. Bu yöntem, zamanlama ile ilgili hassas kontrol gerektiren durumlarda kullanışlıdır. Örneğin, bir zamanlayıcı kesmesi veya belirli bir durum gerçekleştiğinde DAC çıkışını güncellemek için yazılımsal tetikleme kullanılabilir.
- External Triggering**, DAC modülünü dış bir olaya (örneğin, bir zamanlayıcı kesmesi, bir GPIO değişikliği veya başka bir harici sinyal) bağlamak anlamına gelir. Harici bir sinyal algılandığında veya belirli bir durum gerçekleştiğinde, DAC çıkışını güncellemek için harici bir sinyal kullanılabilir.

## Farklılıkları

- DAC ve PWM, her ikisi de dijital sinyalleri analog sinyallere dönüştürmek için kullanılan yöntemlerdir, ancak farklı çalışma prensiplerine sahiptirler.
- DAC, doğrudan dijital değerleri analog voltaj veya akıma dönüştürürken, PWM, darbe genişliği modülasyonu yoluyla bir analog etki oluşturur.
- DAC, genellikle doğrudan analog çıkış sağlar ve daha hassas bir çözünürlük sunabilir. PWM ise daha çok göreceli ve yaklaşık bir çözünürlük sağlar.
- DAC, genellikle özel bir entegre devre içerirken, PWM, genellikle bir mikrodenetleyici tarafından kontrol edilir.
- DAC, yüksek hassasiyet gerektiren ses uygulamalarında daha tercih edilebilirken, PWM, motor hız kontrolü gibi uygulamalarda daha uygun olabilir.

## Birim Yapısı



## Register

Offset	Register	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x00	DAC_CR	Reserved		DMAUDRIE2	DMAEN2	MAMP2[3:0]				WAVE2[2:0]		TSEL2[2:0]				TEN2	BOFF2	EN2	Reserved		DMAUDRIE1	DMAEN1	MAMP1[3:0]				WAVE1[2:0]		TSEL1[2:0]			TEN1	BOFF1	EN1
0x04	DAC_SWTRIGR	Reserved																												SWTRIG2	SWTRIG1			
0x08	DAC_DHR12R1	Reserved																		DACC1DHR[11:0]														
0x0C	DAC_DHR12L1	Reserved														DACC1DHR[11:0]										Reserved								
0x10	DAC_DHR8R1	Reserved																						DACC1DHR[7:0]										
0x14	DAC_DHR12R2	Reserved																		DACC2DHR[11:0]														
0x18	DAC_DHR12L2	Reserved														DACC2DHR[11:0]										Reserved								
0x1C	DAC_DHR8R2	Reserved																						DACC2DHR[7:0]										
0x20	DAC_DHR12RD	Reserved		DACC2DHR[11:0]														Reserved		DACC1DHR[11:0]														
0x24	DAC_DHR12LD	DACC2DHR[11:0]												Reserved			DACC1DHR[11:0]										Reserved							
0x28	DAC_DHR8RD	Reserved														DACC2DHR[7:0]						DACC1DHR[7:0]												
0x2C	DAC_DOR1	Reserved																		DACC1DOR[11:0]														
0x30	DAC_DOR2	Reserved																		DACC2DOR[11:0]														
0x34	DAC_SR	Reserved	DMAUDR2	Reserved																DMAUDR1	Reserved													

- **DAC\_CR (Control Register)**, DAC'nin genel kontrolünü sağlayan bu register, örneğin çıkış voltaj seviyesi, çıkış güçlendirme ve trigger seçeneklerini içerir.
- **DAC\_SWTRIGR (Software Trigger Register)**, yazılım tetikleme işlemlerini kontrol etmek için kullanılır.
- **DAC\_DHR (Data Holding Register)**, bu register'lar, DAC'ye gönderilecek dijital veriyi içerir.
- **DAC\_SR (Status Register)**, DAC durumunu izlemek için kullanılır.
- **DAC\_DOR (Data Output Register)**, DAC'nin çıkışından okunan gerçek zamanlı dijital çıkış verisini temsil eder. Dönüştürülen analog sinyalin temsil ettiği dijital değeri içerir.