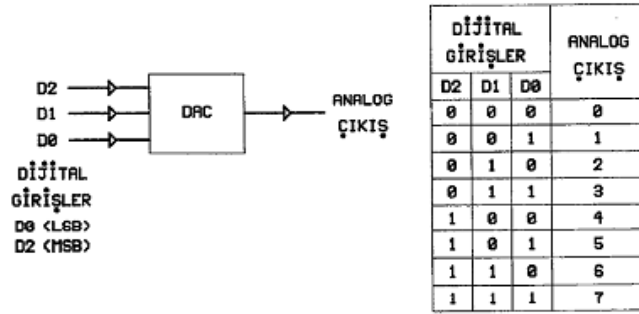


DENEY 4.3 UNIPOLAR DİJİTAL ANALOG ÇEVİRİCİ'NİN İNCELENMESİ (DAC 0800)

HAZIRLIK BİLGİLERİ:

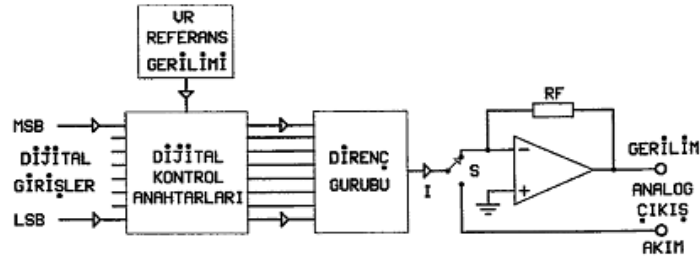
Dijital sinyalleri analog sinyallere çeviren cihaz ya da devrelere dijital analog çeviriciler (**DAC DİJİTAL TO ANALOG CONVERTER**) denir. Şekil 4.3.1'de 3 bit dijital girişe sahip dijital analog çeviricinin blok çması ve doğruluk tablosu görülmektedir. 3 bit $2^3=8$ adet ikili grup belirtir. İkili grup sayısına adım sayısı denir.



Şekil 4.3.1

Devre her giriş değeri için belli bir çıkış akımı ya da gerilimi üretir. Birbirini takip eden iki giriş bilgisi için çıkış değerindeki değişime adım değeri ya da giriş ağırlığı denir. Doğruluk tablosundan adım değerine bakarsak giriş "000" iken çıkış "0", takip eden giriş "001" olduğunda çıkış "1" olduğundan çıkış işaretindeki değişim başka sözle adım değeri $1-0=1$ dir.

Dijital analog çeviricilerin çıkış işareti "**VÇ**";
 $VÇ=Adım\ değeri \cdot Adım\ sayısı'$ dir.



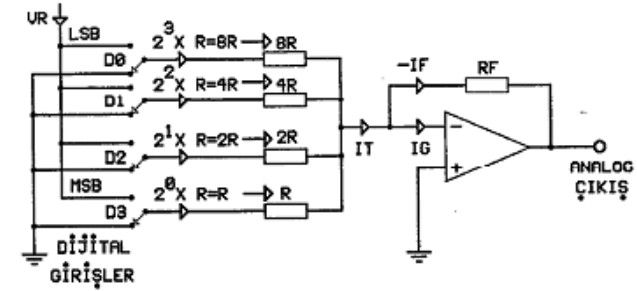
Şekil 4.3.2

Şekil 4.3.2'de dijital analog çeviricinin yapısı görülmektedir. Direnç gurubu çıkış işareti akım olarak kullanılacaksa başka eleman gerekmez.

Direnç gurubu çıkış işareti gerilim olarak kullanılacak ise toplayıcı olarak düzenlenmiş bir işlemsel yükselteç (**Op-Amp**) devresi gerekir.

Dijital analog çeviriciler direnç gurubunun bağlantılarına göre iki grupta incelenir.

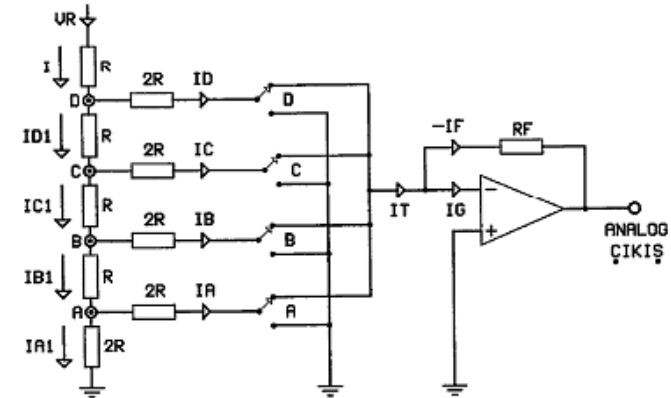
1-AĞIRLIKLI DİRENÇLİ DAC:



Şekil 4.3.3

Şekil 4.3.3'de 4 bit ağırlıklı dirençli dijital analog çevirici görülmektedir. Devrenin esası toplayıcı işlemsel yükselteç devresidir. En yüksek değerli bit (**MSB**) için "**R**" değerinde bir direnç kullanılırsa diğer girişler için gerekli direnç değerleri " **$2^n \cdot R$** " olur. Burada "**n**" değişkenin basamak sayısıdır. En yüksek değerlikli bitin basamak sayısı "**0**" en düşük değerlikli bitin sayısı devre 4 bit olduğu için "**3**"tür. Her giriş farklı değerde dirençler üzerinden uygulanır. 4 bitlik bir devrede elde edilen giriş sayısı $2^4=2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2=16$ ikili guruptur. Buna göre çıkış işareti birbirinin katı "**16**" analog değer olacaktır. Ağırlıklı dirençli dijital analog çeviricide doğru sonuç elde etmek için tüm dirençler toleranssız olmalıdır. Ağırlıklı dirençli dijital analog çevirici pek kullanılmaz.

2- R-2R MERDİVEN TİPİ DAC:



Şekil 4.3.4

R-2R merdiven tipi dijital analog çeviriciler en çok kullanılan guruptur. Şekil 4.3.4'de 4 bit "R-2R" tipi dijital analog çevirici görülmektedir. Dikkat edilirse kullanılan direnç değeri yalnız iki çeşittir. "R-2R" adı buradan gelmektedir.

En yüksek sayısal değer işlemsel yükseltece "D" noktasından uygulanmıştır. "C" noktasındaki sayısal değer "D" noktasının yarısı, "B" noktasının sayısal değeri "C" noktasının yarısı ve "A" noktasının sayısal değeri de "B" noktasının yarısıdır.

Her düğüm noktasındaki sayısal değer bir öncekinin yarısıdır. Buna göre referans gerilimi (VR) işlemsel yükseltece "D" düğüm noktasından "1/2", "C" düğüm noktasından "1/4", "B" düğüm noktasından "1/8" ve "A" düğüm noktasından "1/8" oranında ulaşır.

Her düğüm noktasından ayrılan akımlar birbirine eşittir.

$$I_D = I_{D1}, I_C = I_{C1}, I_B = I_{B1} \text{ ve } I_A = I_{A1}$$

İşlemsel yükseltecin giriş empedansının yüksek olması nedeniyle giriş akımını "IG=0" kabul edersek toplam akım IT=-IF=ID+IC+IB+IA olur.

Bu durumda çıkış gerilimi (VÇ);

$$VÇ = -I_F \cdot R_F \text{ dir.}$$

Her düğüm noktasındaki gerilimlere "VD-VB-VA" der kol akımlarını yazarsak;

$$I_D = \frac{V_D}{2R}, I_C = \frac{V_C}{2R}, I_B = \frac{V_B}{2R}, I_A = \frac{V_A}{2R} \text{ olur.}$$

Buna göre çıkış gerilimi;

$$VÇ = -\left(\frac{V_D}{2R} + \frac{V_C}{2R} + \frac{V_B}{2R} + \frac{V_A}{2R}\right) \cdot R_F \text{ olur.}$$

$$VÇ = \left[\frac{1}{2R} (V_D + V_C + V_B + V_A)\right] \cdot R_F \text{ 'dir.}$$

"D" düğüm noktasındaki gerilimi VD=VR kabul edersek diğer düğüm noktalarındaki gerilimler "VR" olarak;

$$V_D = VR, V_C = \frac{VR}{2}, V_B = \frac{VR}{4}, V_A = \frac{VR}{8} \text{ 'dir.}$$

Bu değerleri çıkış gerilimi formülünde yerine koyarsak;

$$VÇ = -\left[\frac{1}{2R} \left(VR + \frac{VR}{2} + \frac{VR}{4} + \frac{VR}{8}\right)\right] \cdot R_F \text{ 'dir.}$$

Parantez içinin paydaları eşitlenirse;

$$VÇ = -\left[\frac{1}{2R} \left(\frac{8VR + 4VR + 2VR + VR}{8}\right)\right] \cdot R_F$$

$$VÇ = -\left[\frac{1}{2R} \cdot \frac{1}{8} (8VR + 4VR + 2VR + VR)\right] \cdot R_F$$

$$VÇ = -\left[\frac{1}{16R} (8VR + 4VR + 2VR + VR)\right] \cdot R_F$$

Parantez içindeki referans gerilimleri (VR) çarpanların hangi düğüm noktasında olduğunu belirlersek çıkış gerilimine hangi bitin ne kadar etki ettiği dijital olarak görülür.

$$VÇ = -\left[\frac{1}{16R} (8D \cdot VR + 4C \cdot VR + 2B \cdot VR + A \cdot VR)\right] \cdot R_F$$

Parantez içinden "VR" çekilecek olursa;

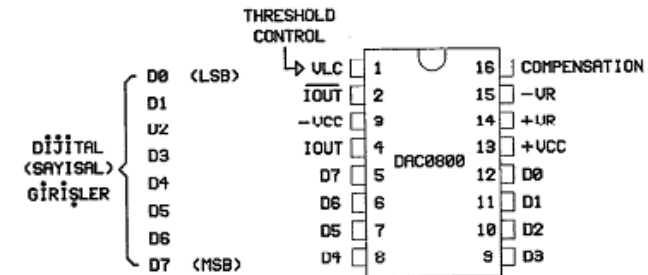
$$VÇ = -\left[\frac{1}{16R} \cdot VR (8D + 4C + 2B + A)\right] \cdot R_F$$

$$VÇ = \frac{VR \cdot R_F}{16R} (8D + 4C + 2B + A) \text{ olur.}$$

Parantez içindeki değerler dijital değerlerdir. Çıkış gerilimi giriş bitlerinin lojik durumlarının toplamının -VR.RF/16R ile çarpımıdır.

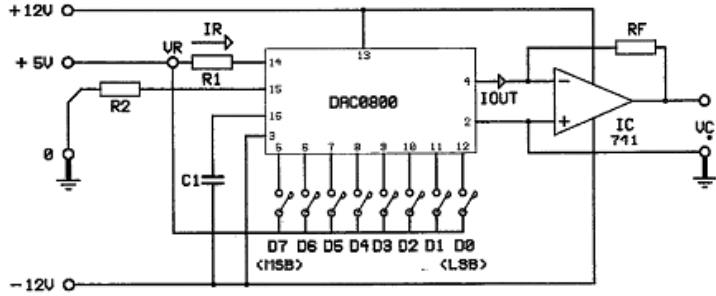
Dijital analog çevrim işlemini yapan entegre devreler çok kullanılır. DAC 0800 entegresi "R-2R" yöntemiyle yapılmış 8 bit ±4.5V DC ile ±18V DC arasında besleme kaynağında çalışan ±5V DC altında 33mW güç tüketen, çevrim işlemini 85nS (nanosaniye) zaman gecikmesi ile yapan dijital analog çeviricidir.

Şekil 4.3.5'de DAC 0800 entegresinin ayak bağlantısı görülmektedir.



Şekil 4.3.5

"14 nolu ayak "+VR" pozitif referans geriliminin uygulanacağı ayağıdır. DAC 0800 entegresinde +VR=5V DC' dir. "15" nolu "-VR" ayağı bir direnç ile toprağa bağlanmalıdır. Şekil 4.3.6'da uygulama devresi görülmektedir.



Şekil 4.3.6

Çıkışta elde edilen gerilim tek kutupludur. Başka sözle toprağa göre çıkış gerilimi her zaman poziftir. Bu nedenle bu tip bağlantıya UNIPOLAR denir. R1 direncinden geçen referans akımı (**IR**) formül olarak;

$$IR = \frac{VR}{R1} \text{ dir.}$$

"14" nolu ayakta çıkabilecek çıkış akımı (**IOUT**) formül olarak;

$$IOUT = \frac{VR}{R1} \left(\frac{D7}{2} + \frac{D6}{4} + \frac{D5}{8} + \frac{D4}{16} + \frac{D3}{32} + \frac{D2}{64} + \frac{D1}{128} + \frac{D0}{256} \right)$$

D7-D6-D5-D4-D3-D2-D1-D0 bağlandığı ayağın toprağa göre gerilim değeridir. Akım çıkışının uygulandığı işlemsel yükselteç akım çıkışını gerilim çıkışına çevirmek için kullanılmıştır.

Devrenin çıkış gerilimi (**VÇ**) formül olarak;

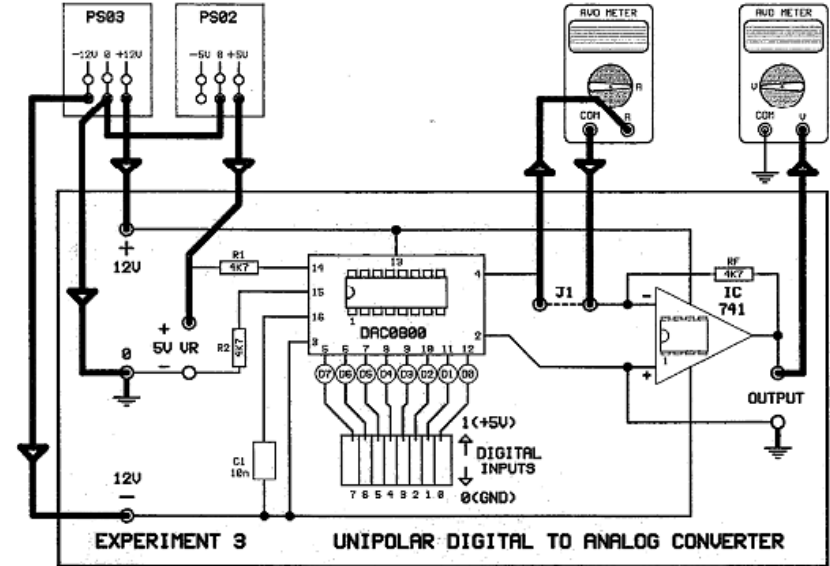
$$VÇ = IOUT \cdot RF \text{ dir.}$$

Dijital Girişler								Vç (Volt)	Iout (uA)
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		

Şekil 4.3.8

DENEYİN YAPILIŞI:

Y-0024/004 modülünü yerine takınız. Devre bağlantılarını Şekil 4.3.7'deki gibi yapınız.



Şekil 4.3.7

1- DAC 0800 8 bit çözünürlüğe sahip olduğuna göre adım sayısı, referans gerilimi +5V ise adım aralığını hesaplayınız.

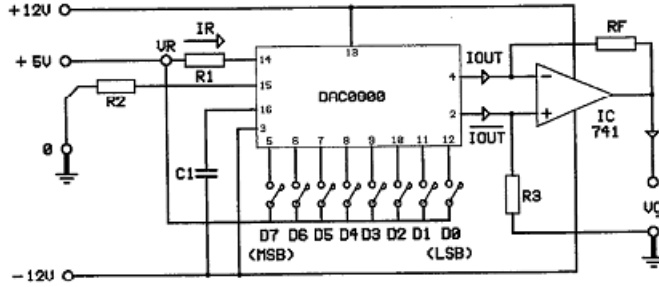
2- J1 noktaları arasına Dijital Ampermetre, çıkış uçları arasına Voltmetre bağlayınız. D0-D7 dijital giriş anahtarlarını sırayla şekil 4.3.8'deki tablodaki konumlara alınız. Her basamak için çıkış akımını ve çıkış gerilimini yazınız.



DENEY 4.4 BİPOLAR DİJİTAL ANALOG ÇEVİRİCİ'NİN İNCELENMESİ (DAC 0800)

HAZIRLIK BİLGİLERİ:

DAC 0800 dijital analog çeviricinin iki akım çıkış ucu (2 ve 4 nolu ayaklar) bir işlemsel yükseltecin girişine aynı anda uygulanırsa, işlemsel yükselteç çıkışında iki kutuplu çıkış, başka sözle toprağa göre pozitif ve negatif gerilim değerleri elde edilir. Bu nedenle böyle devreye bipolar (çift kutuplu ya da kutupsuz) çevirici adı verilir.



Şekil 4.4.1

Şekil 4.4.1'de DAC 0800 entegresinin bipolar uygulama devresi görülmektedir. Çıkışta elde edilen gerilim değeri:

$$V_{\text{Ç}} = \pm V_R = 2V_R = \pm 5 = 10 \text{ Volt'tur.}$$

Bildiğimiz gibi DAC 0800 entegresi 8 bit çözünürlüğe sahiptir. Buna göre adım sayısı: $2^8 = 256$ 'dır. Adım aralığı hesaplanırken çıkışta elde edilen gerilim aralığı esas alınır.

Buna göre adım aralığı: $10/256 = 0.038$ 'dir.

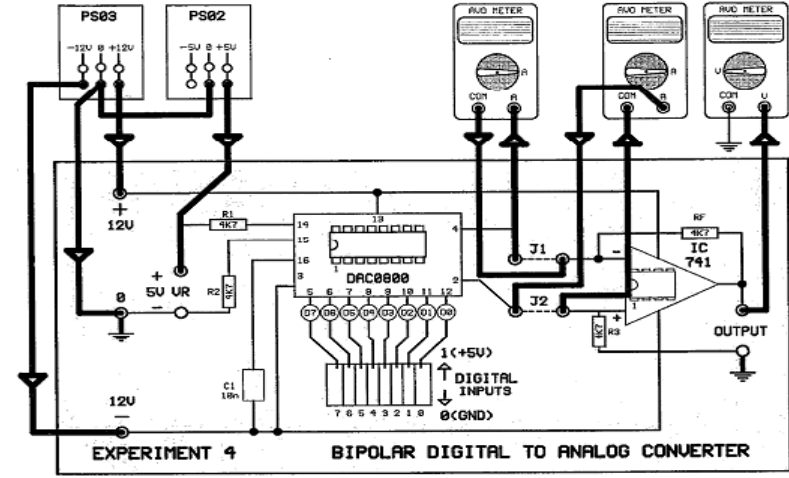
İşlemsel yükseltecin çıkış gerilimi formül olarak;

$$V_{\text{Ç}} = (I_{\text{OUT}} - I_{\text{OUT}}') \cdot R_F \text{ dir.}$$

Burada IOUT ve IOUT' tamamlayıcı çıkış akımlarıdır. $I_{\text{OUT}} + I_{\text{OUT}}'$ tam skala akım değeri "IFS" dir. Bu da $I_{\text{OUT}} = \text{IFS}$ ise $I_{\text{OUT}}' = 0$ dir. Ya da $I_{\text{OUT}}' = \text{IFS}$ ise $I_{\text{OUT}} = 0$ olur. Çıkış geriliminin maksimum değeri, pozitif (+) $V_{\text{Ç}} = \text{IFS} \cdot R_4$ 'tür. Çıkış geriliminin minimum değeri negatif (-) $V_{\text{Ç}} = -\text{IFS} \cdot R_4$ olur.

DENEYİN YAPILIŞI:

Y-0024/004 modülünü yerine takınız. Devre bağlantılarını Şekil 4.4.2'deki gibi yapınız.



Şekil 4.4.2

1- DAC 0800 bipolar dijital analog çevirim yapıyor, referans gerilimi +5V ise adım aralığını hesaplayınız.

2- J1 ve J2 noktaları arasında birer dijital ampermetre ve çıkış uçlarına bir dijital voltmetre bağlayınız. D0-D7 dijital giriş anahtarlarını sırayla Şekil 4.4.3 'deki tabloda görülen konumlara alınız. Her basamak için çıkış akımlarını ve çıkış gerilimini yazınız.

Dijital Girişler								V _ç (Volt)	I _{out} (mA)	I _{out} ' (mA)
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0			

Şekil 4.4.3

3- Her basamaktaki IFS değerlerini hesaplayınız ve sonucu yorumlayınız.