

LOJİK DEVRE KATALOG BİLGİLERİ

Entegre yada tümdevreler, direnç, kondansatör, diyot, transistör ve diğer elektronik elemanlarla bunların bağlantılarından oluşan küçük silikon yarı iletken parçacıklar üzerinde gerçekleştirilmiş devreler topluluğudur. Analog ve sayısal olmak üzere iki çeşit entegre devre yapısı bulunmaktadır.

Analog entegre devreler, işlemsel kuvvetlendiriciler, gerilim regülatörleri, frekans çoğullayıcılar, osilatörler, modülatörler gibi analog işaret kullanan devrelerdir.

Sayısal entegre devreler ise, lojik kapılar, saklayıcılar, kodlayıcılar, kod çözücüler, bellek elemanları gibi sayısal işaretleri kullanan devrelerdir.

Sayısal entegre devreler içerdikleri kapı yoğunluklarına göre:

Küçük ölçekli entegre devreler	(SSI- Small Scale Integration)	Kapı sayısı <10
Orta ölçekli entegre devreler	(MSI- Medium Scale Integration)	Kapı sayısı 10- 100
Büyük ölçekli entegre devreler	(LSI- Large Scale Integration)	Kapı sayısı 100-10000
Çok büyük ölçekli entegre devreler	(VLSI- Very Large Scale Integration)	Kapı sayısı >10000

şeklinde isimler alırlar

Sayısal entegre devrelerde genelde aşağıda belirtilen üretim teknolojileri kullanılır

RTL- Direnç-Transistör Lojiği

DTL- Diyot-Transistör Lojiği

TTL- Transistör-Transistör Lojiği

ECL- Emiter-kuplajlı Lojik

MOS- Metal-Oksitli yarı iletken

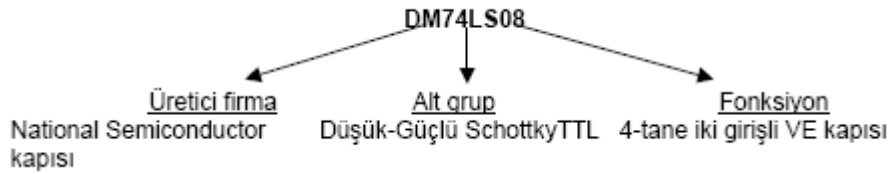
CMOS- Tüm Metal-Oksitli yarı iletken

Tasarımcı hangi teknoloji ile üretilmiş elemanı kullanacağına ihtiyacı doğrultusunda karar verir. Ancak, bunlardan TTL ve CMOS şeklinde üretilen entegre devre kapıları en çok kullanılan standartlardır. TTL ve CMOS ailesinden tümdevreler, tasarım özelliklerine göre belirli bir numaralandırma ve harf ekleriyle ifade edilirler. TTL serisi endüstride standartlaşmış kullanıma sahiptir. Besleme gerilimi 5V'dur. CMOS 'ların özelliği az güç harcamalarıdır. Besleme gerilimleri 3 - 15 V. Arasındadır.

Terim olarak TTL Transistor-Transistor Logic ifadesinin kısaltılması olarak kullanılmaktadır. Entegre devrelerinin tasarımında bipolar transistorler kullanılmıştır. TTL mantık ailesi hız ve güç parametreleri açısından yedi alt gruba ayrılırlar:

- I. Standart TTL
- II. Yüksek - Güçlü TTL
- III. Düşük-Güçlü TTL
- IV. Schottky TTL
- V. Düşük-Güçlü Schottky TTL
- VI. Gelişmiş Düşük-Güçlü Schottky TTL
- VII. Gelişmiş Schottky TTL

TTL mantık ailesi 54 veya 74 numaralı öneğine sahiptirler. 54 serisi askeri amaçlıdır. Çalışma sıcaklığı aralığı -55°C ile $+125^{\circ}\text{C}$ arasında iken, 74 serisi entegreler için bu aralık 0°C ile $+70^{\circ}\text{C}$ arasındadır. Bu mantık ailesindeki entegreler genellikle AA74YYXXX şeklinde tanımlanırlar. AA harfleri entegreyi üreten firmayı gösteren harf veya harflerdir. Texas Instruments ön ek olarak 'SN', National Semiconductor 'DM', Signetics 'S', Advanced Micro Divesces 'AM', Fairchild 'F' kısaltmalarını kullanmaktadırlar. YY harfleri entegrenin hangi TTL alt grubuna ait olduğunu gösterir. XXX entegrenin fonksiyonunu gösteren iki veya üç basamaklı bir sayıdır.



TTL Serisi	Önek	Örnek Entegre
Standart TTL	54 veya 74	7404 (altılı DEĞİL kapısı)
Yüksek-güçlü TTL	54H veya 74H	74H04 (altılı DEĞİL kapısı)
Düşük-güçlü TTL	54L veya 74L	74L04 (altılı DEĞİL kapısı)
Schottky TTL	54S veya 74S	74S04 (altılı DEĞİL kapısı)
Düşük-güçlü Schottky TTL	54LS veya 74LS	74LS04 (altılı DEĞİL kapısı)
Geliştirilmiş düşük-güçlü Schottky TTL	54ALS veya 74ALS	74ALS04 (altılı DEĞİL kapısı)
Geliştirilmiş Schottky TTL	54AS veya 74ALS	74AS04 (altılı DEĞİL kapısı)

TTL SERİSİ	ÖN EK	ÖRNEK
Standart TTL.	74 ...	7486
Yüksek Hızlı TTL.	74H ...	74H86
Düşük Güçlü TTL.	74L ...	74L86
Schottky TTL.	74S ...	74S86
Düşük Güçlü Sch. TTL.	74LS ...	74LS86
Geliştirilmiş Sch. TTL.	74 AS ...	74AS86
Gelş.tr. Düş. Güç. Sch. TTL.	74 ASL ...	74ASL86

CMOS (Tamamlayıcı MOS Lojik)

CMOS terim olarak tamamlayıcı MOS Lojik (Complementary Metal Oxide Semiconductor) ifadesinin kısaltılması olarak kullanılmaktadır. Entegre devrelerinin tasarımında alan etkili transistörler kullanılmıştır. Lojik fonksiyonlar aynı kalmakla beraber TTL ve CMOS yapım teknolojilerinde kullanılan araçlar farklıdır. Devre teknolojileri lojik fonksiyonlarda değil sadece performans karakteristiklerinde değişiklik gösterir.

CMOS ailesi temel olarak *metal kapılı CMOS* ve *silikon kapılı CMOS* olmak üzere iki ayrı işlem teknolojisi kategorisine ayrılır. Eski metal kapılı teknoloji 4000 serisinden oluşurken, yeni silikon kapılı teknolojiler ise 74C, 74HC, 74HCT serisinden oluşur. CMOS ailesine ait bütün 74 serisi, TTL' ler ile bacak ve fonksiyon uyumludur. Yani TTL ve CMOS entegreler aynı sayıda ve benzer giriş, çıkış, besleme gerilimine (Vcc) sahiptir. Ayrıca 74HCT serisi TTL ile voltaj seviyesi uyumludur. 74HCT serisinin 74C ve 74HC serileri ile bağlanması için özel bir gereksinim yoktur. TTL ile CMOS ailesi arasındaki farklılıklar performans karakteristiklerinde yatar.

Teknoloji	CMOS (silikon kapılı)	CMOS (metal kapılı)	TTL Std	TTL LS	TTL S	TTL ALS	TTL AS
Seri	74HC	4000B	74	74S	74S	74ALS	74AS
Güç Harcaması Statik 100kHz için	2,5nW 0,17mW	1µW 0,1mW	10mW 10mW	2mW 2mW	19mW 19mW	1mW 1mW	8,5mW 8,5mW
Yayılm Gecikmesi	8ns	50ns	10ns	10ns	3ns	4ns	1,5ns
Fan-Out			10	20	20	20	40

CMOS SERİSİ	ÖN EKİ	ÖRNEK
Orijinal CMOS	40 ...	4009
TTL ile pinleri (bağlantı) uyumlu CMOS	74C ...	74C09
Yüksek Hızlı ve TTL ile pin. Uyum. CMOS.	74HC ...	74HC04
Yüksek Hızlı ve TTL ile elekt. Uyum. CMOS	74HCT ...	74HCT04

Çeşitli TTL serileri arasında sadece güç harcama, gecikme zamanı, anahtarlama hızı gibi elektriksel özellikler açısından fark vardır. Pin ayak numaraları veya lojik işlemi açısından bir fark yoktur.

Örneğin; Ön eki ne olursa olsun 86 ile biten tüm TTL entegreler içinde 4 adet EX - OR kapısı mevcuttur.

CMOS teknolojisi, TTL teknolojisi ile üretilen entegre devrelere göre, gürültüye daha az duyarlıdır; dolayısıyla daha iyidir. Bir TTL entegrede yayılım gecikmesi 10-15 ns CMOS da 25 ns düzeyindedir. Ancak yeni nesil CMOS entegrelerin yayılım gecikmeleri TTL den daha az olup 8 ns civarındadır. Böylece daha hızlı çalışan lojik devreler gerçekleştirilebilmektedir. CMOS entegreler TTL entegrelere göre daha az güç harcamaktadırlar. Bu yüzden özellikle pille çalışması gereken tasarımlarda CMOS entegreler tercih edilmektedirler.

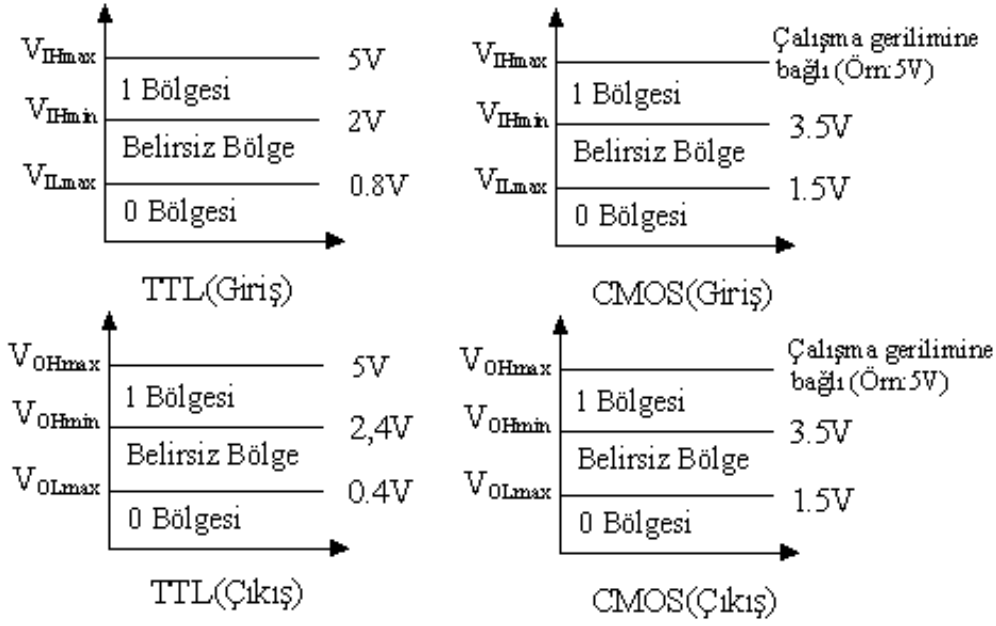
TTL ve CMOS ENTEGRE DEVRELERİN ÖZELLİKLERİ

Bütün lojik kapı elemanları, Flip-Floplar, kodlayıcılar, kod çözücüler, veri seçici ve dağıtıcıları gibi lojik elemanlar TTL ve CMOS teknolojisi ile üretilmektedir. Lojik devre tasarımcıları bu iki teknolojiye ait entegre devreleri sıkça kullanacağından bu iki aileye ait elemanların karakteristiklerini bilmeleri gerekmektedir.

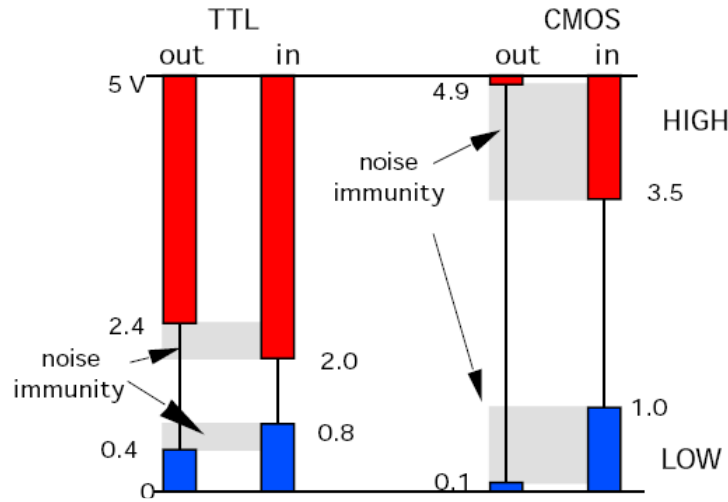
Sayısal devreler sadece 0 ve 1 lerle ifade edilen ikili işaretlerle çalışırlar. Ancak her lojik ailenin lojik 0 ve lojik 1 seviyesi farklıdır.

TTL entegrelerin besleme gerilimi 5 voltur. Bu aileye ait tüm elemanların lojik giriş seviyeleri ile lojik çıkış seviyeleri aynıdır. Örneğin giriş gerilimi 0V-0.8V arasındaysa lojik 0; 2V-5V arasındaysa lojik 1 seviyesindedir. 0.8V-2V arası belirsiz bölgedir. 0.8V-2V arasında bir gerilim uygulanması durumunda TTL devre girişindeki işaret belirlenemez ve bu değer bir lojik seviye olarak yorumlanamaz.

TTL entegrelerin çıkış değeri, çıkış gerilimi 0.1V-0.4V arasındaysa lojik 0, 2.4V-5V arasındaysa lojik 1 seviyesindedir. 0.4V-2.4V arası yine belirsiz bölge olarak bilinmektedir.



TTL ve CMOS entegrelerinin giriş ve çıkış gerilim seviyeleri



TTL ve CMOS Giriş ve Çıkış Lojik Seviyeleri

V_{IH} ($V_{in}(1)$): Yüksek seviye giriş gerilimi; Lojik 1 için istenilen gerilim seviyesi

V_{IL} ($V_{in}(0)$): Düşük seviye giriş gerilimi; Lojik 0 için istenilen gerilim seviyesi

V_{OH} ($V_{out}(1)$): Yüksek seviye çıkış gerilimi; Lojik 1 için çıkışta görülen gerilim seviyesi

V_{OL} ($V_{out}(0)$): Düşük seviye çıkış gerilimi; Lojik 0 için çıkışta görülen gerilim seviyesi

I_{IH} ($I_{in}(1)$): Yüksek seviye giriş akımı; Lojik 1 seviyesindeki gerilim için kapının çektiği akım

I_{IL} ($I_{in}(0)$): Düşük seviye giriş akımı; Lojik 0 seviyesindeki gerilim için kapının çektiği akım

I_{OH} ($I_{out}(1)$): Yüksek seviye çıkış akımı; Lojik 1 çıkışında dışarıya verilebilecek akım miktarı

I_{OL} ($I_{out}(0)$): Düşük seviye çıkış akımı; Lojik 0 çıkışında dışarıya verilebilecek akım miktarı

Dijital Entegre Devrelerde Kullanılan Terminolojiler

Darbe Tekrarlama Sıklığı (Frekans): Saniyedeki konum değiştirme sayıdır.

Görev Oranı (Duty Cycle): Tekrar eden bir darbe zincirinin görev oranı, darbe genişliğinin darbe periyoduna oranının % cinsinden ifadesidir.

Propagasyon (Yayılm) Gecikmesi (Propagation Delay): Bir devrenin giriş ve çıkışı arasındaki meydana gelen gecikme miktarıdır.

Çıkış Kapasitesi (Fan Out) - Çıkış Yelpazesi: Bir lojik kapının çıkışına bağlanabilecek standart yük sayısını ifade eder. Örneğın, bir lojik kapının fan out'u 10 ise, bu kapının çıkışına aynı gruba ait 10 adet kapı girişi bağlanabilir anlamınadır.

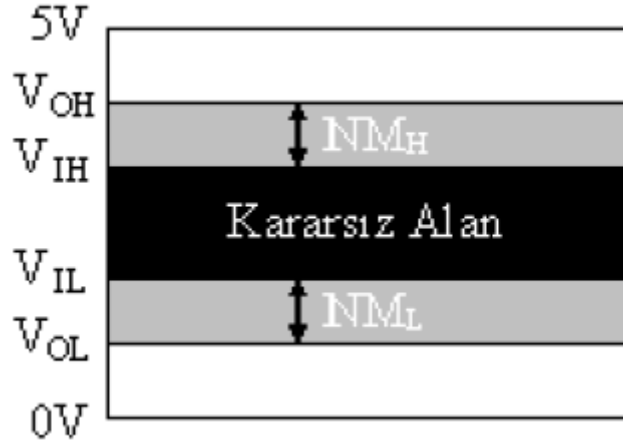
Gürültü Bağışıklığı (Noise Immunity): Bir lojik kapının çalışırken etkilenebileceği en yüksek gürültü seviyesidir. Ya da bir dijital işaretin üzerine, o işaretin anlamını değiştirmeden bulunmasına izin verilebilecek maximum gürültü miktarına denir. mV cinsinden ifade edilir.

Power Dissipation (Güç Tüketimi): Güç tüketimi, kapı elemanın çalışması sırasında harcadığı güç olarak tanımlanır

Genel Açıklamalar

Sayısal tümdevrelerin temel karakteristikleri, tümdevrelere ait olan giriş/çıkış-düşük/yüksek seviye gerilim ve akım değerlerinin yanı sıra gürültü marjları, propagasyon gecikme süreleri, güç tüketimleri, giriş ve çıkış yelpaze sayısı olarak bilinir.

Gürültü marjı (NM), gürültünün kapı tarafından tolere edilebileceği en büyük genlik değeridir. Lojik kapılarda gürültü, kapının girişindeki istenmeyen akım ve gerilim değişiklikleri olarak tanımlanır. Gürültünün değeri çok büyük olursa, istenmeyen çıkışlara neden olabilir. Bununla beraber, sayısal sistem girişindeki gürültü gerilim seviyesi, gürültü marjından düşük seviyede ise bu gürültü, analog sistemlerde olduğu gibi birikerek çıkışa aktarılmaz. Şekilde gürültü marjının grafiksel gösterimi verilmiştir.



Gürültü marjının grafiksel gösterimi

Şekilde,

V_{IL} : Kapının düşük (LOW) olarak algılayabileceği en yüksek giriş gerilim seviyesi,

V_{IH} : Kapının yüksek (HIGH) olarak algılayabileceği en düşük giriş gerilim seviyesi,

V_{OL} : Kapının düşük (LOW) olarak verebileceği en büyük gerilim seviyesi,

V_{OH} : Kapının yüksek (HIGH) olarak verebileceği en düşük gerilim seviyesi olarak tanımlanır.

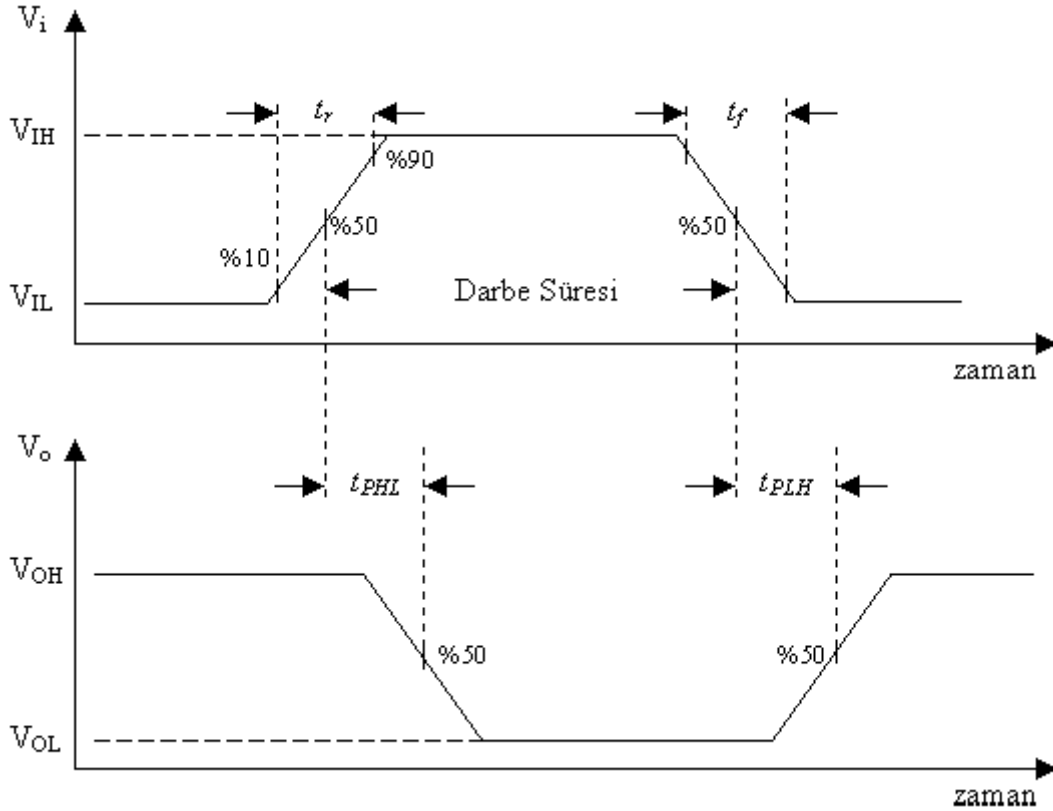
Gürültü marjı, yüksek seviye için, $N_{MH} = V_{OH} - V_{IH}$, düşük seviye için, $N_{ML} = V_{IL} - V_{OL}$, olarak tanımlanır. Bir lojik kapının istenen çıkışı vermesi için kapının girişindeki gürültü geriliminin değeri, Şekilde gösterilen gri renkli bölgelerdeki gürültü marj değerlerine eşit veya küçük olmalıdır. Siyah renkli bölge ise kapı çıkışının kararsız hale geldiği giriş gerilimi değer aralığını göstermektedir. Gürültünün genliği, bu gürültü marjları dışına çıktığında kapı, istenmeyen çıkışlar verebilir veya kararsız hale gelebilir. Sayısal devrelerde kapılar, birbirine kaskad olarak bağlandığı için düşük seviyeli giriş gerilimi, V_{OL} değerinden daha yüksek ve yüksek seviyeli giriş gerilimi, V_{OH} değerinden daha düşük olamaz.

Propagasyon gecikme süresi, t_p , bir elemanın girişindeki seviye değişimi ile elemanın çıkışında oluşacak seviye değişimi (yüksek seviyeden alçak seviyeye, H-L, alçak seviyeden yüksek seviyeye, L-H) için geçen süredir. t_{PHL} , giriş geriliminin V_{IH} 'ye veya V_{IL} 'ye göre %50 değiştiği andan itibaren çıkış geriliminin V_{OH} 'den V_{OL} 'ye %50 değişene kadar geçen süredir. t_{PLH} de benzer şekilde çıkışın V_{OL} 'den V_{OH} 'ye geçişi için tanımlanır. t_{PLH} ve t_{PHL} genellikle birbirine eşit değildir ve kapının ortalama gecikme süresi;

$$\tau_{ort} = \frac{t_{PLH} + t_{PHL}}{2}$$

şeklinde belirlenir.

Propagasyon gecikme süresi, kapının çalışabileceği en büyük frekans değeri ile doğrudan ilgilidir. Genellikle sayısal devrenin çalışma frekansı, toplam en kötü gecikme süresi ile belirlenir. Yükselme süresi (t_r); giriş geriliminin V_{IL} değerinin %10 fazlasından, V_{IL} 'nin %90 fazlasına kadar artımı sırasında geçen süredir. Düşme süresi (t_f) ise V_{IH} değerinin %10 eksikliğinden, V_{IH} 'nin %90 eksikliğine kadar azalması sırasında geçen süre olarak tanımlanır. Propagasyon gecikme, yükselme ve düşme sürelerinin genlik-zaman diyagramı, aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Propagasyon gecikme süreleri, yükselme ve düşme süreleri

Güç tüketimi, kapı elemanın çalışması sırasında harcadığı güç olarak tanımlanır ve $P_{dis} = V_{CC} \cdot I_{CC}$ ifadesiyle hesaplanır. I_{CC} değeri, düşük ve yüksek seviyelerde harcanan akımların aynı olmamasından dolayı bu iki değerın ortalaması, $I_{CC} = (I_{CCH} + I_{CCL})/2$, olarak ifade edilir. Tüm elektronik elemanlarda olduğu gibi lojik kapılarda da bir miktar enerji ısıya dönüşür. Bu ısı, tümdevrede fiziksel hataların oluşmasına ve tümdevrenin yıpranmasına neden olur. Bu yüzden tümdevre tasarımlarında, genellikle güç tüketimi daha az olan ve aynı zamanda geniş ölçekli tasarımları destekleyen CMOS teknolojisi kullanılır.

Bir kapının giriş yelpaze sayısı, kapının destekleyebileceği giriş sayısı olarak tanımlanır. Çıkış yelpaze sayısı ise, kapının normal çalışma sınırları dışına çıkmadan bu kapının çıkışına

bağlanabilecek maksimum kapı sayısıdır. Düşük seviye (lojik 0) çıkışa sahip bir kapının çıkış yelpaze sayısı, yüksek seviye (lojik 1) çıkışa sahip aynı kapının çıkış yelpaze sayısına, her bir seviyedeki maksimum çıkış akım değerleri ve giriş akım değerleri farklı olduğu için eşit değildir. Buna göre her bir seviyedeki çıkış yelpaze sayısı,

Lojik 1 çıkışına sahip kapının çıkış yelpaze sayısı : $I_{OH(max)}/I_{IH(max)}$,

Lojik 0 çıkışına sahip kapının çıkış yelpaze sayısı : $I_{OL(max)}/I_{IL(max)}$

olarak ve kapının çıkış yelpaze sayısı $\min(I_{OH(max)}/I_{IH(max)}, I_{OL(max)}/I_{IL(max)})$ olarak belirlenir.

Sayısal tümdevreler, üretilirken uygulanan teknolojilere göre şu şekilde sınıflandırılırlar:

ECL : Emetör-kuplajlı lojik

TTL : Tranzistor-tranzistor lojik

PL : Entegre enjeksiyonlu lojik

MOS : Metal-oksitli yarı iletken

CMOS : Tümllemeli metal-oksitli yarıiletken

TTL, geniş çaplı bir sayısal fonksiyonlar listesine sahiptir. *ECL*, yüksek hızlı işlemler, *MOS* ve *PL*, yüksek bileşen yoğunluğu, *CMOS* ise düşük güç tüketimi gerektiren sistemlerde kullanılmaktadır. *TTL* ve *CMOS* lojik ailesine mensup tümdevrelerin kendilerine has özellikleri şu şekilde verilebilir:

TTL-teknolojisi (74xx) : Lojik devrelerde en sık kullanılan teknolojidir ve iki temel unsur ile karakterize edilebilir. Kapı başına gecikme süresi, yaklaşık olarak 20ns ve güç tüketimi 15mA/lojik kapı.

TTL-teknolojisi (54xx) : Temel olarak *TTL* tümdevreler ile aynı özelliklere sahiptir, fakat askeri amaçlara yönelik üretilirler.

TTL-L (74Lxx) : Daha az güç harcarken, daha düşük hıza sahiptirler.

TTL-S (Schottky : 74Sxx) : *TTL-LS* tümdevreler kadar hızlı olmasına rağmen fazla güç tüketirler.

TTL-LS (Low Schottky : 74LSxx) : *TTL* tümdevrelerden daha az güç tüketirken, *TTL* tümdevreler ile aynı işlem süresine sahiptir.

TTL-AS (Advanced Schottky : 74ASxx) : Yüksek frekanslarda çalışabilmelerine rağmen *TTL* tümdevrelerden daha fazla güç harcarlar.

TTL-ALS (Advanced LS : 74ALSxx) : *LS* tümdevrelerden daha hızlı ve daha yüksek çıkış akımına sahiptir.

TTL-H (High speed : 74Hxx) : Yüksek frekanslarda çalışabilmelerinin yanı sıra gürültü marjları yüksektir.

TTL-F (Fast I/O : 74F) : Yüksek hızlara sahiptir ve bunun için çok fazla güç harcar.

TTL-OC : Bu sayısal tümdevreler, TTL ile benzer özelliklere sahiptir fakat TTL ile karşılaştırıldığında daha fazla propagasyon gecikme süresine sahiptir.

CMOS (4xxx & 74Cxx) : Bu teknolojinin en önemli avantajı, düşük güç tüketimine sahip olmasıdır.

CMOS-AC (74ACxx) : Yüksek hızlı ve TTL uyumludur.

CMOS-HC (74HCxx) : Yüksek hızlara sahiptir.

CMOS-H (High speed : 74HCTxx) : Düşük güç tüketimi sağlarken daha yüksek frekanslarda çalışma olanağı sağlar.

Tablo 1.1'de bazı lojik ailelerin birbirleriyle çıkış yelpaze sayısı, güç tüketimi, gürültü marjı, propagasyon gecikme süresi ve çalışma frekansı açılarından karşılaştırması verilmiştir.

Tablo 1.1 : Bazı lojik ailelerinin birbirleriyle karşılaştırılması (VG: Çok iyi, G: İyi, P: Zayıf)

Aile	Lojik Kapı	Çıkış Yelpaze Sayısı	Güç Tüketimi (mW/kapı)	Gürültü Marjı	Propagasyon Gecikmesi (ns/kapı)	Frekans(MHz)
TTL	NAND	10	10	VG	10	35
TTL-H	NAND	10	22	VG	6	50
TTL-L	NAND	20	1	VG	33	3
TTL-LS	NAND	20	2	VG	9,5	45
TTL-S	NAND	10	19	VG	3	125
TTL-AS	NAND	40	10	VG	1,5	175
TTL-ALS	NAND	20	1	VG	4	50
ECL 10K	OR-NOR	25	40-55	P	2	>60
ECL100K	OR-NOR	??	40-55	P	0.75	600
MOS	NAND	20	0.2-10	G	300	2
74C	NOR/NAND	50	0.01/1	VG	70	10
74HC	NOR/NAND	20	0.0025/0.6	VG	18	60
74HCT	NOR/NAND	20	0.0025/0.6	VG	18	60
74AC	NOR/NAND	50	0.005/0.75	VG	5,25	100
74ACT	NOR/NAND	50	0.005/0.75	VG	4,75	100