

آموزش تعمیرات تلفن همراه باطعم

پرقال

@techpower

سرشناسه : روحی ، مهرگان
عنوان و نام پدید آور: تعمیرات تلفن همراه با طعم پرتقال / نویسنده مهرگان روحی ، عکاس صنعتی ابوذر ونکی.
مشخصات نشر: تهران: آموزشگاه پل، ۱۳۸۶
مشخصات ظاهری: ۳۶۵ ص.: مصور (رنگی)، جدول، نمودار.؛ ۲۲×۲۹ س م.
شابک: ۵۰۰۰۰ ریال: ۹-۵۴۴۰-۵۴-۹۶۴-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: واژه نامه
موضوع: تلفن همراه - نگهداری و تعمیر
شناسه افزوده: ونکی، ابوذر، عکاس
رده بندی کنگره: ۸۹ ت/TK۶۵۷۰
رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳۸۴۵۶
شماره کتابخانه ملی: ۴۷۰۸۸-۸۵ م

آموزشگاه پل تقدیم می کند



کتاب آموزش تعمیرات تلفن همراه با طعم پرتقال

مؤلف و ناشر: آموزشگاه پل - مرتضی حاج سید جوادی

نویسنده: مهندس مهرگان روحی

گرافیکست: منیژه رحیم زاده

طرح روی جلد: عاطفه شفیعی راد

عکاس صنعتی: ابوذر ونکی

طراح عکس: مهرداد شفائی

ویراستار: حامد علیجان نژاد - احسان امیری

حروفچین: طاهره ناصحی

چاپ اول: ۱۳۸۶

شابک: ۹-۵۴۴۰-۵۴-۹۶۴-۹۷۸

تلفن واحد سفارشات: ۶۶۷۴۸۶۴۴



@techpower



مقدمه:

واقعاً چرا انسان همیشه به دنبال ارتباط با دیگران بوده است...؟!

در پاسخ به این پرسش باید بدین نکته اشاره کنم که آدمی دارای شعور و ادراک احساسی و اجتماعی می باشد و برای برطرف نمودن نیازمندیهای خود در این زمینه همواره به دنبال زندگی اجتماعی بوده است، همچنین از طرف دیگر، انسان موجودی با نیازمندیهای بسیار می باشد. به این دلیل از گذشته تا به امروز سعی در برقراری ارتباط با همنوعان خود داشته تا بدین وسیله در راه کسب اطلاعات و بالابردن دانش خود گام بردارد و جهت بهبود شرایط خود و همنوعانش تلاش نماید.

در حال حاضر تلفن همراه را می توان به عنوان یکی از مهمترین وسایل ارتباطی نام برد، اوایل ظهور این وسیله ارتباطی در ایران از نظر عامه مردم، تلفن همراه یک وسیله تجملاتی به نظر می رسید. اما به مرور زمان و با توجه به کاربرد بسیار زیاد، تلفن همراه به یک وسیله ضروری تبدیل شده و این امر استفاده از آن را اجتناب ناپذیر مینماید.

با توجه به سیاستهای بلند مدت دولت جمهوری اسلامی ایران در رابطه با تکنولوژی ارتباطات و افزایش تعداد اپراتورهای سرویس دهنده در این زمینه، در حال حاضر تعداد استفاده کنندگان از این وسیله افزایش یافته و استفاده از تلفن همراه دیگر در انحصار یک قشر خاص از جامعه نمی باشد. به دلیل آنکه اکثر کاربران اطلاعات چندانی در ارتباط با نحوه صحیح استفاده از این وسیله را ندارند، بستر و زمینه اشتغال زایی خوبی در راستای تعمیرات تلفن همراه برای جوانان به وجود آمده است، این مهم تا به امروز در برنامه های اشتغال زایی دولت نیز سهم بسزایی را داشته است.

در این راستا آموزشگاه پل در اواخر سال ۱۳۷۹ بعنوان اولین آموزشگاه رسمی کشور و با مجوز رسمی سازمان آموزش فنی و حرفه ای تاسیس گردید.

اینجانب در همان ابتدای تاسیس آموزشگاه پل سعی نمودم تا با بهره گیری از بهترین مربیان و عوامل آن زمان به شایسته ترین نحو ممکن این تخصص را آموزش دهم و بسیاری از همین کارآموزان و مربیان در حال حاضر در آموزشگاهها و مراکز تعمیرگاهی مشغول به کار می باشند که همین امر خود باعث خوشحالی و سربلندی اینجانب و تمامی عوامل آموزشگاه پل می باشد.

در حال حاضر نیز آموزشگاه پل سعی بر این دارد که در امر آموزش و خدمات پس از آن همیشه پیش قدم باشد و با بهره گیری از بهترین مربیان و تجهیزات آموزشی و کارگاهی، زمینه جذب به بازار کار را برای تعداد زیادی از کارآموزان مهیا سازد.

در همان سالهای ابتدایی تاسیس، از طرف دانشگاه امیرکبیر به عنوان یکی از کارآفرین های برگزیده کشور انتخاب و تا به امروز در بسیاری از جشنواره ها و سمینارهای این رشته شرکت نموده و حضور داشته ایم. آموزشگاه پل همواره به شخصیت وجودی تک تک کارآموزان احترام گذارده و در همین راستا به کلیه





کارآموزان، کارت های اعتباری هوشمند برای دریافت خدمات رایگان ارائه می دهد، در حال حاضر نیز بسیاری از جوانان با بهره گیری از امکانات آموزشگاه پل مشغول به کار میباشند.

اینجانب با تمامی مشکلاتی که در طول این مدت برایم وجود داشته است، همواره در راه سیاستهای بلند مدت آموزشگاه پل راسخ و ثابت قدم بوده و با وجود تمامی مشکلات و سختی ها تاکنون دو کتاب به چاپ رسانیده ام که کتاب اول به نام آموزش تعمیرات تلفن همراه به صورت مصور بوده که بسیار مورد استقبال قرار گرفت و دومین کتاب در رابطه با آموزش الکترونیک طبق استاندارد سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور نگارش گردید.

و اما کتاب حاضر که سومین کتاب آموزشگاه پل می باشد حاصل ۸ سال تلاش و تجربه در این رشته بوده که با بهره گیری و کمک بهترین مربی آموزشگاه پل آقای مهرگان روحی که به عنوان دوست خوبم نیز می توانم از او نام ببرم تهیه گردیده است.

در اینجا می خواهم از آقایان بیژن یگانه، افشین ضمیری، حسین طاهری، حسن روحی، محمد نعمتی، مسعود رضایی، مصطفی شکوری، محمد خان میرزای و خانمها ماهرخ تجددی، اکرم جلال و مادرم فاطمه گرایلی تشکر نموده و یاد و خاطره مرحوم زنده یاد کیوان هراچی را زنده نگه داشته و این عزیزان را در این موفقیت سهیم نمایم و امیدوارم که همیشه در تمامی مراحل زندگی و کار موفق باشند. در پایان امیدوارم توانسته باشیم با ارائه این کتاب کمکی هر چند ناچیز در راه پیشرفت و ارتقاء سطح علمی و کیفی تعمیرکاران تلفن همراه کرده باشیم.

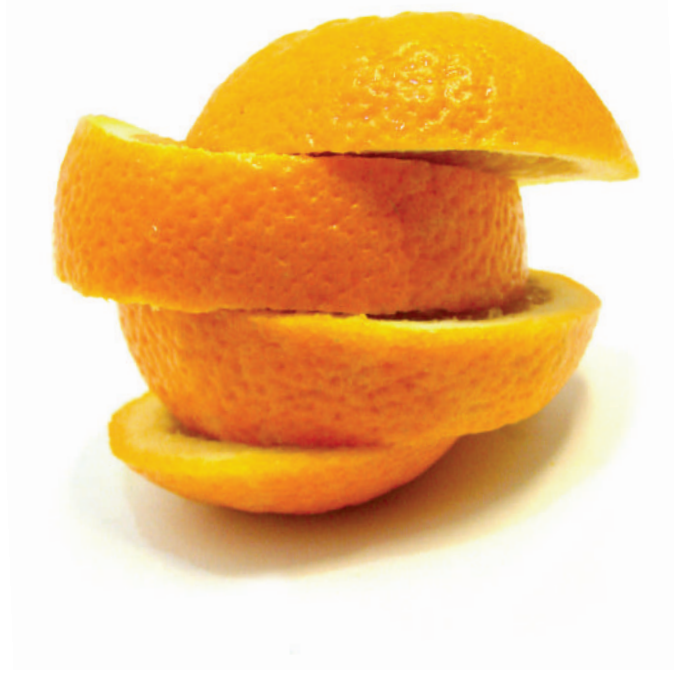
تقدیم به دختر عزیزم ملینا

مرتضی حاج سید جواد



فلاح اول

الکترونیک





آشنایی با الکتریسته:

از زمانی که پدیده رعد و برق در آسمان دیده شد و از زمانی که تالس یونانی پی به خاصیت کهربا برد ، الکتریسته و خواص آن معمای بزرگی در میان کاوشگران طبیعت بود .

تالس یونانی به این نکته پی برد که ماده ای به نام کهربا وقتی به ماده دیگر مالش داده شود به صورت ناشناخته ای بار دار می شود و لذا پس از باردار شدن خاصیت جذب اجسامی مانند برگ خشک درختان و براده های چوب را پیدا می کند ، بعدها دانشمندان دیگری به این نتیجه رسیدند که اجسام باردار برخی از اجسام را جذب و برخی دیگر را از خود دفع می کنند ، لذا پی به وجود دو نوع الکتریسته بردند . با تحقیقات بعدی معلوم شد که دو نوع الکتریسته اساساً با یکدیگر تفاوتی ندارند ، بلکه وقتی جسمی در اثر مالش دارای الکتریسته می شود یکی از دو جسم الکتریسته بیشتر یعنی بار مثبت و دیگری دارای الکتریسته کمتر یعنی بار منفی می شود. این بارهای الکتریکی بسیار ریز و غیر قابل دیدن ولی در تمامی مواد وجود دارند . در ابتدای قرن ۱۸۰۰ میلادی دانشمندانی نظیر آمپر ، فاراده ، اهم و ارستو خواص اساسی برق مانند شارژ ، مقاومت ، پتانسیل ، جریان و... را کشف نمودند .

طی صد سال بعد چارلز ویتسن و ساموئل اف،ب،مورس ارتباطات الکترونیکی را گسترش دادند و شبکه های خطوط تلگراف پدید آمد . تلفن توسط گراهام بل طراحی شد تا ارتباط بین دو شهر را میسر کند . در حالی که چراغ روشنایی ادیسون همه جا را روشن می کرد . در سال ۱۹۰۴ لوله دیود توسط جان فیلمینگ الکترون را در مسیری انقلابی حرکت داد . آری ، الکترونیک متولد شد .

رسانایی و دسته بندی اجسام از نظر الکتریسته :

۱- هادی ها (رسانا) :

اجسامی هستند که قابلیت هدایت جریان الکتریکی را دارند مانند مس و نقره . لذا به این اجسام هادی به معنی هدایت کننده گویند.

۲- عایق ها (نارسانا) :

اجسامی هستند که الکتریسته یا بار الکتریکی را هدایت نمی کنند مثل چوب ، شیشه ، پلاستیک .

۳- نیمه هادی ها (نیمه رسانا) :

اجسامی هستند که از نظر الکتریکی بین هادی ها و عایق ها قرار دارند مثل ژرمانیوم (Ge) و سیلیسیوم (Si) .

تعریف مفاهیم پایه :

۱- شدت جریان الکتریکی (I) Electrical Current

مقدار بار الکتریکی جابه جاشده در واحد زمان را شدت جریان الکتریکی گویند . واحد اندازه گیری شدت جریان ، آمپر (A) می باشد .

■ نکته : 1 آمپر جریان الکتریکی ، در واقع 1 کولن بار الکتریکی است که در یک ثانیه از یک نقطه عبور کرده است.





۲- مقاومت الکتریکی (R) Electrical Resistance

همه اجسام در برابر عبور جریان از خود مقاومت نشان می‌دهند. به عبارتی جریان الکتریکی برای عبور از بعضی از اجسام به نیروی بیشتری نیاز دارد. پس خاصیت مقاومت الکتریکی اجسام ، عبور جریان را محدود می‌کند. واحد اندازه گیری مقاومت الکتریکی اهم می‌باشد و با حرف یونانی امگا (Ω) نمایش داده می‌شود .

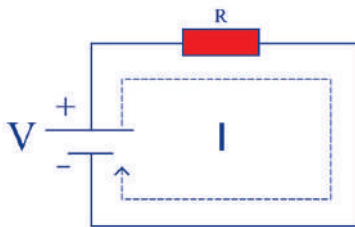
۳- ولتاژ الکتریکی (اختلاف پتانسیل) (V)

Electrical Voltage

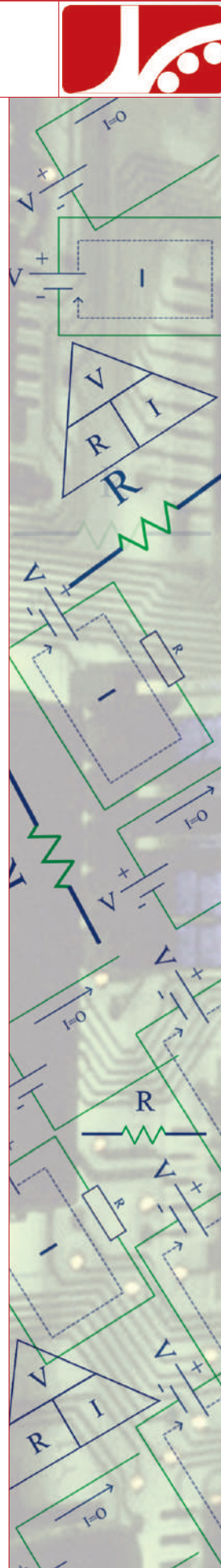
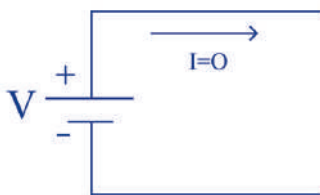
یک نیرو و میدان خارجی که باعث به حرکت در آمدن الکترون‌ها درون اجسام (جاری شدن جریان) می‌شود را ولتاژ الکتریکی می‌گویند. پس اختلاف پتانسیل عامل به وجود آورنده جریان الکتریکی می‌باشد. واحد اندازه گیری ولتاژ ، ولت (V) می‌باشد و یک ولت ولتاژی است که می‌تواند در یک جسم با مقاومت 1 اهم ، شدت جریان 1 آمپر را جاری کند .

۴- مدار الکتریکی Circuit Electrical

هرگاه در دو سر یک اختلاف پتانسیل ، مسیر بسته‌ای برای عبور جریان ایجاد شود ساده ترین مدار الکتریکی شکل گرفته است .

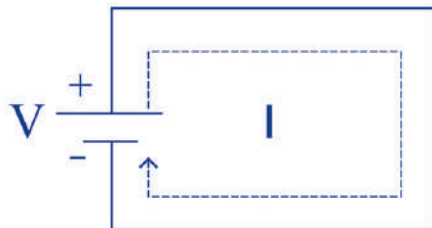


■ نکته 1 : در یک مسیر باز مقاومت بی‌نهایت و جریان صفر می‌باشد. این حالت Open Circuit یا مدار باز گفته می‌شود .





■ نکته ۲: در یک مسیر کوتاه شده، مقاومت صفر و جریان الکتریکی بی‌نهایت (حداکثر) می‌باشد. این حالت Short Circuit یا مدار کوتاه (اتصال کوتاه) گفته می‌شود.

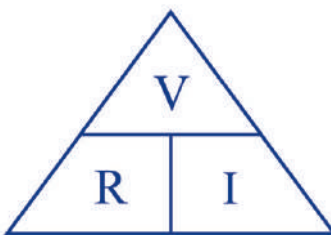


قانون اهم : Ohms Law

این قانون پایه‌ای ترین قانون علم الکترونیک به شمار می‌رود و مشخص کننده ارتباط بین سه پارامتر اساسی تعریف شده یعنی ولتاژ، جریان و مقاومت می‌باشد.

$$I = \frac{V}{R} \quad R = \frac{V}{I}$$

$$V = R \times I$$



پیشوندهای مورد استفاده در الکترونیک

در دنیای واقعی گاه بعضی از پارامترها بسیار بزرگ و گاه بعضی از پارامترها بسیار کوچک هستند. مثلاً در یک مدار بسته ممکن است جریان 1.10000 آمپر باشد و در یک سیستم برق رسانی ولتاژ، 63000V باشد. برای سادگی نمایش و خلاصه نویسی از پیشوندهای استاندارد استفاده می‌کنیم. لیست این پیشوندها به همراه یک مثال در جداول زیر دیده می‌شود:

پیشوندهای بزرگتر از واحد

مثال	ضریب	سمبل
10 KV=10000V	10^3	K(کیلو)
5MΩ = 5×10 ⁶ Ω	10^6	M(مگا)
1GHZ=1×10 ⁹ HZ	10^9	G(گیگا)
2 Tbyte	10^{12}	T(ترا)





پیشوند های کوچکتر از واحد

مثال	ضریب	سمبل
$5\text{mA} = 5 \times 10^{-3} \text{ A}$	10^{-3}	m (میلی)
$2\text{uV} = 2 \times 10^{-6} \text{ V}$	10^{-6}	μ (میکرو)
$10\text{nA} = 10 \times 10^{-9} \text{ A}$	10^{-9}	n (نانو)
$8\text{pF} = 8 \times 10^{-12} \text{ F}$	10^{-12}	p (پیکو)
$7\text{fA} = 7 \times 10^{-15} \text{ A}$	10^{-15}	f (فمتو)

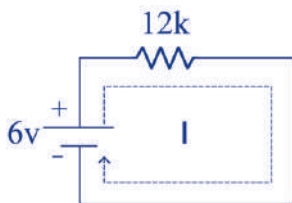
مقاومت (R) : Resistor

اولین عنصر مداری که بررسی می کنیم مقاومت نام دارد و همان طور که از نامش برمی آید قطعه ای است که در برابر عبور جریان از خود مقاومت نشان می دهد. مقاومت با واحد اهم سنجیده می شود و دارای سمبل مداری زیر است :



مقاومت در مدار به عنوان مقسم ولتاژ یا کنترل کننده شدت جریان و یا هردوی آنها به کار می رود .

مثال : در مدار الکتریکی ساده شکل زیر جریان عبوری از مقاومت را محاسبه کنید.

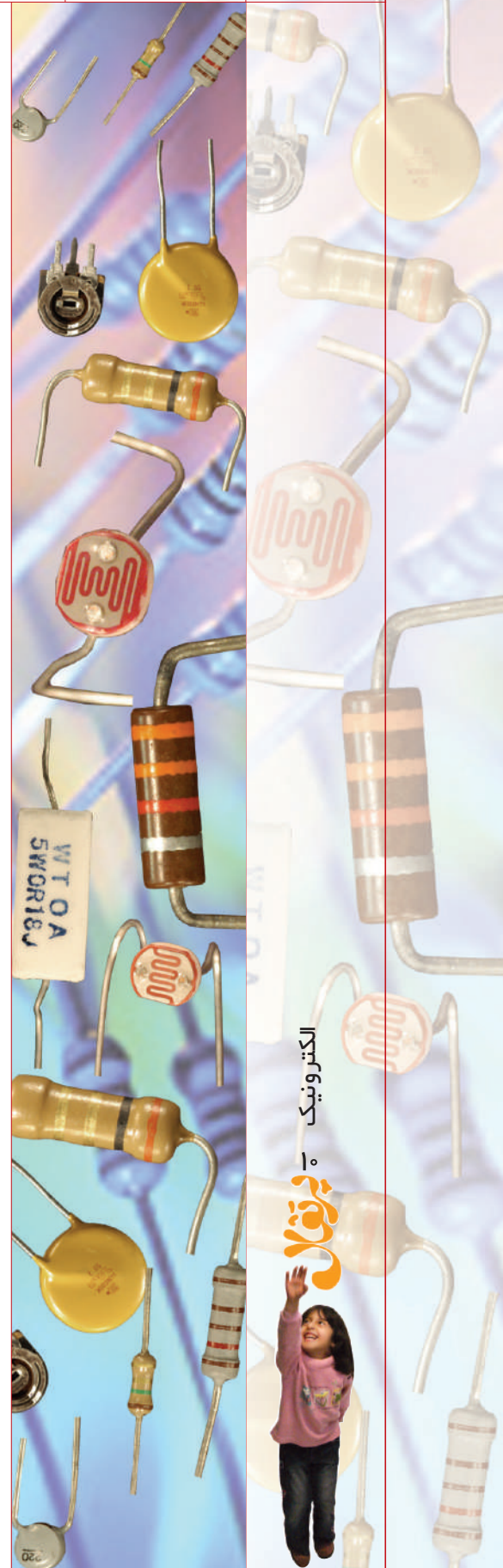


حل: طبق قانون اهم داریم :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{6\text{V}}{12\text{K}\Omega} = \frac{6\text{V}}{12 \times 10^3 \Omega} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ A} = 0.5\text{mA}$$

جهت قراردادی جریان :

جریان همواره از سمت مثبت به منفی جاری می گردد. یعنی از قطب مثبت خارج شده و به قطب منفی وارد می گردد .





مقاومت روی بردهای موبایل به رنگهای مشکی، آبی، سبز و غیره می باشد که در عکس ها به صورت کامل انواع آنها را می بینید.

انواع مقاومت ها :

مقاومت ها به طور کلی به دو دسته مقاومت های ثابت و متغیر تقسیم می شوند که در مورد هر کدام به تفصیل بحث می کنیم.

۱- مقاومت های ثابت :

مقدار اینگونه مقاومت ها که حدود 95 % کاربردها را شامل می شوند مشخص شده و غیر قابل تغییر است .

مقاومت ها با ابعاد و اشکال مختلف ساخته می شوند که تنها در توان قابل تحمل با یکدیگر تفاوت دارند. برای مقاومت یک یا دو پارامتر توسط کارخانه سازنده مشخص می شود که عبارتند از :

۱- مقدار نامی ۲- تلرانس (درصد خطا)

مقدار نامی مقداری است که به طور ایده آل باید باشد. اما برای به صرفه کردن ساخت مقاومت ها و کاهش هزینه ، مقاومت ها با خطاهای مختلف ساخته می شوند. یعنی هیچگاه مقاومت دقیق در عمل وجود ندارد. دو پارامتر فوق (مقدار مقاومت و خطای وارد در آن) توسط روش های کد عددی و کد رنگی یا به طور مستقیم بر روی مقاومت حک می شوند. شما باید قادر باشید که هر مقاومتی را با هر شکلی شناسایی کرده و مقدار آنرا بخوانید. مقاومت هایی که روی برد موبایل دیده می شوند اکثراً به رنگ های مشکی، سبز، آبی می باشند. در زیر نحوه خواندن کد عددی و کد رنگی تشریح شده است.

۱- رمز حرفی و عددی

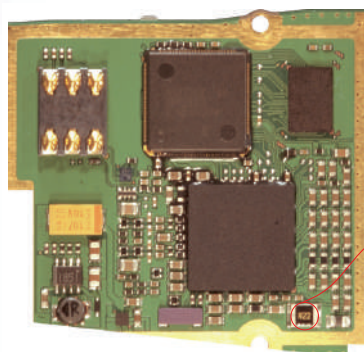
(a) رمز سه رقمی :

رقم اول و دوم را نوشته و به تعداد رقم سوم صفر در کنار آن قرار می دهیم. بدین ترتیب مقدار مقاومت بر حسب اهم مشخص می گردد .

R1	R2	R3
220	471	563
$R1=22\ \Omega$	$R2=470\ \Omega$	$R3=56K\ \Omega$

(b) دو عدد و یک حرف

نوع حرف مطابق جدول زیر، ضریب مقاومت و محل قرارگیری حرف مکان ممیز را نشان داده و به همراه دو عدد، ارقام مقدار مقاومت را مشخص می کنند. باز هم در این روش خطای وارد شده در مقدار مقاومت معلوم نیست .



حرف	ضریب
R	اهم
K	کیلو اهم
M	مگا اهم

الکترونیک

۱۱

برق





مثال : مقدار نامی مقاومت های زیر را مشخص کنید .

R1	R2	R3	R4
R22	3R3	4K7	56 M

(حل :

$$R_1=0.22\Omega \quad R_2=3.3\Omega \quad R_3=4.7K\Omega \quad R_4=56M\Omega$$

(c دو عدد و دو حرف

حرف اول و دو عدد همانند روش اخیر الذکر مقدار مقاومت و حرف دوم مطابق جدول زیر مقدار تolerانس وارد در مقدار مقاومت را مشخص می کند .

حرف	F	G	H	J	K	M
تولرانس	%1	%2	%3	%5	%10	%20

R

10KJ

مثال:

$$R=10k \pm \%5\Omega$$

مقدار نامی مقاومت و تولرانس احتمالی عبارت است از :

$$t_R=10000 \times (\pm \frac{5}{100}) = \pm 500\Omega = \pm 0.5k\Omega$$

و چون تولرانس می تواند مثبت یا منفی باشد :

$$\text{حد بالای مقاومت} \quad R_U = 10.5 \text{ k}\Omega$$

$$\text{حد پائین مقاومت} \quad R_D = 9.5 \text{ k}\Omega$$

$$9.5k < R < 10.5k$$

به همین ترتیب به مثالهای زیر توجه کنید:

حرف اول: ضریب

حرف دوم: تولرانس

R1

10KJ

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega \quad t_R = \%20$$

R2

R27J

$$R_2 = 0.27 \Omega \quad t_R = \%5$$

R3

3M3K

$$R_3 = 3.3 \text{ M}\Omega \quad t_R = \%10$$

۲- مقاومت های متغییر :

(a پتانسیومتر :



این عنصر قطعه ای سه پایه می باشد و مقدار مقاومت آن توسط پیچاندن محورش قابل کنترل می باشد. ولوم ها از انواع متداول پتانسیومترها هستند. سمبل مداری این قطعه را در روبرو مشاهده می فرمایید. باید گفت که مقاومت دو سر کناری نسبت به هم همواره ثابت بوده و با پیچاندن قسمت متحرک

پتانسیومتر ، مقاومت سر وسط نسبت به یک سر کم شده و در همین حال نسبت





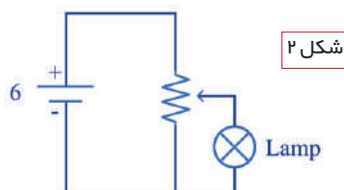
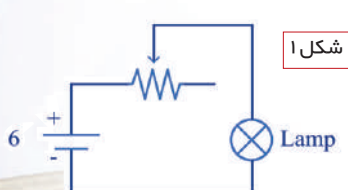
به سر دیگر زیاد می‌گردد .

از پتانسیومتر در مدارها جهت کنترل پارامترهای الکتریکی و کمیت‌هایی نظیر شدت صوت ، روشنایی تصویر ، وضوح تصویر و ... استفاده می‌شود. در شکل روبرو یک نمونه پتانسیومتر برای تنظیم وضوح تصویر در LCD گوشی T630 سونی اریکسون مشاهده می‌کنید.

مثال :

توسط پتانسیومتر مداری طراحی کنید که بتواند نور یک لامپ 6V را کنترل نماید .

حل : می‌توان پتانسیومتر را به صورت سری یا رئوستا (کنترل جریان) همانند شکل ۱ و یا به صورت موازی (کنترل ولتاژ) همانند شکل ۲ در مدار قرار داد .

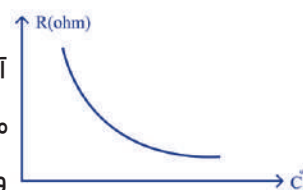


(b) وریستورها (مقاومت های متغیر وابسته) Varistors

یک وریستور عنصری است که مقاومت نشان داده شده توسط آن وابسته به یک کمیت فیزیکی خارجی می‌باشد. اینگونه مقاومت ها جهت کنترل پذیر کردن سیستم های الکترونیکی تابع شرایط فیزیکی خارجی و یا جهت اندازه گیری پارامترهای فیزیکی کاربرد دارند. امروزه مقاومت‌های متغیر متنوعی نظیر مقاومت تابع نور، حرارت، ولتاژ، رطوبت و ... ساخته می‌شوند که در زیر به چند نمونه از آنها اشاره می‌کنیم.

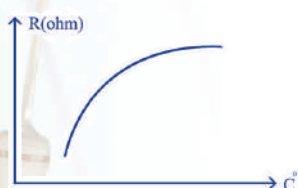
۱- NTC : Negative Temperature Coefficient (مقاومت با ضریب حرارتی منفی)

یک قطعه بسیار ساده می‌باشد که مقاومت آن با حرارت اعمال شده به آن نسبت عکس دارد. یعنی با افزایش دما مقدار مقاومت آن کاهش می‌یابد. با استفاده از این قطعه می‌توان مدارهای حساس به حرارت ساخت و دمای یک محیط یا یک ظرف یا یک قطعه و ... را توسط آن تحت کنترل یک سیستم الکترونیکی قرارداد. به عنوان مثال این قطعه (NTC) به عنوان سنسور حرارتی در باتری موبایل جهت کنترل درجه حرارت باتری کاربرد دارد. که نمونه‌های این نوع مقاومت را می‌توانید در نقشه‌های بخش سخت افزار ببینید.



۲- PTC : Positive Temperature Coefficient (مقاومت با ضریب حرارتی مثبت)

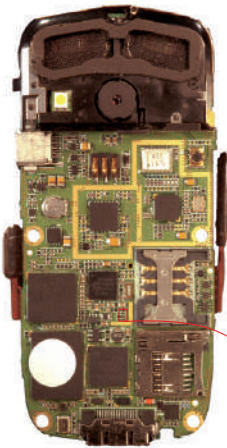
مقدار مقاومت این عنصر با دما رابطه مستقیم دارد. یعنی بالا رفتن درجه حرارت محیط آن، باعث افزایش مقاومت اهمی آن می‌گردد و بالعکس. PTCها به تغییرات دما سریع پاسخ می‌دهند و در جایی که به عکس‌العمل سریع نیاز داریم از آن استفاده می‌شود.





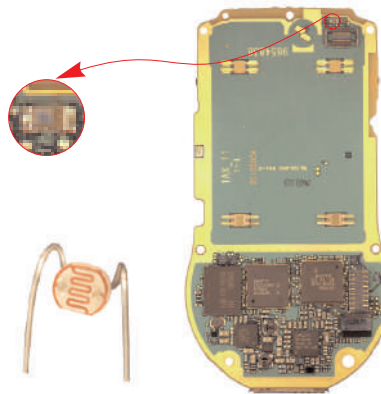
۳- ترمیستور : Termistor

اینها مقاومت‌هایی هستند که توسط نیمه هادی‌ها ساخته می‌شوند. ترمیستور همچون NTC دارای ضریب حرارتی منفی است. مزیت ترمیستور بر PTC و NTC این است که تغییرات مقاومت با دما زیاد بوده و می‌توان تغییرات دمایی کم را توسط آنها اندازه‌گیری کرد. عیب ترمیستور پاسخ کند آن می‌باشد مثلاً در هوای آزاد زمان پاسخ دهی برابر با 19 ثانیه می‌باشد. به عنوان مثال در گوشی D600 سامسونگ از یک ترمیستور جهت اندازه‌گیری دمای باتری در حین عملیات شارژ استفاده می‌شود.



۴- Light Depended Resistor : LDR (مقاومت وابسته به نور)

مقاومت این عنصر با نور تابیده شده بر سطح آن تغییر می‌کند. مقاومت این عنصر در شرایط کم نور یا تاریک بسیار زیاد (حدود مگا اهم) و تحت شرایط روشن و پر نور بسیار کم (در حد اهم و کیلو اهم) است. LDRها ارزان و حساس هستند. اما این مقاومت‌ها نسبتاً کند عمل می‌کنند. جهت ورود نور به داخل عنصر دارای روکش از جنس شیشه یا پلاستیک شفاف می‌باشد. LDRها به طور وسیعی جهت کنترل میزان نور و وسایل الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. قابل ذکر است فتوسل یکی از LDRهای معروف و پر مصرف است. مثلاً در گوشی نوکیا مدل 6630 یک نمونه LDR بکار رفته است که در هنگام تاریکی باعث روشن شدن LEDهای زیر صفحه کلید می‌شود.

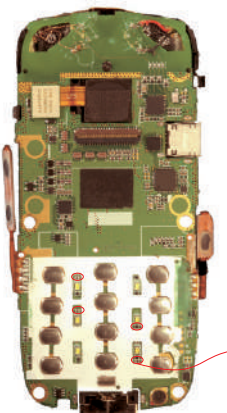


۵- Voltage Depended Resistor : VDR (مقاومت وابسته به ولتاژ)

همانگونه که از نامشان پیداست، اهم این مقاومت‌های متغیر تابعی از ولتاژ اعمال شده به دو سر آنها می‌باشد. ارتباط مقاومت و ولتاژ معکوس می‌باشد. یعنی با افزایش ولتاژ اهم آنها پایین می‌آید.

قابل ذکر است که VDRها قطبیت ولتاژ را تشخیص نمی‌دهند و این امر آنها را برای کاربردهای AC علاوه بر DC مناسب کرده است. این مقاومت‌ها در

تثبیت کننده‌های ولتاژ و در حفاظت مدارها در مقابل اضافه ولتاژ و ضربه‌های ناگهانی ولتاژ و ... مورد استفاده دارند. * به عنوان مثال در برخی از گوشی‌ها مانند سامسونگ D600 از این قطعه در قسمت صفحه کلید برای مقاومت در برابر اضافه ولتاژ استفاده نموده‌اند.





۶- MDR: Magnetic Depended Resistor (مقاومت وابسته به میدان مغناطیسی)

مقاومت اهمی این عناصر وابسته به میدان مغناطیسی اثر کرده بر آنها می‌باشد. در ساخت این مقاومت‌ها از نیمه هادی‌هایی با ضریب حرارتی منفی استفاده شده است. میدان مغناطیسی باعث ایجاد پدیده رانش و شکسته شدن پیوندهای بین اتمی و کاهش مقاومت قطعه می‌گردد. علاوه بر مقاومت‌های ذکر شده مقاومت‌های دیگری نظیر مقاومت وابسته به رطوبت جهت اندازه‌گیری رطوبت هوا، مقاومت وابسته به فشار جهت اندازه‌گیری وزن، مقاومت وابسته به فرکانس و ... نیز گاه در سیستم‌های الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال MDR در بعضی از گوشی‌ها به عنوان سنسور فعال ساز درب استفاده می‌شود.

ترکیب‌های مدار:

عناصر یک مدار الکترونیکی پیچیده ترکیبی از آرایش‌های ۱- سری ۲- موازی می‌باشند. هر کدام از ترکیب‌های سری و موازی مشخصه‌های مخصوص به خود را دارند. بررسی این مشخصه‌ها ایده‌های پیشرفته‌ای جهت طراحی و عیب‌یابی در اختیار قرار می‌دهد و قوانین ذکر شده جزء اصول پایه تحلیل مدارهای الکترونیکی هستند. چون ما فعلاً فقط مقاومت را می‌شناسیم این ترکیب‌ها را در قالب مدارهای مقاومتی بررسی می‌کنیم.

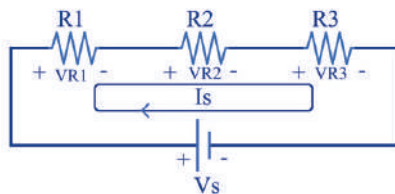
۱- سری (متوالی): Serial

سه مقاومت را مطابق شکل زیر به هم متصل می‌کنیم (همانند حلقه‌های یک زنجیر و یا واگن‌های یک قطار) و دو سر مدار را به یک منبع ولتاژ متصل می‌کنیم، در نتیجه بسته به مقدار مقاومت‌ها و منبع ولتاژ جریان در مدار جاری می‌گردد. مقاومت‌ها در امتداد هم مقاومت کل مدار را افزایش می‌دهند و جریان I_s در مدار جاری می‌شود. این جریان در کل مدار یکسان می‌باشد. اما V_s یعنی ولتاژ کل مدار بین مقاومت‌ها تقسیم می‌شود و در دو سر هر مقاومت افت ولتاژی پدید می‌آورد. طبق قانون اهم مقاومت بزرگتر در جریان ثابت مدار افت ولتاژ بیشتری ایجاد می‌کند. این قوانین به صورت روابط ریاضی در زیر گردآوری شده‌اند.

$$1) R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$2) I_s = I_1 = I_2 = I_3$$

$$3) V_s = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}$$



در روابط بالا R_T مقاومت کل دیده شده توسط منبع ولتاژ می‌باشد. جریان یکسان مدار را می‌توان توسط رابطه $I_s = V_s / R_T$ محاسبه کرد.

۲- موازی: Parallel

بر خلاف حالت سری، در این ترکیب ولتاژ دو سر شبکه و عناصر موازی یکسان بوده و هر مقاومتی جریان دلخواه خود را از منبع ولتاژ دریافت می‌کند. باز هم طبق قانون اهم و شرط یکسان بودن ولتاژ برای



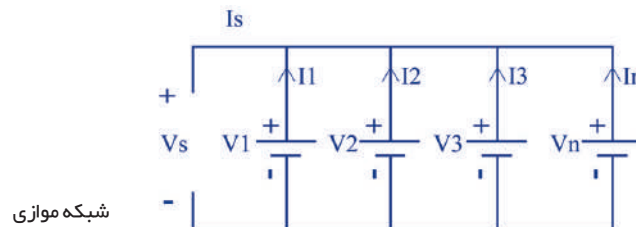


تمام عناصر موازی، عنصری که مقاومت کمتری داشته باشد، جریان بیشتری مصرف می‌کند. در این حالت برای محاسبه مقاومت کل شبکه موازی باید تمام مقاومت ها را عکس کرده و با هم جمع کنیم.

$$1/R_T = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

$$I_S = I_1 + I_2 + I_3$$

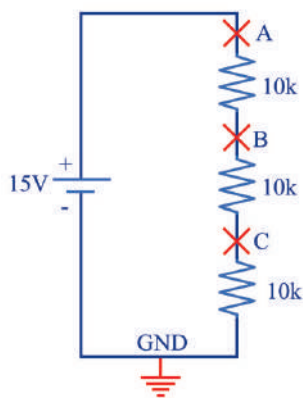
$$V_S = V_{R1} = V_{R2} = V_{R3}$$



شبکه موازی

نسبی بودن اختلاف پتانسیل :

نکته ای که اشاره به آن ضروری به نظر می‌رسد نسبی بودن ولتاژ الکتریکی می‌باشد که باید همانند ارتفاع و سرعت نسبت به نقطه ای مفروض سنجیده شود. بر این اساس وقتی گفته می‌شود نقطه A ولت X را داراست جمله ناقص می‌باشد. چون در آن ولتاژ به یک نقطه منفرد داده شده که معلوم نیست نسبت به کجا سنجیده شده است. اما وقتی گفته می‌شود «ولتاژ دو سر مقاومت» جمله درست است و اشاره به ولتاژ یک سر مقاومت نسبت به سر دیگر آن دارد. برای راحتی در اندازه گیری ولتاژ و رفع ابهام از ولتاژ قرائت شده، در مدارهای الکترونیکی یک نقطه مرجع تعریف می‌شود و ولتاژ تمام نقاط نسبت به آن سنجیده می‌شود. معمولاً نقطه مشترک منفی که همان قطب منفی تغذیه مدار می‌باشد به عنوان نقطه صفر و مبنا انتخاب می‌شود.



مثال : در مدار روبرو منفی باتری را به عنوان نقطه مبنا برگزیده ایم.

ولتاژ همه نقاط نسبت به مرجع و نسبت به یکدیگر را بیابید.

حل : به دلیل تساوی مقاومت ها سهم هر مقاومت از ولتاژ تغذیه یک سوم

یعنی 5V می‌باشد. ولتاژ نقطه A نسبت به مبنا، همان ولتاژ منبع و ولتاژ

نقطه C نسبت مبنا، همان ولتاژ دو سر مقاومت می‌باشد و واضح است که

ولتاژ نقطه B نسبت به مبنا جمع ولتاژ دو مقاومت پایینی است :

$$V_A = 15V, \quad V_B = 10V, \quad V_C = 5V$$

ولتاژ دو نقطه نسبت به هم تفاضل ولتاژ آن دو نقطه نسبت به زمین (مبنا) می‌باشد :

$$V_{AB} = V_A - V_B = (15 - 10) = 5V \quad V_{AC} = V_A - V_C = (15 - 5) = 10V \quad V_{BC} = V_B - V_C = (10 - 5) = 5V$$

به سبیل به کار رفته برای نقطه مرجع که در تمام مدارها و نقشه‌های موبایل از آن استفاده می‌شود

دقت کنید. همچنین دقت کنید از این به

بعد ولتاژهای تک اندیس، ولتاژ نسبت به

مبنا یا منفی و ولتاژهای دارای دو اندیس،

ولتاژ آن دو نقطه نسبت به هم می‌باشد.

کلید سبیل های مورد استفاده در مدارات

برای مثبت و منفی تغذیه در شکل روبرو نمایش یافته اند.





باتری : Battery

امروزه باتری‌ها در ابعاد و اشکال متنوع و با ولتاژها و توان‌های مختلفی تولید و در سیستم‌های الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این منابع ولتاژ نسبت به سایر منابع ولتاژی که از برق شهر تغذیه می‌شوند دارای مزیت‌های زیر هستند :

۱- سیستم را قابل حمل و نقل (Portable) می‌کند. در نتیجه امکان به کارگیری سیستم‌های الکترونیکی در مناطق بدون برق و یا به صورت جیبی و همراه ممکن می‌شود .

۲- ولتاژ بسیار صاف تر و رگوله تری در اختیار قرار می‌دهند .

۳- پارازیت و اغتشاشات جوی و طبیعی و قطع و وصل برق بر

آنها تاثیر ندارد.

اما عیوب :

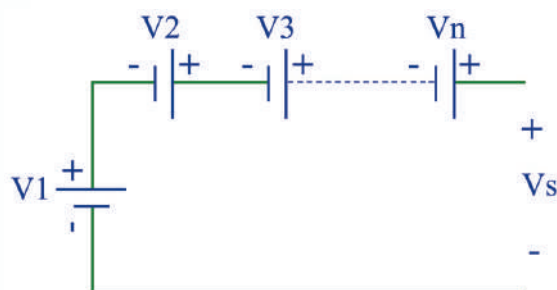
۱- گران هستند ۲- عمر موقتی دارند . ۳- اگر قابل شارژ باشند به یک مدار اضافی به نام شارژر نیاز دارند .

صرف نظر از نوع باتری تعریف‌های زیر در مورد تمام باتری‌ها صدق می‌کند.

ترکیب باتریها :

۱- سری :

$$V_s = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$



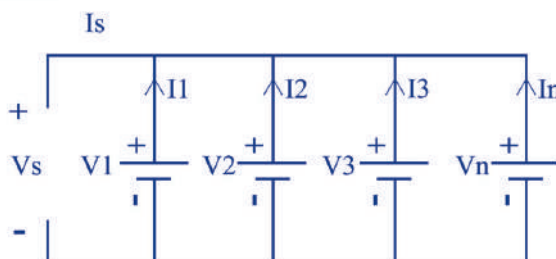
پس برای افزایش ولتاژ ، باتریها را سری می‌بندیم.

■ نکته: چون در مدار سری جریان یکسان است. چنانچه یکی از باتریها دچار شارژ باشد و قابلیت جریان دهی نداشته باشد، وضعیت جریاندی سایر باتریها نیز تحت تاثیر قرار خواهد گرفت.

۲- موازی

$$I_s = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

برای افزایش قابلیت جریاندی باتریها آنها را موازی می‌بندیم .



■ نکته: چنانچه ولتاژ باتریهای موازی شده

یکسان یا نزدیک به هم نباشد ترکیب موازی

در مورد آنها مجاز نمی‌باشد چون ولتاژ خروجی

اصلاً قابل محاسبه نیست. هم چنین اگر باتری

ضعیف با یک باتری قوی موازی بسته شود ،

الکترونیک

IV





باتری ضعیف شروع به شارژ کرده و خود به مانند یک مصرف کننده رفتار می کند .

مفهوم آمپر / ساعت در باتری ها:

به غیر از ولتاژ نامی باتری ها، بر روی باتری ها یک عدد A/h نیز مشخص می کنند. این عدد میزان شارژ باتری را در طول زمان مشخص می کند. برای اینکه بدانیم یک باتری چند ساعت تحت یک جریان ثابت به حالت تخلیه کامل می رسد، کفایت عدد آمپر ساعت را بر جریان کشیده شده از باتری تقسیم کنیم.

مثال: می دانیم باتری خودروی پیکان $12V$ و $60A/h$ می باشد. زمان دوام آنرا در جریان های زیر مشخص کنید.

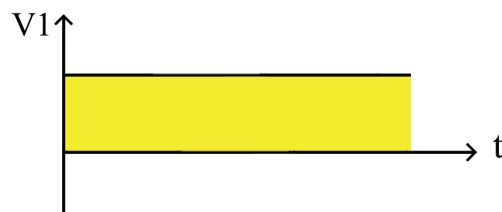
a) $I = 1A$	$h = \frac{60Ah}{1A} = 60Huor$
b) $I = 6A$	$h = \frac{60Ah}{6A} = 10Huor$
c) $I = 10A$	$h = \frac{60Ah}{10A} = 6Huor$
d) $I = 60A$	$h = \frac{60Ah}{60A} = 1Huor$

حل :

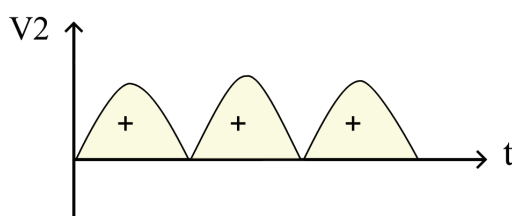
پس اگر از باتری 1 آمپر جریان بگیریم ، 60 ساعته
تخلیه می شود و اگر 6 آمپر جریان بگیریم 10 ساعته و ...

جریان مستقیم (Dc) :

کمیت های الکتریکی ای که فقط در یک جهت حرکت می کنند و در طول محور زمان تغییر قطبیت ندارند کمیت های DC خوانده می شوند. الکترون ها در این نوع جریان صرفاً در یک جهت حرکت می کنند. شکل 1 معرف یک ولتاژ DC صاف می باشد. کاربرد اساسی این نوع ولتاژ در تغذیه مدارات الکترونیکی می باشد. شکل ۲ نیز یک سیگنال DC اما از نوع ضربانی می باشد. دامنه این سیگنال هیچ مؤلفه منفی را شامل نشده پس DC است .



شکل ۱



شکل ۲

الکترونیک

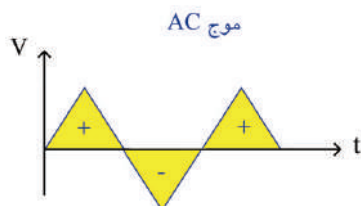
پرتو





جریان متناوب (AC): Alternating Current

کمیت‌هایی که در طول زمان دارای دامنه‌های با مؤلفه مثبت و منفی هستند، AC خوانده می‌شوند. این کمیت‌ها محور زمان را با فاصله‌های زمانی مشخصی قطع می‌کنند. به تعریف‌های زیر در مورد سیگنال‌های AC توجه کنید.

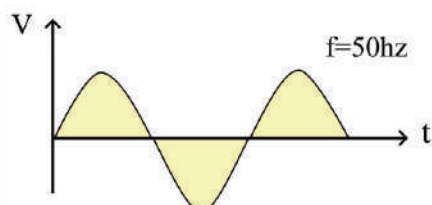


۱- دوره تناوب (پریود) (T) : Period

به مدت زمانی که طول می‌کشد تا شکل موج از یک نقطه فرضی شروع، به مقدار تکراری آن در طول محور زمان برسد دوره تناوب گفته می‌شود. واحد دوره تناوب ثانیه می‌باشد. پس هر سیکل کامل از شکل موج، دوره تناوب آن می‌باشد.

۲- فرکانس (بسامد) (f) : Frequency

به مجموع دوره‌های تناوب طی شده در یک ثانیه فرکانس می‌گویند. فرکانس را با حرف f نشان می‌دهند و واحد آن هرتز یا سیکل بر ثانیه می‌باشد.



مثال: برای شکل روبرو که سیگنال برق شهر می‌باشد

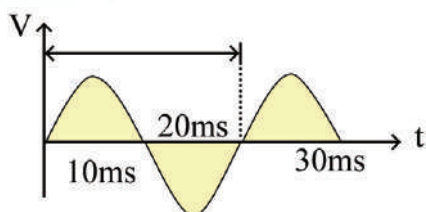
، دوره تناوب را مشخص کنید.

حل: می‌دانیم برای برق شهر $f=50\text{Hz}$

پس داریم:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50\text{Hz}} = 0.02\text{s} = 20\text{ms}$$

به عبارتی سیگنال هر 20 ms یکبار خود را روی محور زمان تکرار می‌کند.



۳- طول موج (λ) : Wavelength

فرض کنید سیگنال خروجی یک سیستم به یک آنتن جهت تشعشع در هوا تزریق گشته است. به مسافت فیزیکی طی شده توسط این موج در فضا در عرض یک دوره تناوب طول موج می‌گوییم. واحد طول موج متر می‌باشد. بدیهی است هرچه فرکانس یک موج بیشتر باشد دوره تناوب و در نتیجه طول موج کمتر می‌شود.

عامل تاثیر گذار دیگر در طول موج سرعت حرکت موج در فضا می‌باشد. چون موج تشعشع شده از یک آنتن یک موج الکترومغناطیسی می‌باشد و سرعت آن با سرعت نور برابر است رابطه **الف** در صفحه بعد برای طول موج به دست خواهد آمد:

الکترونیک

۱۹



$$\frac{60\text{Ah}}{6\text{A}} = 10\text{Hr}$$



در رابطه روبرو S سرعت حرکت نور در فضا می باشد .

$$\lambda(cm) = \frac{V(cm/s)}{f} = \frac{3 \times 10^8}{f} \quad \text{الف}$$

مثال : اگر فرستنده ای در فرکانس 100Mhz کار کند ، چه طول موجی دارد ؟

$$\lambda = \frac{(3 \times 10^8)cm/s}{(100 \times 10^6)hz} = 3cm$$

$$T = \frac{1}{100Mhz} = 10ns \quad \text{در حالی که برای دوره تناوب داریم :}$$

یعنی مسافت 3cm در عرض 10 ns (نانو ثانیه) توسط موج در فضا طی می شود .

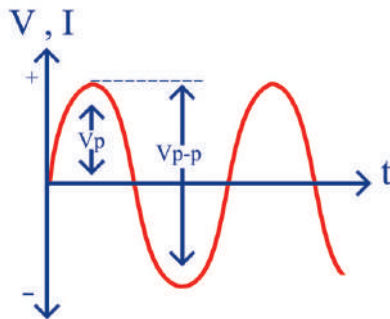
مشخصات سیگنال سینوسی :

چون موج سینوسی بسیار کاربردی است به چند تعریف دیگر در مورد مشخصات آن می پردازیم .

Peak Voltage

۱- ولتاژ پیک (V_p)

ماکزیمم دامنه ای که سیگنال در هر دوره تناوب کسب می کند ولتاژ پیک (قله) خوانده می شود . یک سیگنال کامل دارای یک پیک مثبت و یک پیک منفی می باشد .



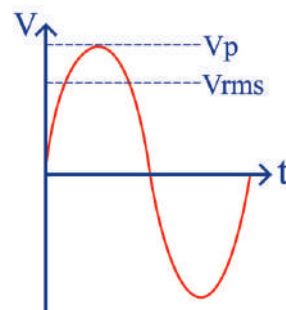
۲- ولتاژ پیک تا پیک (V_{p-p}) Peak-Peak Voltage

دامنه ولتاژ حاصل از مجموع پیک های مثبت و منفی V_{p-p} خوانده می شود .

Effective Voltage

۳- ولتاژ موثر (V_{rms})

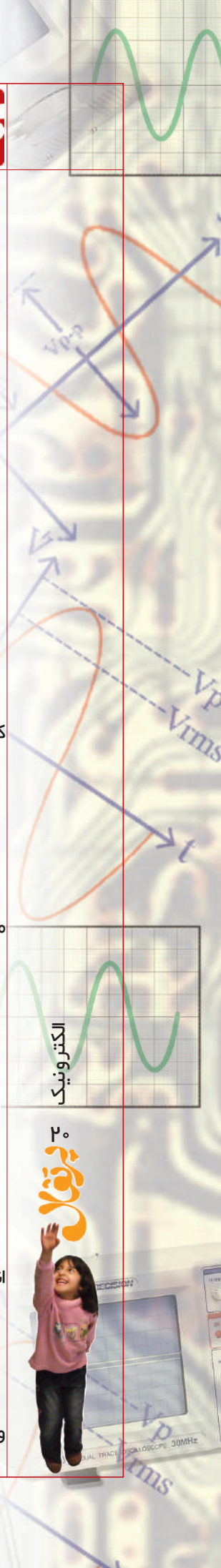
در یک سیگنال AC مقدار دامنه ولتاژ متناوب بین پیک منفی و پیک مثبت در حال تغییر می باشد . در این محدوده سیگنال مقادیر مختلفی به خود می گیرد (حتی صفر) و در غالب اوقات مقدار دامنه سیگنال کمتر از مقدار پیک می باشد . لذا از یک مشخصه به نام ولتاژ موثر استفاده می شود . مقدار موثر سیگنال سینوسی برابر است با مقدار ولتاژ مستقیم (DC) که به همان



اندازه تولید توان و حرارت و ... مینماید و مطابق رابطه زیر محاسبه می گردد :

$$V_{rms} = V_p \times 0.767$$

تذکر : دو تعریف اول یعنی V_p و V_{p-p} ممکن است برای تمام شکل موجها اعم از سینوسی ، مثلثی ، مربعی و ... به کار روند . اما رابطه ذکر شده برای ولتاژ موثر صرفا برای سیگنال با شکل سینوسی کاربرد دارد .





۴- ولتاژ متوسط (V_A) Voltage Average :

این ولتاژ از محاسبه ریاضی مقادیر متوسط ولتاژ در طی یک نیم سیکل و یا یک سیکل کامل به دست می آید.

$$V_A = V_p \times 0.637$$

توان (P) : Power

توان در مفهوم فیزیک میزان کار انجام شده در واحد زمان می باشد . با جایگزین کردن جریان و ولتاژ در رابطه فوق به جای کار انجام شده به رابطه زیر برای توان می رسیم :

$$P = V \times I \text{ (W)}$$

واحد توان ژول بر ثانیه یا وات (W) می باشد. نکته قابل ذکر اینکه در رابطه فوق ولتاژ و جریان باید بر حسب موثر باشند. معمولاً ولتاژ کاری دستگاهها و قطعات الکترونیکی مشخص بوده و توان مصرفی آنها توسط سازندگان مشخص می گردد .

مثال :

مشخصات یک شارژر گوشی تلفن همراه نوکیا به شرح زیر است :

Input : 220 Vac - 50~60Hz - 26.4 w

Output : 5.3Vdc - 2.65 w

حداکثر جریانی را که می توان از شارژر دریافت کرد محاسبه کنید . تحت این جریان شارژر چه مقدار از برق شهر، جریان مصرف می کند .

حل: اگر I_1 جریان ورودی برق شهر باشد و I_2 جریان خروجی شارژر داریم :

$$I_1 = \frac{P_1}{V_1} = \frac{26.4w}{220v} = 120mA \quad I_2 = \frac{P_2}{V_2} = \frac{2.65w}{5.3v} = 500mA$$

مفهوم دسیبل (DB) : Decibel

برای نمایش نسبت ولتاژ ، جریان و توان دونقطه از مدار، نمایش مستقیم مناسب نیست . چون ضریب تقویت یا تضعیف ممکن است اعداد بسیار بزرگ یا کوچکی باشند. تقویت کننده صوتی شکل روبرو را در نظر بگیرید. اگر توان ورودی آن 10 میلی وات و توان خروجی آن 100 وات باشد داریم :



عبارت زیر بهره توان (ضریب تقویت توان) سیستم تقویت کننده می باشد .

$$G = \frac{P_2}{P_1} = \frac{100w}{10mw} = 10000$$

آکساندر گراهام بل دانشمند مشهور آلمانی برای اولین بار پیشنهاد کرد که به جای نمایش مستقیم اعداد ، از نمایش لگاریتمی استفاده کنیم . این نوع نمایش بهره بر حسب بل گفته می شود و همچون





رابطه زیر به دست می آید :

$$G_b = \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

ضریب تقویت توان بر حسب بل

به هر حال چون بل واحد بزرگی است عملاً از واحد کوچکتر **دسیبل** استفاده می‌گردد :

$$G_{db} = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

ضریب تقویت توان بر حسب دسیبل

می‌توان به جای توان ولتاژ و جریان را قرار داد تا دسیبل را برای این دو پارامتر نیز داشته باشیم :

$$G_{db} = 20 \log_{10} \frac{V_2}{V_1}$$

ضریب تقویت ولتاژ بر حسب دسیبل

$$G_{db} = 20 \log_{10} \frac{I_2}{I_1}$$

ضریب تقویت جریان بر حسب دسیبل

معمولاً مشخصات بسیاری از پایانه های مخابراتی و الکترونیکی (مانند تقویت کننده ها ، میکرو فن ، بلندگو و ... بر حسب دسیبل مشخص می‌گردد .

مثال : برای تقویت کننده شکل صفحه قبل ضریب تقویت توان را بر حسب دسیبل به دست آورید .

$$G_{db} = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 10 \log_{10} 10000 = 40db$$

حل:

دسیبل بر مبنای یک میلی وات (dbm):

Dbm مقدار دسیبل را بر مبنای یک میلی وات ورودی بیان می‌کند . بنابر این P_1 مقدار مشخصی برابر

یک میلی وات دارد .

$$G_{(dbm)} = 10 \log_{10} \frac{P_2}{1mw}$$

مثال : در صورتی که توان خروجی یک تقویت کننده 2 وات باشد ، مقدار dbm این سیستم را مشخص

کنید .

$$G_{dbm} = 10 \log_{10} \frac{2000mw}{1mw} = 33dbm$$

حل:

دستگاه های اندازه گیری الکتریکی :

بی شک برای شخصی که قصد عیب یابی

از یک سیستم الکترونیکی نظیر تلفن

همراه را دارد ، دانستن نحوه استفاده از

دستگاه های اندازه گیری الکتریکی بسیار

حائز اهمیت است. چون بخش عظیمی از

پروژه عیب یابی یک سیستم الکترونیکی

بر مبنای اندازه گیری و مقایسه مقادیر مورد

اندازه گیری با مقادیر نرمال تکیه دارد.





پس برای عیب یابی صحیح و راحت باید ابتدا بتوان مقادیر مورد نیاز را به درستی اندازه گیری کرد .
انواع دستگاههای اندازه گیری نظیر ولت متر ، آمپر متر ، فرکانس متر ، وات متر ، اهم متر ، اسیلوسکوپ
و ... امروزه به وفور در دسترس قرار دارند . شخص توسط همه یا بعضی از اینها می تواند اقدام به طراحی یا
عیب یابی سیستم الکترونیکی مورد نظر نماید .

مالتی متر : Multimeter



امروزه دستگاههای مورد نیاز و پر مصرفی نظیر ولت متر ، آمپر متر ،
اهم متر و ... را بر روی یک دستگاه واحد به نام مالتی متر قرار می دهند
و بدین ترتیب ما را از خرید چندین دستگاه (شلوغ شدن میز کار)
معاف می کنند .

یک مالتی متر دارای سه قسمت اساسی (از دید ظاهری) می باشد .
۱- **صفحه نمایش** : مقدار مورد اندازه گیری را نمایش می دهد . در
مالتی متر عقربه ای صفحه نمایش شامل یک صفحه مدرج و یک
عقربه است و در مالتی متر دیجیتالی مبتنی بر LCD می باشد .

۲- **کلید Selector** : یک کلید چرخان است که حالت کاری مالتی

متر اعم از ولت ، آمپر ، اهم و همچنین رنج مقدار مجاز ورودی را تعیین می کند .

۳- **ترمینال های ورودی** : باید توسط یک پراب قرمز و یک پراب مشکی سیگنال مورد اندازه گیری را با
توجه به نوع آن به دو تا از ترمینال های ورودی متصل کرد .

نحوه استفاده از مالتی متر :

بعد از مشخص شدن نوع سیگنال الکتریکی باید توسط کلید چرخان مالتی متر ، یکی از فضاهای کاری
آنها با توجه به سمبل و حروف مخفف
نوشته شده در کنار آن انتخاب کرد . این
سمبل ها و حروف برای چند پارامتر مهم
در جدول روبرو گردآوری شده اند :

پارامتر مورد اندازه گیری	سمبل روی مالتی متر
ولتاژ مستقیم	V (Vdc)
ولتاژ متناوب	V ~ (VAC)
جریان مستقیم	A (Adc)
جریان متناوب	A ~ (IAC)
اهم	Ω (ohm)
ظرفیت خازنی	Cx
اندوکتانس سلفی	Lx
ضریب تقویت جریان ترانزیستور	hFE
فرکانس	f [hz]
بازر (بوق اتصال یاب)	
تست نیمه هادی ها	

■ **نکته** : ممکن است بعضی از مالتی
مترها تعدادی از قسمتهای فوق را
نداشته باشند و بعضی دیگر
پارامترهایی علاوه بر پارامترهای لیست
شده در جدول فوق را بتوانند اندازه
گیری کنند .





در زیر دو ابزار پر کار یعنی ولت متر و آمپر متر و نحوه اتصال آنها در مدار تشریح شده است.

۱- ولت متر : Voltmeter



این دستگاه را در مدارات توسط سمبل روبرو نشان می‌دهیم. نحوه قرارگیری ولت متر در مدار به صورت موازی می باشد. چون ولت مترها دارای مقاومت داخلی بسیار زیاد می باشند، سری کردن آنها بین دو نقطه از مدار، آن دو نقطه را از هم قطع می کند.

۲- آمپر متر : Ammeter

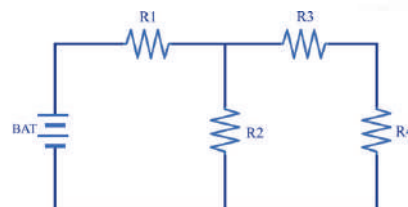


این دستگاه را در مدارها با سمبل روبرو نشان می‌دهیم، نحوه قرار گیری آمپر متر در مدارها به صورت سری با قطعه‌ای که می خواهیم جریان آن را اندازه گیری کنیم می باشد. چون آمپر مترها دارای مقاومت داخلی بسیار پائین و نزدیک صفر هستند، موازی کردن آنها با دو نقطه از مدار باعث اتصال کوتاه آن دو نقطه می‌شود.

■ **نکته :** اتصال نادرست دستگاههای اندازه گیری در مدار نه تنها باعث آسیب دیدن خود آنها می‌شود، بلکه عیب دستگاه مورد عیب یابی را ممکن است چند برابر سازد!

مثال عملی :

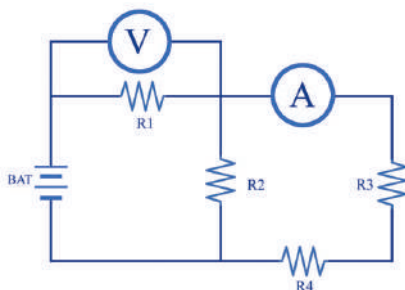
در این مثال روند استفاده از ولت متر و آمپر متر را به صورت کاملاً عملی بررسی می کنیم. فرض کنید می خواهیم ولتاژ و V_{R1} و I_{R3} را برای مدار روبرو اندازه گیری کنیم. با فرض اینکه تئوری $V_{R1}=11.3V$ و $I_{R3}=1.8mA$ باشد، یک ولت متر و آمپر متر را با تنظیم رنج و ترمینال ها به طور صحیح در مدار قرار دهید.



حل : مراحل زیر را طی می‌کنیم :

۱- چون سیگنال مورد اندازه گیری DC است، ولت متر و آمپر متر را در حالت اندازه گیری جریان مستقیم قرار می دهیم.

۲- پراب مشکی همواره در ترمینال COM قرار می گیرد، برای حالت ولت متر سیم قرمز را در ترمینال V و برای آمپر متر سیم قرمز را در ترمینال mA قرار می‌دهیم. (در بعضی از مولتی مترها روی یک ترمینال تعبیه می‌شوند).



۳- برای ولت متر رنج 20V و برای آمپر متر رنج 2 mA یا 20 mA را انتخاب می‌کنیم.

۴- به صورت شکل روبرو ولت متر با R_1 موازی و آمپر متر با R_3 سری می‌شود.

■ **نکته ۱ :** اهم متر نیز همانند ولت متر در مدار به صورت





موازی قرار می گیرد . هنگام اهم گیری هیچ ولتاژی نباید در مدار وجود داشته باشد.

■ **نکته ۲ :** همواره رنج انتخاب شده باید از ماکزیمم دامنه سیگنال ورودی بیشتر باشد، در غیر این صورت حالت سرریز پیش می آید. در این حالت تمام اعداد روی صفحه نمایش پاک شده و عدد 1 در سمت چپ نمایش می یابد (حالت بی نهایت) و البته آسیب دیدگی دستگاه اندازه گیری را محتمل می شود .

■ **نکته ۳ :** ممکن است مالتی متری که در اختیار شما است امکاناتی بیش از آنچه که ما در این مجال اندک به آن پرداختیم داشته باشد. برای استفاده کامل از امکانات یک مالتی متر و استفاده صحیح از آن بهترین مرجع اطلاعات، کاتالوگ خود دستگاه می باشد و نیز میتوانید از کتابها یا منابع مرتبط در این زمینه استفاده کنید . اطلاعات بیشتر در این زمینه را از سایت ما دانلود نمایید.

www.Poull-Mobile.com

اسیلوسکوپ: Oscilloscope



اسیلوسکوپ یک دستگاه اندازه گیری است که از آن برای مشاهده شکل موجهای الکتریکی استفاده میکنند . اسیلوسکوپ در اندازه گیری ولتاژ ، دوره تناوب ، فرکانس و ... کاربرد دارد . اندازه گیری و نمایش شکل موجها از فرکانس صفر (DC) شروع شده و تا فرکانس مشخصی مقدور می باشد . یکی از مشخصات اساسی اسیلوسکوپ حد بالای فرکانس آن می باشد . مثلا اسیلوسکوپ 20Mhz فقط قادر به نمایش سیگنالهای با فرکانس کمتر از 20 مگاهرتز می باشد .

پراب: Probe



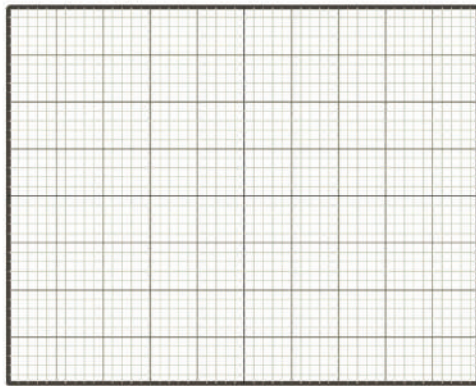
برای اعمال سیگنال الکتریکی به اسیلوسکوپ از سیم مخصوصی به نام پراب استفاده می گردد . سیم رابط پراب معمولا از کابل کوکسیال می باشد تا پارازیت بر روی سیگنال مورد اندازه گیری قرار نگیرد . شکل روبرو یک نمونه پراب رایج را نشان می دهد . نوک پراب به صورت گیره فنی می باشد و می توان

آنرا به هر نقطه از مدار متصل کرد. فیش انتهایی پراب که توسط آن به اسیلوسکوپ وصل می شود از نوع BNC می باشد . BNC از داخل دارای شیار مورب می باشد و اگر آنرا به ورودی اسیلوسکوپ وصل کنیم و تقریبا 90 درجه بپرخانیم ، اتصال کامل برقرار می گردد . همچنین بر روی پراب کلید 1 و 10 نیز قرار دارد . در حالت 1 سیگنال بدون تغییر وارد اسیلوسکوپ می شود . اما در حالت 10 سیگنال ابتدا 10 برابر تضعیف شده و سپس به اسکوپ اعمال می گردد . این حالت برای اندازه گیری سیگنالهای با دامنه بالا کاربرد دارد . باید توجه داشته باشید که در حالت 10 مقادیر دامنه قرائت شده باید در 10 ضرب شوند تا مقدار واقعی دامنه سیگنال ورودی به دست آید .





صفحه نمایش مدرج :



صفحه مدرج اسیلوسکوپ

محل نمایش و اندازه گیری دامنه یا زمان تناوب مربوط به شکل موج می‌باشد. شکل روبرو یک صفحه مدرج اسیلوسکوپ را نشان می‌دهد. صفحه اسیلوسکوپ به چهارخانه های 1 سانتی متری تقسیم شده است. 4 خانه در بالا و پایین و 5 خانه در چپ و راست. هر سانتی متر نیز خود به فاصله های 0.2 سانتی متری تقسیم شده است. به زودی نحوه استفاده از این صفحه مدرج جهت اندازه گیری مقادیر مربوط به سیگنالها گفته خواهد شد.

ولوم Focus :

شکل موج بر روی صفحه نمایش اسیلوسکوپ (صفحه مدرج) توسط یک اشعه به رنگ معمولاً فسفری نمایش می‌یابد. ولوم Focus جهت متمرکز کردن اشعه و تنظیم ضخامت آن به کار میرود. برای اندازه گیری دقیق بهتر است که ضخامت شکل موج کمتر باشد.

ولوم Inten :

این ولوم شدت نور اشعه را روی صفحه تنظیم می‌کند. با توجه به شرایط نور محیط، روشنایی اشعه را به طرز مناسبی به دلخواه تنظیم کنید.

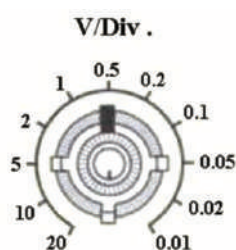
کلید انتخاب ورودی :

این کلید همانند شکل یک کلید سه حالت می‌باشد. اگر کلید انتخاب روی حالت AC باشد فقط سیگنال متناوب وارد اسکوپ می‌شود و از ورود ولتاژ DC به آن جلوگیری می‌شود. اگر کلید انتخاب در حالت GND باشد ورودی اسیلوسکوپ به زمین وصل می‌شود (هیچ سیگنالی نداریم) این وضعیت برای تنظیم نقطه صفر یا مبنا کاربرد دارد. اگر کلید انتخاب روی DC باشد سیگنال ورودی هر چه باشد (اعم از AC، DC یا ترکیبی از این دو) توسط اسیلوسکوپ نمایش می‌یابد.



کلید انتخاب نوع ورودی

کلید Volt/Div :



سیگنال ورودی گاه دارای دامنه بسیار زیاد بوده و گاه دارای دامنه ناچیزی می‌باشد (چند mV تا چند صد ولت). برای اینکه هر دوی این دامنه ها را بتوان روی صفحه نمایش دید، در اسیلوسکوپ ابتدا سیگنال تضعیف شده و سپس مجدداً تقویت می‌شود. عمل تضعیف توسط کلید چرخان Volt/Div صورت می‌گیرد که به شکل روبرو می‌باشد.

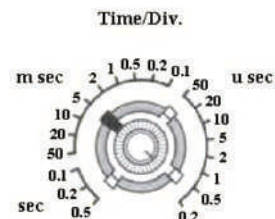




حال اگر مثلاً این کلید روی 1 ولت باشد، هر خانه عمودی در صفحه مدرج معرف 1 ولت ولتاژ می‌باشد.

کلید Time/Div :

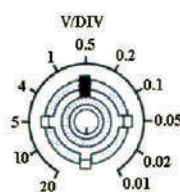
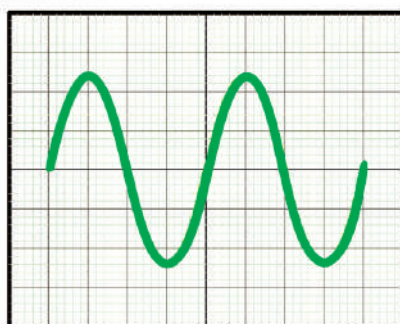
این کلید در محاسبه فرکانس و دوره تناوب و ... کاربرد دارد و زمان مورد نیاز یک موج را برای پیمودن یک خانه افقی در صفحه مدرج نشان می‌دهد. مثلاً اگر این کلید روی 50Us باشد، هر خانه افقی در صفحه معرف 50 میکروثانیه زمان می‌باشد.



نگران نباشید! اگر مباحث فوق شما را سر درگم کرده است کافیه به مثالهای زیر توجه کنید.

مثال 1: سیگنال سینوسی روبرو توسط

صفحه نمایش یک اسکوپ ترسیم شده است. مقادیر V_p و V_{p-p} و V_{rms} را مشخص کنید. فرض کنید اسیلوسکوپ روی $0.5v/cm$ باشد.



حل :

$V/Div \times$ تعداد خانه های عمودی اشغال شده $V =$ پیک مثبت موج در محور عمودی $2.4 cm$ را اشغال

$$V_p = 2.4 \times 0.5v = 1.2v$$

کرده است پس داریم :

چون موج متقارن است :

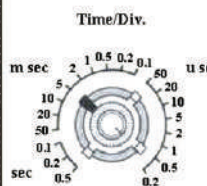
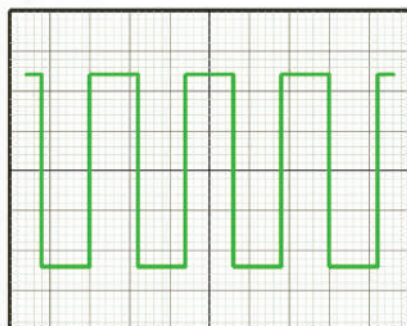
$$V_{p-p} = 2 \times V_p = 2.4v \quad \text{و} \quad V_{rms} = V_p \times 0.707 = 1.2 \times 0.707 = 0.85v$$

مثال 2 :

دوره تناوب و فرکانس شکل موج زیر را مشخص کنید. کلید Time/Div روی $5ms$ است.

حل) با توجه به تعریف دوره تناوب یک

سیکل کامل موج $2.4cm$ را روی محور افقی اشغال کرده است.



$Time/Div \times$ تعداد خانه های افقی اشغال

$$2.4cm \times 5 \frac{ms}{cm} = 12ms \quad \text{و} \quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{12ms} = 83.33hz$$

ولوم Position : $\updownarrow$

این ولوم سیگنال را در جهت عمودی جابجا می‌کند. همچنین اگر این ولوم قابل بیرون کشیدن باشد می‌تواند دامنه را تا چند برابر زیاد کند (کنار آن نوشته شده).





ولوم Position ↔ :

این ولوم سیگنال را در جهت افقی (زمانی) جابجا می‌کند. در بسیاری از اسیلوسکوپ‌ها با بیرون کشیدن این ولوم زمان تناوب سیگنال 10 برابر بزرگتر می‌شود تا راحت تر بتوان دوره های تناوب کوچک را اندازه گرفت. (یادتان نرود باید عدد نهایی را بر 10 تقسیم کنید)

ولوم Volt Variable: این ولوم روی کلید سلکتوری Volt/Div قرار دارد و چنانچه تا انتها در جهت عقربه ساعت پیچانده شود ولتاژ کالیبره می‌شود.

ولوم Time Variable: این ولوم روی کلید سلکتوری Time/Div قرار دارد و چنانچه تا انتها در جهت عقربه ساعت پیچانده شود زمان کالیبره می‌شود.

نکته: اندازه گیری دقیق ولتاژ و تناوب و فرکانس زمانی امکان پذیر است که ولوم هر کدام در حالت کالیبره باشد.

اسیلوسکوپ دو کاناله:

اسیلوسکوپ است که می‌تواند دو شکل موج را به طور همزمان نمایش دهد. در نتیجه دارای دو کانال و ورودی با کلیدهای تنظیم مجزا می‌باشد. اغلب اسیلوسکوپ‌های امروزی از این نوع هستند.

در این اسیلوسکوپ‌ها بسیاری از کلیدهای گفته شده نظیر کنترل فوکوس، کنترل شدت نور، Time/Div، موقعیت افقی و... برای هر دو کانال مشترک می‌باشد. این اسیلوسکوپ جایی به کار می‌آید که بخواهیم با مشاهده همزمان دو موج آنها را مقایسه کرده و یا پارامترهای آنها را نسبت به هم بسنجیم. روی پنل اسیلوسکوپ‌های دو کاناله کلیدی به نام Mode قرار دارد که سیگنال نمایش یافته در صفحه را تعیین می‌کند. تعدادی از وضعیت‌های این کلید عبارتند از:

(a) CH1: فقط سیگنال اعمالی به کانال یک نمایش داده می‌شود و کانال دوم قطع است.
(b) CH2: فقط سیگنال اعمالی به کانال دو نمایش داده می‌شود و کانال اول قطع است.
(c) ALT: نمایش همزمان سیگنالهای اعمالی به کانال یک و دو. (این وضعیت برای سیگنالهای با فرکانس بیشتر از 1 Khz کاربرد دارد)

(d) CHOP: نمایش همزمان سیگنالهای اعمالی به کانال یک و دو. (این وضعیت برای سیگنالهای با فرکانس کمتر از 1 Khz کاربرد دارد)

(e) DUAL: نمایش همزمان سیگنالهای اعمالی به کانال یک و دو. با این تفاوت که خود اسیلوسکوپ ALT یا CHOP را انتخاب می‌کند. در صورت وجود این کلید کلیدهای ALT و CHOP وجود ندارند.

(f) ADD: جمع لحظه ای سیگنالهای اعمالی به کانال یک و دو نمایش می‌یابد.

(g) DIFF: تفاضل لحظه ای سیگنالهای اعمالی به کانال یک و دو نمایش می‌یابد.

(h) CH2 INV: سیگنال معکوس شده کانال دو نمایش می‌یابد.

تذکر: عملکرد اسیلوسکوپ و کاربردهای وسیع آن بیش از آن است که در این مجال اندک گفته شود. لذا کلیدها و کاربردهای گفته شده تنها بخشی از مبحث اسیلوسکوپ هستند. شما ممکن است در اسیلوسکوپ که در اختیارتان می‌باشد کلیدها و امکانات بیشتری را ببینید. برای اطلاعات بیشتر بهترین مرجع، کاتالوگ خود اسیلوسکوپ می‌باشد. یا می‌توانید از سایر منابع و کتب موجود در این زمینه استفاده کنید.





خازن (C) : Capacitor

خازن قطعه ای است که می تواند انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند. انرژی به صورت بار الکتریکی در خازن ذخیره می گردد. داخل خازن چیزی نیست جزء دو صفحه رسانا که بین آنها ماده عایقی (دی الکتریک) قرار داده اند. به دلیل اینکه خازن یک عنصر ذخیره کننده انرژی است ، در مدارهای الکترونیکی کاربردهای وسیعی دارد.

خازن در صافی های ولتاژ ، چند برابر کننده های ولتاژ ، فیلترها ، تایمرها ، پارازیت گیرها و ... مورد استفاده قرار می گیرد .

ظرفیت خازن : Capacitance

هر خازن توسط یک پارامتر که ظرفیت گفته می شود مشخص می گردد. ظرفیت را با حرف C نشان داده و واحد آن فاراد می باشد. یک فاراد ظرفیت خازنی است که اگر به آن یک ولت ولتاژ اعمال کنیم ، 1 کولن بار الکتریکی در آن ذخیره می گردد.

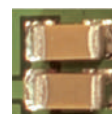
$$C = Q/V$$

در رابطه اخیر Q بار الکتریکی ذخیره شده در خازن با ظرفیت C بر اثر اعمال ولتاژ V به دو سر آن می باشد .

تذکر : چون فاراد ظرفیت بسیار بزرگی می باشد ، عملاً از واحدهای کوچکتری نظیر μf ، nf و pf استفاده می شود. خازن ها نیز همچون مقاومت ها بسیار متنوع هستند و به دو دسته خازن های ثابت و متغیر دسته بندی می شوند. خازن های ثابت در اشکال ، ابعاد و ظرفیتهای مختلف در دسترس هستند . برخی از انواع خازن ها عبارتند از :

خازن سرامیکی ، خازن میکا ، خازن کاغذی ، خازن الکتrolیتی و ... لازم به ذکر است خازنها بر روی برد موبایل به رنگ های زرد ، نارنجی ، مشکی ، قهوه ای کم رنگ ، قهوه ای و طوسی دیده می شوند .

■ **نکته :** خازن های قهوه ای و طوسی رنگ ، پایه مثبت و منفی ندارند.





سمبل مداری خازن سرامیکی

انواع خازن ها :

۱- سرامیکی : Ceramic Capacitor

عایق به کار رفته بین صفحات این خازن از جنس سرامیک می باشد. این خازنها در ظرفیت های حدود nf و pf ساخته می شوند. به دلیل بالا بودن ضریب دی الکتریک سرامیک ، ولتاژ قابل تحمل این دسته از خازنها نسبتاً زیاد است (بیشتر از 50V و معمولاً بیشتر از 100 V). اینگونه خازنها قطبیت ندارند لذا جهت قرارگیری آنها در مدار فرقی نمی کند. این خازنها در فرکانسهای مگا هرتز و گیگا هرتز در مدارهای مخابراتی و رادیویی فرستنده و گیرنده ها بسیار کاربرد دارند .

در بعضی از اینگونه خازنها ظرفیت به همراه واحد آن به صورت مستقیم نوشته می شود و در بعضی دیگر توسط اعداد و حروف و نوار های رنگی به صورت رمزی مشخص می گردد .



نحوه خواندن ظرفیت خازن سرامیکی :

(a) کد سه رقمی :

همانند مقاومت ها می باشد ، یعنی رقم اول همان عدد اول و رقم دوم همان عدد دوم و رقم سوم ضریب یا تعداد صفرها را مشخص می کند. منتها در اینجا ظرفیت خازن بر حسب pf (پیکو فاراد) به دست می آید.

(b) کد سه رقم و یک حرف :

مشابه حالت قبل سه رقم ظرفیت خازن را مشخص می کنند. حرف بعد از سه رقم مطابق جدول زیر ماکزیمم تolerانس وارد شده در ظرفیت خازن را مشخص می کند.

حرف	F	G	H	J	K	M
تولرانس	1%	2%	3%	5%	10%	20%

■ نکته: بر روی برخی از خازنهای سرامیکی ، علاوه بر ظرفیت خازن ، ماکزیمم ولتاژ مجاز و قابل تحمل خازن را نیز می نویسند.

مثال : برای خازن های زیر ظرفیت و درصد خطا را مشخص کنید .

C1

223 K

$$C1 = 22000 \text{ pf} = 22 \text{ nf} \quad t_a = \pm 10 \%$$

C2

824 M

$$C2 = 820000 \text{ pf} = 820 \text{ nf} = 0.82 \text{ uf} \quad t_a = \pm 20 \%$$

(C) کد رنگی :

در نوع سه نوار رنگی ، نوار های اول و دوم به ترتیب اعداد اول و دوم و نوار سوم ضریب (تعداد صفر) را مشخص می کند. (ارزش هر رنگ منطبق بر همان مقادیر گفته شده در جدول قسمت کد رنگی مقاومت ها می باشد) در نوع چهار نوازی ، نوار چهارم رنگی تolerانس یا خطای احتمالی را مشخص می کند . در



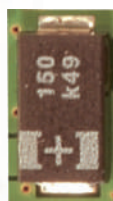


رنگ	نوار پنجم	نوار چهارم
مشکی	-	20%
سفید	-	10%
سبز	-	5%
نارنجی	-	2.5%
قرمز	250V	2%
قهوه ای	-	1%
زرد	400V	-

نوع پنج نواری ، نوار پنجم که به انتهای خازن نزدیکتر است ولتاژ مجاز و قابل تحمل توسط خازن را مشخص می‌کند. درصد خطا و ولتاژ حداکثر منطبق بر جدول روبرو میباشند :

۲- خازن الکترولیتی (شیمیایی) :

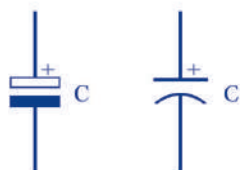
بین عایق صفحات خازن ، مایعی از جنس الکترولیت که یک هادی بسیار خوب است استفاده شده است. این تکنیک ظرفیت اینگونه خازن ها را بسیار بالا برده است. این خازن ها در ظرفیت های از چند دهم میکرو فاراد تا چند فاراد ساخته می‌شوند. ولتاژ قابل تحمل این خازنها بسیار پائین و زیر 60V و معمولاً کمتر از 25V می باشد. هم چنین این



خازنها دارای قطبیت بوده و لذا قرارگیری نادرست آنها در مدار موجب آسیب دیدن آنها خواهد شد. این خازنها به شکل مکعب مستطیل و اغلب استوانه ای ساخته می‌شوند. قابل ذکر است ظرفیت و ولتاژکاری و پایه منفی را بدون هیچ



رمزی و مستقیماً بر روی بدنه خازن مشخص می کنند . این خازن در دو نوع آلومینیومی و تانتالیومی ساخته می‌شود . سمبل های مداری زیر در نقشه ها و مدارات معرف خازن الکترولیتی هستند .



سمبل های مداری خازن الکترولیتی

الف) خازن آلومینیومی

این ، خازن مانند خازن های کاغذی از دو ورقه آلومینیومی تشکیل شده است . بر روی یکی از ورقه ها قشر نازکی از اکسید آلومینیوم قرار گرفته است. ساختمان داخلی آن بدین صورت است که دو ورقه آلومینیومی به همراه دو لایه ی کاغذ متخلخل که در بین آنها قرار دارند هم زمان به صورت لوله پیچیده شده و سیم های اتصال نیز به انتهای ورقه های آلومینیومی متصل می‌شوند . پس از پیچیدن ورقه ها آن رادرون یک مایع الکترولیت مناسب غوطه ور می سازند تا دو لایه ی کاغذ متخلخل از الکترولیت پر شوند . سپس کل مجموعه را درون یک قاب فلزی قرار داده و در یک پولک پلاستیکی که سیم های خازن از آن می گذرد قرار می‌دهند .

ب) خازن تانتالیومی

تنها تفاوت این خازن با نوع آلومینیومی در استفاده از فلز تانتالیوم به جای آلومینیوم می باشد . به دلیل بالا بودن ضریب دی الکتریک اکسید تانتالیوم ، ظرفیت این خازنها در حجم مساوی چند برابر ظرفیت خازن های آلومینیومی می‌باشد .





محاسن خازن های تانتالیوم :

۳- عمر طولانی تر

۲- ابعاد کوچکتر

۱- جریان نشتی کمتر

معایب خازن های تانتالیوم :

۱- گران بودن

۲- حساسیت بیشتر در مقابل اضافه ولتاژ و قطبیت معکوس

۳- محدودیت رنج ظرفیت (فقط تا مقدار $330 \mu f$ تا کنون ساخته شده اند.)

نحوه تست خازن :

ابتدا خازن را دشارژ می نمایم سپس دستگاه مولتی متر را برای خازنهای الکترولیت روی رنج $200 K\Omega$ قرار داده و پراب قرمز را روی پایه مثبت و پراب مشکی را روی پایه منفی قرار می دهیم روی نمایشگر اهم متر مقداری نشان داده می شود که دائماً در حال تغییر است تا جایی که خازن جریان مستقیم را از خود عبور ندهد در این اینصورت نتیجه می گیریم که خازن سالم می باشد. برای خازنهای سرامیکی قهوه ای و طوسی رنج $20 K\Omega$ یا $2 K\Omega$ را انتخاب کرده و در تست این خازن ها رنگ پراب مهم نمی باشد و روش تست مثل تست خازن های الکترولیت می باشد .

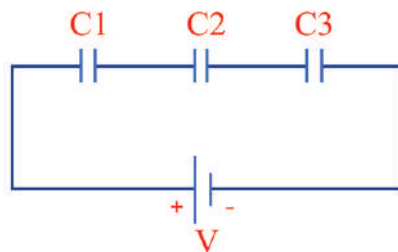
تذکر ۱ : در برخی از خازن ها ممکن است برای لحظاتی اهم متر مقداری نشان دهد و سپس کم کم به سمت بی نهایت برود که در اینصورت باز هم خازن صد درصد سالم است.

تذکر ۲ : در تست خازن های الکترولیتی یا شیمیایی ترجیحاً از رنج های بالاتر اهم متر استفاده کنید .

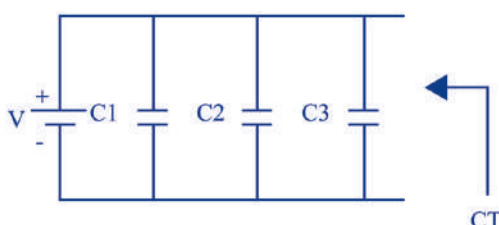
ترکیب خازن ها :

روابط خازن ها دقیقاً عکس ترکیب مقاومت ها ست در زیر این روابط را مشاهده می کنید .

۱- سری : Serie

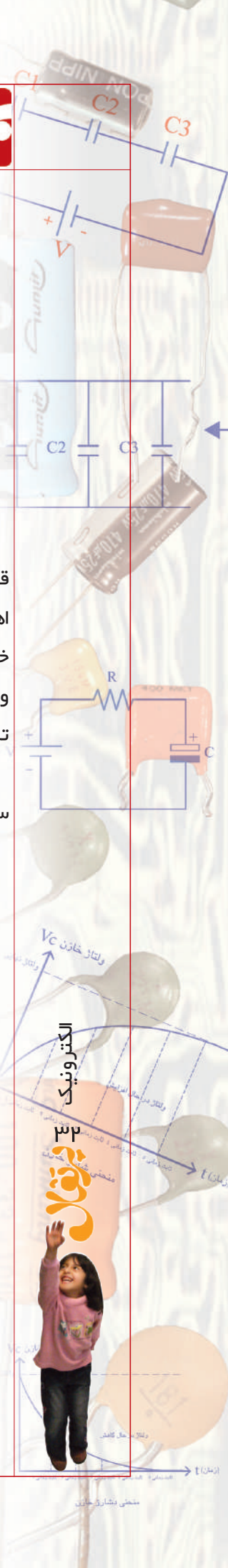


$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$



$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

۲- موازی : Parallel





ثابت زمانی خازن

اگر خازنی به طور مستقیم به یک ولتاژ DC متصل شود به طور آنی شارژ می‌شود. حال اگر ولتاژ از مسیر یک مقاومت به خازن تزریق گردد، زمان شارژ طولانی‌تر می‌شود. به گام‌های زمانی که خازن طی آن روند شارژ شدن یا دشارژ شدن را طی می‌کند ثابت زمانی می‌گویند و آنرا با حرف یونانی (دتاو) نشان می‌دهند.

هر ثابت زمانی به ظرفیت خازن و مقاومت سری با خازن وابسته است. شارژ و دشارژ خازن در زمانی

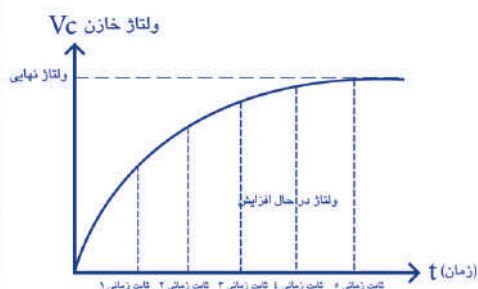
معادل ۵ ثابت زمانی صورت می‌گیرد:

$$\tau = R \times C$$

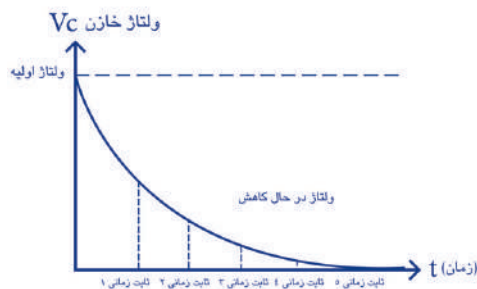
$$T = 5\tau = 5RC$$

T در رابطه اخیر کل زمان شارژ یا دشارژ خازن با ظرفیت C از مسیر با مقاومت R می‌باشد.

در شکل‌های زیر منحنی‌های شارژ و دشارژ خازن را مشاهده می‌فرمایید.



منحنی شارژ خازن



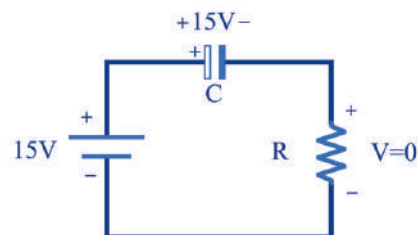
منحنی دشارژ خازن

مقاومت خازنی (X_C)

همان طور که دیدیم اعمال یک ولتاژ DC بدون نوسان خازن را به طور آنی شارژ می‌کند. بعد از شارژ خازن و عبور از حالت گذرا، خازن دیگر بار الکتریکی نپذیرفته و در نتیجه جریان مدار صفر می‌شود. می‌دانیم جریان در مدار صفر است که دارای مقاومت زیاد باشد. بدین سبب می‌گویند که خازن جریان DC را از خود عبور نمی‌دهد. زیرا دارای مقاومت

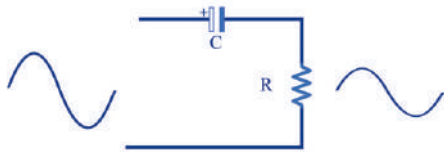
بی‌نهایت (∞) می‌باشد. بدیهی است اگر خازن با ولتاژ DC سری بسته شود، تمام ولتاژ در دو سر خازن جمع می‌شود و ولتاژی از خازن خارج نمی‌شود.

حال اگر ولتاژ اعمال شده به دو سر خازن AC باشد، در نیم سیکل مثبت خازن شارژ می‌شود و در نیم سیکل منفی خازن شارژ خود را از دست می‌دهد و با قطبیت جدید ولتاژ شارژ می‌شود. بدین ترتیب خازن دارای ولتاژ ثابتی نبوده و داریم در حال شارژ و دشارژ می‌باشد که این خود منجر به عبور جریان AC از خازن می‌شود.



الکترونیک
سیس





پس خازن باید دارای مقاومتی کمتر از مقاومت آن در حالت DC باشد. این مقاومت وابسته به ظرفیت خود خازن و فرکانس ولتاژ اعمال شده می‌باشد و آنرا با X_C نشان داده و با واحد اهم سنجیده می‌شود و از رابطه زیر قابل محاسبه است :

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$\pi : 3/14159$

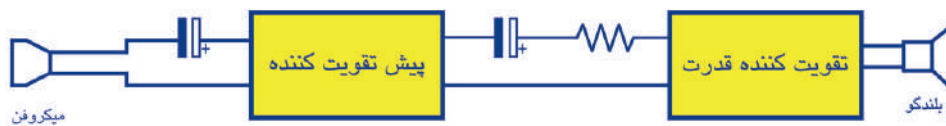
f : فرکانس جریان عبوری از خازن

C : ظرفیت خازن

از این رابطه پیداست که چنانچه $f = 0$ باشد (ولتاژ DC)، X_C به سمت بی‌نهایت (مدار باز) میل می‌کند و چنانچه فرکانس را خیلی زیاد کنیم، X_C به سمت صفر (اتصال کوتاه) میل می‌کند. همچنین از این واقعیت که مقاومت خازنی تابعی از فرکانس می‌باشد، در ساخت فیلترهای فرکانسی استفاده فراوان می‌شود.

کوپلاژ خازنی : Capacitive Coupling

یکی از کاربردهای وسیع خازن استفاده از آن به صورت سری ما بین طبقات مختلف یک مدار می‌باشد.



این نوع اتصال به کوپلاژ خازنی معروف است.

در حالی که کوپلاژ مستقیم و سلفی نیز جهت اتصال طبقات مختلف یک مدار به هم کاربرد دارند. مشخصه مهم کوپلاژ خازنی این است که اولاً طبقات از لحاظ جریان مستقیم (DC) از یکدیگر جدا شوند و ولتاژهای هر قسمت بر قسمت دیگر تاثیرگذار نیست. ثانیاً این خازنها به همراه سایر قطعات اطرافشان تشکیل فیلتر فرکانسی می‌دهند. (به بحث فیلتر در صفحات بعد مراجعه کنید) از این رو تنها سیگنالهای AC قادر به عبور از بین این کوپل‌های خازنی هستند.



سلف (سیم پیچ) :
هر گاه چند دور سیم حول یک هسته (هوا، آهن، زغال، کاغذ و...) بپیچانیم یک عنصر الکتریکی به نام سلف تشکیل می‌گردد. سلف‌ها همانند مقاومت و خازن دارای دو سر می‌باشند. از سلف برای ایجاد ولتاژهای القایی زیاد مثلاً برای روشن کردن لامپ‌های نئون





L (H)



سمبل مداری سیم پیچ

زیرصفحه LCD و همچنین تطبیق مقاومت معادل ورودی یا خروجی دو طبقه از مدار (تطبیق امپدانس) و یا در ساخت فیلترهای فرکانس و... استفاده می‌شود. واحد اندازه گیری سلف بر حسب هانری (H) می‌باشد.

بیشتر کاربرد سلف استفاده از خاصیت خود القایی آن می‌باشد.

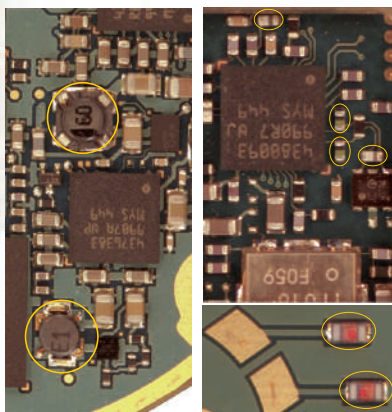
خاصیت خود القایی :

هرگاه از یک سیم هادی جریان عبور کند اطراف آن سیم میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود چنانچه این میدان توسط خود سیم قطع گردد در سیم پیچ ولتاژی القا می‌گردد که با تغییرات جریان مخالفت می‌نماید. حال اگر این سیم بصورت فنر در آید و پیچیده شود خاصیت خودالقایی آن و همچنین مقدار تولید ولتاژ القایی بالاتر می‌رود. از این خاصیت در صنعت الکترونیک برای روشن نمودن لامپ های فلورسنت ، ترانس های ولتاژ تلویزیون (H.V) و ... استفاده می‌نمایند. آنچه باعث القای ولتاژ در سلف است تغییرات جریان می‌باشد .

اندازه ولتاژ القایی همچنین به ضریب اندوکتانس L وابسته است . L خود به شرایط فیزیکی نظیر تعداد دور ، جنس و ابعاد هسته و ... وابسته است . دقت کنید که به ازای ولتاژ DC (چون اساساً تغییرات جریان نداریم) خاصیت خود القایی شکل نگرفته و لذا ولتاژ القایی صفر می‌شود.

نحوه تست سلف :

مولتی متر را بر روی حالت اهم متر تنظیم می‌کنیم (ترجیحاً رنج کوچکتر) با اتصال اهم متر به دو سر سلف مقدار صفر توسط اهم متر نمایش می‌یابد. (در رنج بازر صدای بوق شنیده می‌شود) . سلف در مدارات موبایل بصورت قطعه ای گرد و سیاه رنگ یا یک قطعه مکعبی آبی رنگ که سیم پیچی های طلایی در دور آن نمایان هستند، یا به رنگهایی همانند عکس دیده می‌شود .



مقاومت سلفی (X_L)

مقاومتی که سلف در مقابل جریان DC یا AC از خود بروز می‌دهد عکس العمل یا مقاومت سلفی گفته می‌شود. این مقاومت در جریان های با فرکانس صفر (DC) بسیار کم و حدود صفر می‌باشد و با افزایش فرکانس ، افزایش می‌یابد. این مقاومت علاوه بر فرکانس به ضریب خود القایی سلف نیز وابسته است و مطابق رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد :

$$X_L = 2\pi fL$$

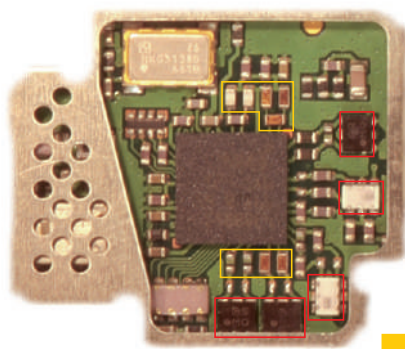




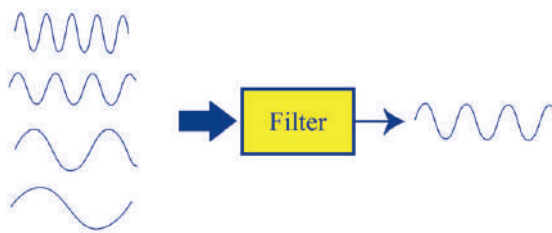
دقت کنید که سلف در جریان DC اصلاً ظاهر نمی‌شود و همانند یک تکه سیم معمولی رفتار می‌کند. با دقت در رابطه گفته شده بالا می‌توان دریافت که X_L عکس رابطه ارائه شده برای X_C می‌باشد. از این رو ترکیب این دو در ساخت مدارهای انتخابگر فرکانس و فیلترها از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد.

فیلترها Filter:

فیلترها مدارهایی الکترونیکی هستند که توسط آنها می‌توان از بین تعداد زیادی فرکانس، فرکانس یا یک دسته فرکانس (باند) خاص را انتخاب کرد و سایر فرکانسهای اضافی را حذف نمود.



نشان دهنده سلف
نشان دهنده خازن

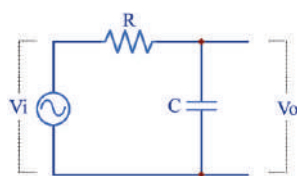


در این قسمت هدف، آشنایی کلی با عملکرد فیلتر می‌باشد. در ساخت فیلترها می‌توان از تمام عناصر الکتریکی و الکترونیکی بهره جست. شما تاکنون با مقاومت، خازن و سلف آشنا شده‌اید. دیدیم که سلف و خازن دارای مقاومتی وابسته به فرکانس هستند. از این رو دارای جایگاه ویژه‌ای در ساخت مدارات فیلتر هستند.

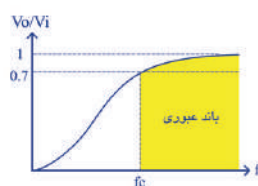
ما فیلترها را در قالب مدارات RLC (مداراتی که مشتمل بر مقاومت، خازن و سلف هستند) بررسی می‌کنیم. فیلتر بر حسب این که چه محدوده فرکانسی را عبور می‌دهد، به چهار دسته مجزا تقسیم می‌شود.

الف) فیلتر پایین گذر (LPF) Low Pass Filter :

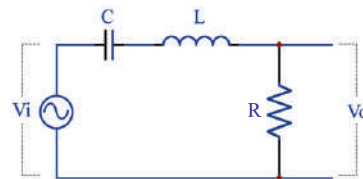
فیلتری است که اجازه عبور فرکانسهای پایین یعنی از صفر تا حد معینی را می‌دهد. در زیر دو نمونه فیلتر پایین گذر RL و RC به همراه پاسخ فرکانسی فیلتر پایین گذر ترسیم شده است.



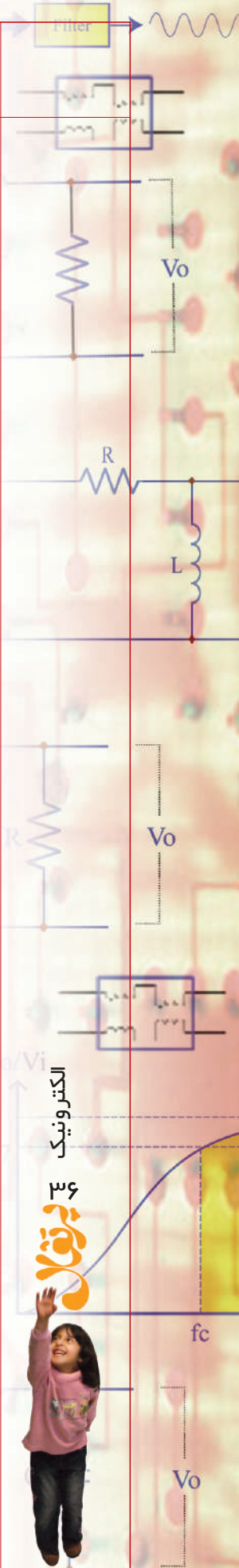
فیلتر پایین گذر RC



پاسخ فرکانسی فیلتر پایین گذر



فیلتر پایین گذر LC





برای تحلیل مدارات فوق کافیسست به خاطر بیاوریم که خازن در فرکانس‌های پایین همانند مدار باز و سیم پیچ همانند اتصال کوتاه رفتار می‌کند. در فرکانس‌های بسیار زیاد خازن به سمت اتصال کوتاه و سیم پیچ به سمت مدار باز می‌رود.

حال به تحلیل مدار فیلتر پایین گذر RC می‌پردازیم. در فرکانس‌های پایین مقاومت خازن بسیار بیشتر از مقاومت R می‌باشد. در نتیجه با توجه به قوانین مدارات سری و تقسیم ولتاژ، تمام ولتاژ ورودی در دوسر خازن ظاهر می‌شود و چون خروجی از دوسر خازن گرفته شده، این ولتاژ همان ولتاژ خروجی (V_o) می‌باشد. با افزایش فرکانس مقاومت خازن یعنی X_C رو به کاهش رفته تا این‌که به صفر برسد. کاهش X_C نسبت به R موجب می‌شود تا ولتاژ ورودی (V_i) در دوسر مقاومت تلف گردد نه در دوسر خازن. در نتیجه با افزایش فرکانس سهم ولتاژ خروجی کمتر و کمتر خواهد شد تا این‌که با اتصال کوتاه کامل خازن به صفر برسد.

منحنی پاسخ فرکانسی فیلتر پایین گذر نسبت V_o/V_i را در فرکانس‌های متفاوت نشان می‌دهد. همان طور که معلوم است در $V_o=V_i, f=0$ در نتیجه نسبت این دو 1 خواهد بود. نکته حائز اهمیت این‌که حد فرکانس قابل قبول را با f_c نشان داده ایم که به فرکانس قطع موسوم است (f_{CUT}). بنابراین سیگنال‌های با فرکانس کمتر از f_c با دامنه قابل قبولی در خروجی ظاهر می‌شوند. f_c در جایی اتفاق می‌افتد که $X_C=R$ گردد. یعنی توان در خروجی نصف توان ورودی باشد که در این حالت $V_o/V_i=0.7$ می‌باشد.

فرکانس قطع را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$X_C = R = \frac{1}{2\pi f_c C} \Rightarrow f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

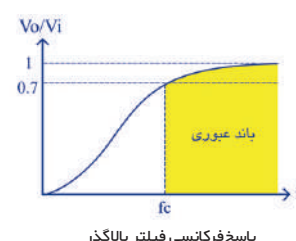
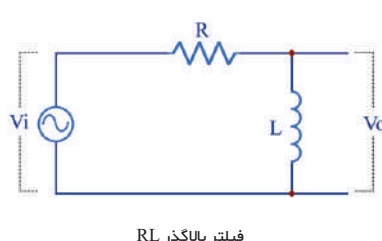
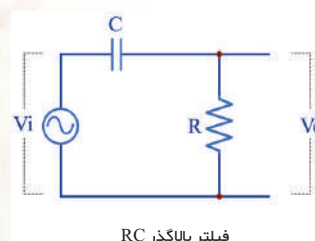
تحلیل مدار فیلتر پایین گذر RL را به متعلمین عزیز واگذار می‌کنیم. برای این فیلتر فرکانس قطع دارای رابطه زیر است:

$$f_c = \frac{R}{2\pi L}$$

ب) فیلتر بالا گذر (HPF): High Pass Filter

فیلتری است که اجازه عبور فرکانس‌های بیشتر از حد معینی را می‌دهد و فرکانس‌های پایین را حذف می‌کند. در اینجا حداقل فرکانس سیگنال ورودی برای این‌که با دامنه قابل قبولی در خروجی ظاهر شود همان f_c می‌باشد.

در زیر دو نمونه مدار فیلتر بالا گذر ساده به همراه پاسخ فرکانسی آن ترسیم گشته است. دقت کنید در این مدارات نسبت به مدارات فیلتر پایین گذر تنها جای مقاومت با سلف یا خازن عوض شده است. بدیهی است که روابط فرکانس قطع همان روابط گذشته می‌باشد.

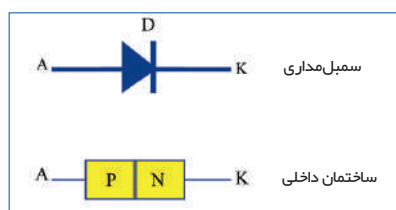




دیود Diode

عنصری که تا کنون بررسی شدند، در واقع عناصری الکتریکی بودند. اولین عنصر ذاتاً الکترونیکی که بررسی می‌شود، دیود نام دارد. دیود را می‌توان یک کلید الکترونیکی و خودکار در مقابل کلیدهای مکانیکی در نظر گرفت. دیود به طور داخلی از دو قطعه نیمه هادی نوع P و N تشکیل شده است. ما در اینجا مجال بررسی ساختار داخلی دیود را نداریم. چون این مهم به اطلاعات اولیه از مباحث پیچیده ریاضی، شیمی و فیزیک نیاز دارد.

ما به طور خیلی ساده نحوه کار با این عنصر دو سر را بررسی می‌کنیم. سمبل



مداری و ساختمان داخلی دیود در شکل روبرو نمایش داده شده است.

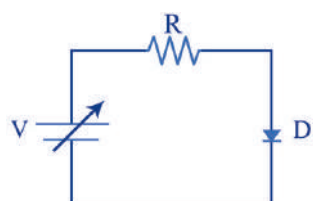
بر خلاف تمام عناصر الکترونیکی، واژه دیود اشاره به یک دیود خاص ندارد. چون

امروزه دیودهای متنوعی ساخته می‌شوند که از لحاظ ابعاد، شکل ظاهری و خصوصاً عملکرد، هیچ شباهتی با یکدیگر ندارند. دیودی که فعلاً بررسی می‌شود به یکسو ساز (همه منظوره) شهرت دارد. فقط جهت آشنایی، نام تعدادی از دیودها آورده شده است. دیود اتصال نقطه ای، دیود واراكتور (خارجی)، دیود نورانی (LED)، دیود زبر، دیود تونلی، فتو دیود و

از بین این دیودها دو دیود پر مصرف به نامهای دیود نوردهنده و دیود زبر در برد موبایل بیشتر کاربرد داشته لذا در ادامه فصل تشریح خواهند شد. در ادامه هرگاه عبارت دیود به تنهایی به کار برده شد منظور همان دیود معمولی می‌باشد. تمام دیودها از دو پایه مثبت (آند: A) و منفی (کاتد: K) تشکیل شده اند. عمل رساندن ولتاژ به پایه های دیود، تغذیه یا بایاس (Bias) گفته می‌شود. چون دیود دارای قطبیت است، لذا به دو صورت می‌توان آنرا بایاس نمود.

۱- بایاس مستقیم : Forward Bias

مطابق شکل زیر منبع ولتاژی را به دیود متصل می‌کنیم. چنانچه مقدار ولتاژ منبع به مقدار 0.7 V یا بیشتر برسد، دیود روشن شده و همانند کلید بسته می‌گردد. لذا جریان در مدار جاری می‌شود. اگر ولتاژ دو سر دیود از 0.7 V کمتر باشد، مثل یک کلید باز عمل کرده و خاموش می‌باشد. لذا جریانی در مدار جاری نمی‌گردد.



نکته مهم اینکه چنانچه ولتاژ همچنان زیاد شود، ولتاژ دو سر دیود هرگز زیاد نشده و در همان 0.7 V ثابت میماند.





۲- بایاس معکوس : Reverse Bias

در این حالت که مطابق شکل زیر است ، تحت هیچ مقداری از ولتاژ ، دیود روشن نمی شود و همواره قطع است (کلید باز) و هیچ تاثیری در مدار ندارد و جریانی از مسیر دیود عبور نخواهد کرد.

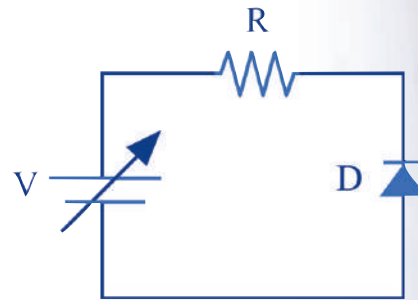
به چند جمله ساده زیر در مورد دیود دقت کنید

(به خاطر سپاری آسان)

۱- جریان تنها در یک جهت و آن هم جبهتی که فلش دیود نشان می دهد از دیود عبور خواهد کرد.

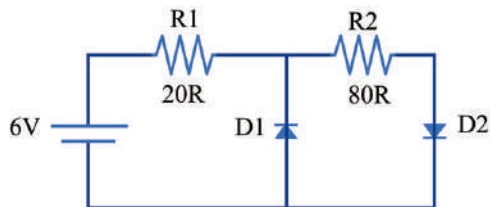
۲- اگر دیودی روشن باشد ، حتماً در دو سر آن حدود 0.7 V وجود خواهد داشت. (دیود سیلیسیوم Si)

۳- مقاومت دیود در جهت معکوس (کلید باز) را بی نهایت در نظر می گیریم.



■ نکته : از آنجایی که 0.7 V در مقایسه با دیگر ولتاژهای موجود در مدارات ناچیز است ، برای سادگی تحلیل مدار آنرا صفر در نظر می گیرند .

مثال :



در مدار روبرو جریان دیودهای $D1$ و $D2$ را محاسبه کنید.

حل) ابتدا مدار را تحلیل می کنیم ، به وضوح معلوم است که $D1$ در بایاس مخالف می باشد پس خاموش بوده و آنرا حذف می کنیم.

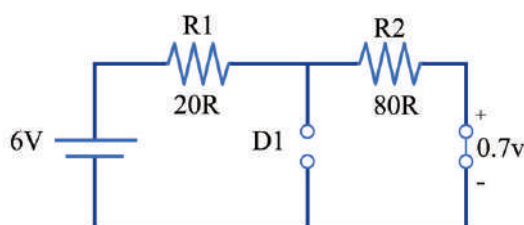
$$D_1: \text{off} \quad I_D = 0\text{A}$$

دیود $D2$ در بایاس مستقیم بوده پس روشن است ، طبق قاعده تقسیم ولتاژ و قانون اهم ، جریان دیود عبارتست از :

$$I_{D2} = I_{R1} = \frac{V - V_{D2}}{R_1 + R_2} = \frac{(6 - 0.7)\text{V}}{(20 + 80)\Omega} = 53\text{mA}$$

در حل مسئله فوق از این قاعده استفاده شد که جریان دیود و مقاومت $R1$ یکسان می باشد (مدار

سری) و ما جریان مقاومت را به راحتی محاسبه کردیم. پس : $I_{D2} = 53\text{ mA}$ $D_2 = \text{ON}$





نحوه تست دیود :

مالتی متر را در حالت تست دیود قرار می دهیم. با اتصال پراب قرمز به پایه آند و پراب مشکی به پایه کاتد، دیود توسط ولتاژ داخلی اهم متر روشن شده و اهم متر مقاومت داخلی دیود را نشان می دهد. (به اصطلاح دیود راه می دهد) چنانچه عکس این عمل را انجام دهیم دیود خاموش بوده و اهم متر بی نهایت را نشان می دهد (به اصطلاح دیود راه نمی دهد) دیودی که از هیچ طرفی راه ندهد، قطع می باشد. دیودی که از هر دو طرف راه بدهد اتصال کوتاه شده (سوخته) و باز هم معیوب است.

■ **نکته ۱:** دیود روی برد موبایل اکثراً به رنگ مشکی می باشد. اگر روی دیودها نواری در کنار یکی از پایه های آن دیده شد، آن پایه معرف کاتد دیود است.

■ **نکته ۲:** از آنجایی که دیود جریان را تنها از یک طرف هدایت می کند به آن یکسوساز می گویند. یکسوسازی یکی از کاربردهای اساسی دیود است که در قسمت های بعدی در مورد آن بیشتر بحث می کنیم.

LED : Light Emitting Diode

(دیود انتشار نور)



یکی از دیودهایی که امروزه کاربرد فراوانی پیدا کرده دیود نور دهنده یا به اختصار LED می باشد. LED ها با تبدیل سیگنال های الکتریکی به سیگنال های روشنایی، می توانند کاربر یا



سمبل مداری دیود LED

مصرف کننده را از وضعیت سیستم آگاه کنند و وی را راهنمایی نمایند. به عنوان

مثال به LED دو رنگ مانیتور کامپیوتر دقت کنید. خاموش بودن آن قطع برق،

زرد بودن آن حالت آماده به کار یا (Standby) و سبز بودن آن حالت روشن را به

کاربر اعلام می کند. هم چنین LED ها جهت روشنایی پشت صفحه LCD موبایل و پشت صفحه کلید آن کاربرد زیادی یافته اند (Back Light) و تقریباً در تمام گوشی های همراه مورد استفاده هستند.

یک کاربرد پر مصرف دیگر LED استفاده از آنها جهت مصارف تزئیناتی نظیر رقص نورها و ... می باشد.

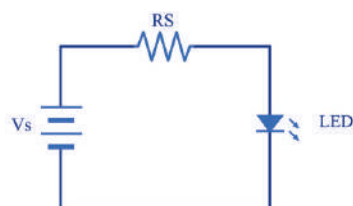
LED ها به دلایل زیر جایگزین لامپ های قدیمی در سیستم های امروزی شده اند :

مزیت های LED بر لامپ :

۱- توان تلفاتی کمتر - ۲- استحکام بیشتر - ۳- سرعت قطع و وصل بالا - ۴- ولتاژ کاری کمتر (معمولاً ۱.۷V~3V)

۵- طول عمر بیشتر - ۶- تنوع رنگ

راه اندازی : LED



معمولاً در مورد LED ها دو پارامتر اساسی وجود دارد: ۱- ولتاژ

مستقیم (VF) - ۲- جریان مستقیم (IF)

با در نظر گرفتن این دو شرط باید توسط یک منبع ولتاژ و یک مدار و قوانین اهم و ... شرایط را برای LED فراهم کرد. ساده ترین مداری که قادر به راه اندازی LED می باشد در شکل بالا نمایش یافته است.





مثال :

می‌خواهیم یک LED با مشخصات زیر را از یک منبع ولتاژ 12V تغذیه کنیم. مقاومت سری با LED را محاسبه کنید.

$V_F=3V$ $I_F=10mA$ $V_S=12V$

حل : طبق قانون اهم و قوانین مدارهای سری داریم :

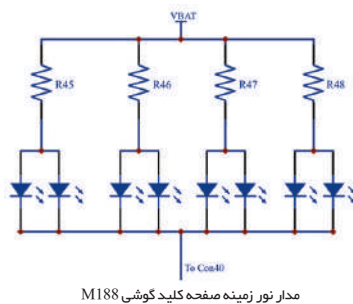
$$R_s = \frac{V_s - V_F}{I_F} = \frac{(12 - 3)V}{10mA} = 800\Omega$$

مثال :

در شکل زیر مدار نور زمینه مربوط به گوشی سامسونگ M188 را مشاهده می‌کنید . به محض فشردن کلیدی ، منفی از طریق یک کانکتور 40 پایه به LED ها میرسد . چنانچه ولتاژ باتری 4.5V باشد و LED ها 7mA تحت ولتاژ 1.7V مصرف کنند مقدار مقاومت سری را محاسبه کنید .

حل: هر مقاومت جریان دو LED را تامین می‌کند ، بنابراین :

$$R_{45} = \frac{V_{BAT} - V_F}{2I_F} = \frac{(4.5 - 1.7)V}{14mA} = 200\Omega$$



که در عمل مقاومت 220Ω استفاده شده است . همچنین به دلیل شرایط یکسان مقدار مقاومت ها برابرند .

دیود زنر : Zener Diode

این دیود در بایاس موافق هیچ تفاوتی با دیود معمولی ندارد. کاربرد اساسی این دیود در بایاس مخالف

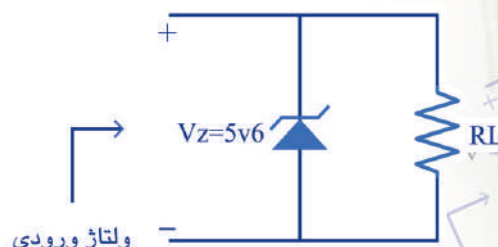


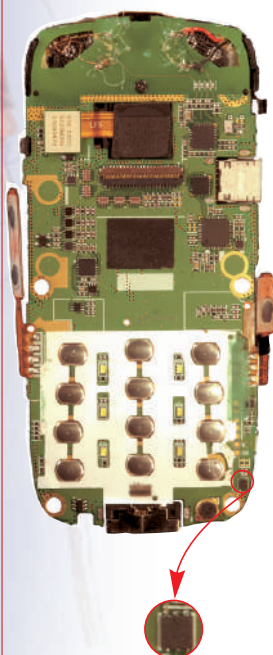
است. چنانچه در بایاس مخالف ولتاژ دو سر دیود از V_Z کمتر باشد ، دیود خاموش و قطع است و چنانچه ولتاژ آن به بیش از V_Z برسد، دیود روشن شده ولتاژ دو سرش را در V_Z تثبیت می‌کند. دیگر افزایش ولتاژ پس از روشن شدن دیود زنر تاثیری در ولتاژ دو سر دیود زنر ندارد. V_Z ولتاژ شکست دیود زنر خوانده می‌شود و دیودهای زنر با ولتاژهای شکست بین 1 تا 100 ولت ساخته می‌شوند .

لازم به ذکر است در گوشی های موبایل از این دیود به عنوان محافظ در برابر اضافه ولتاژ ورودی مثلاً در قسمت کانکتور مثبت ، ورودی میکرو فن ، خروجی بازار یا بلند گو ، ورودی و خروجی پورت های تبادل اطلاعات نظیر RS232 و USB و ... استفاده شده است . به علت وسعت کاربرد ، این دیودها در بسته های چند تایی به صورت مدار مجتمع ساخته می‌شوند و جهت حفاظت در برابر نوسانات ولتاژ و بار الکتریکی ساکن مورد استفاده قرار می‌گیرند . علاوه بر کاربردهای فوق، دیودهای زنر جهت ساخت ولتاژهای مرجع و همچنین در تثبیت کننده های ولتاژ و شارژرها و ... مورد توجه هستند .

در روبرو مداری می‌بینید که در آن دیود زنر جهت حفاظت قطعه R_L یا تثبیت ولتاژ آن در 5.6V به کار

رفته است :





به عنوان کارآفرین برگزیده کشور از دانشگاه امیرکبیر آموزشگاه پل دارای لوح تقدیر

الکترونیک

۴۳

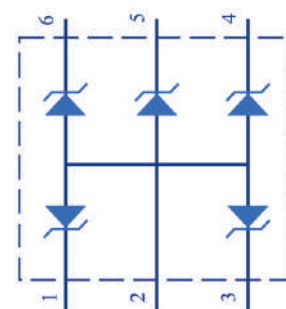


(یاد آوری می‌کنیم که مدار موازی است ، پس ولتاژ قطعه RL یا مصرف کننده همان ولتاژ ثابت دیود زبر می‌باشد.)

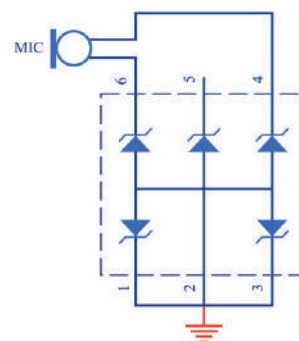
■ نکته : برای بالا بردن ولتاژ زبری و همچنین افزایش جریان قابل تحمل زرها می‌توان آنها را با توجه به قوانین مدارات ترکیبی به صورت سری یا موازی بست .

مثال کاربردی :

شکل روبرو یکی از انواع بسته‌بندی‌هایی را که چند دیود زبر در داخل یک تراشه قرار دارد نشان می‌دهد که این تراشه‌ها را می‌توان در اکثر گوشی‌ها مشاهده کرد. این تراشه به صورت 8 پایه نیز عرضه می‌شود که دارای دو پایه NC یا بدون اتصال می‌باشد. در گوشی مدل D600 سامسونگ این تراشه به صورت زیر بر روی پایه‌های میکروفن جهت حفاظت قرار گرفته است. بیشترین ولتاژ هر پایه میکروفن (نسبت به منفی) و حداکثر ولتاژ بین دو پایه میکروفن چقدر می‌تواند باشد. (قطعات اضافی رسم نشده اند).



مدار مجتمع شامل چند دیود زبر



حل: دو دیود پایین اتصال کوتاه و از مدار خارج هستند . دیود متصل به پایه شماره 5 نیز مورد استفاده قرار نگرفته است . هر پایه میکروفن توسط یک دیود به منفی متصل است . از دید بین دو پایه میکروفن دو دیود با هم سری هستند که یک دیود در جهت مستقیم و دیگری در جهت موافق قرار دارد .

حداکثر ولتاژ هر پایه همان ولتاژ V_Z می‌باشد :

$$V_4 = V_6 = 5V$$

$$V_{4-6} = (5 + 0.7)V = 5.7V$$

حداکثر ولتاژ بین دو پایه :

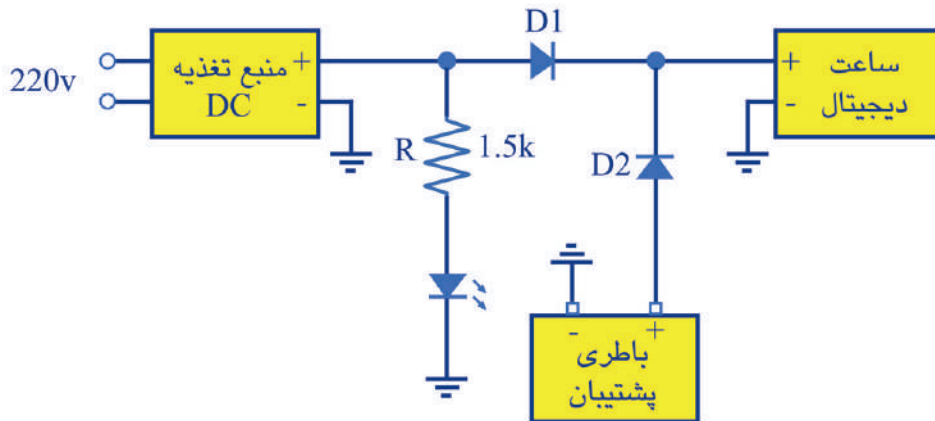
مثال کاربردی برای دیودها :

یک ساعت دیجیتالی در حالت معمول از یک آداپتور 15 V تغذیه می‌شود. در هنگام قطع برق یک باتری پشتیبان وظیفه تغذیه ساعت و عدم مفر شدن



آنرا بر عهده دارد. مداری توسط دیود طراحی کنید که در هنگام وجود برق ساعت را به آداپتور وصل کند و در هنگام قطع برق ساعت را از باتری تغذیه کند. هم چنین یک LED در مدار قرار دهید که وجود یا عدم وجود برق را به ما نشان دهد. یک باتری مناسب برای این کار تعیین کنید (ولتاژ باتری باید تعیین گردد).

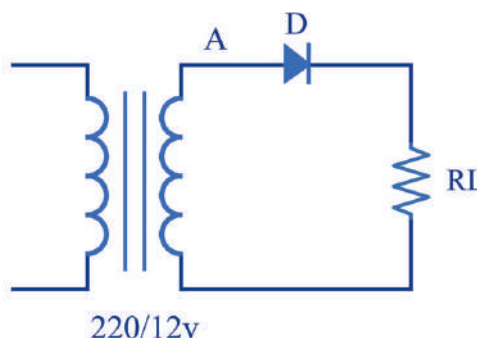
(حل)



با در نظر گرفتن مدار فوق، زمانی که برق وجود دارد دیود $D1$ را روشن می‌گیریم. پس بر روی کاتد هر دو دیود $(15-0.7)V$ قرار می‌گیرد و چون $D2$ باید خاموش باشد ولتاژ آنرا (همان ولتاژ باتری) حداکثر برابر $14.3V$ در نظر می‌گیریم تا ساعت تنها از منبع ولتاژ تغذیه گردد. با قطع برق ولتاژ بایاس $D2$ قطع گشته و این دیود خاموش می‌گردد. در این حالت $D1$ روشن گشته و ساعت با ولتاژ $(14.3-0.7)=13.6V$ تغذیه می‌گردد. یادآوری: برای اینکه دیودی روشن باشد، ولتاژ آن باید حداقل $0.7V$ از ولتاژ کاتد آن بیشتر باشد.

یکسوسازی توسط دیود :

همان طور که قبلاً گفته شد یکی از کاربردهای اساسی دیود یکسوسازی می‌باشد. یکسوسازی در بسیاری از زمینه‌های عملی کاربرد دارد. ما در این مجال اندک به کاربرد یکسوسازی در ساخت ولتاژ DC که بتواند سایر مدارات الکترونیکی را تغذیه کند اشاره ای می‌کنیم.



۱- یکسوساز نیم موج :

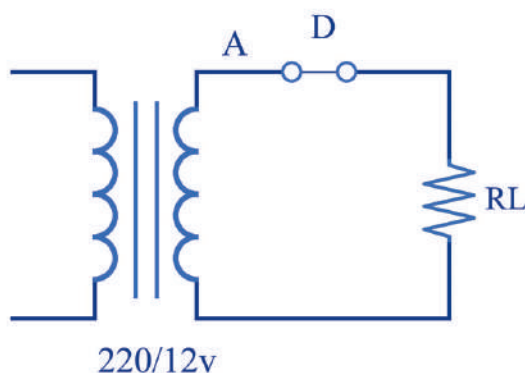
فرض کنید ورودی ترانس را که از نوع کاهنده می‌باشد به برق شهر متصل کرده ایم. در نتیجه در خروجی ترانس یعنی نقطه A سیگنال Ac سینوسی با فرکانس $50Hz$ و دامنه موثر $12V$ وجود خواهد داشت.



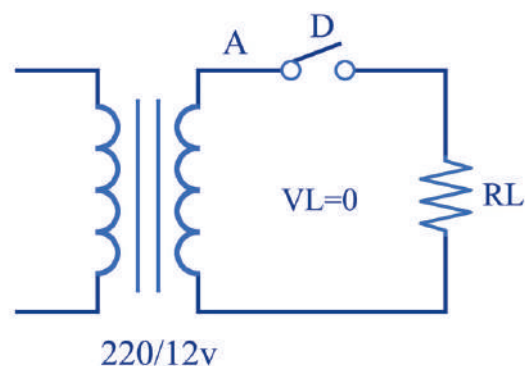


مدار فوق را در دو حالت بررسی می‌کنیم .

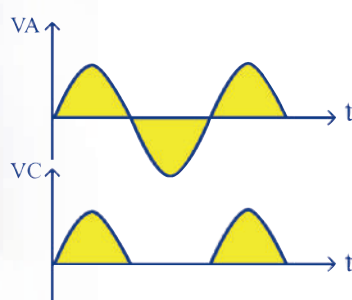
الف- سیگنال ورودی در نیم سیکل مثبت
خود قرار داشته باشد. فرض کنید ولتاژ سر بالایی خروجی ترانس مثبت بوده و سر پایینی منفی باشد. این قطبیت ولتاژ ، دیود مدار را در بایاس موافق (مستقیم) قرار داده و دیود هدایت می‌کند. پس مدار به شکل روبرو تغییر وضعیت می‌دهد. در نتیجه تمام نیم سیکل مثبت از مسیر دیود روشن (کلید بسته) به دو سر مقاومت مصرف کننده میرسد .



ب- سیگنال ورودی در نیم سیکل منفی خود
قرار داشته باشد . این قطبیت ولتاژ ، دیود را در بایاس مخالف قرار داده و آنرا خاموش (کلید باز) می‌گرداند. در نتیجه ولتاژ دو سر مقاومت مصرف کننده صفر می‌باشد .



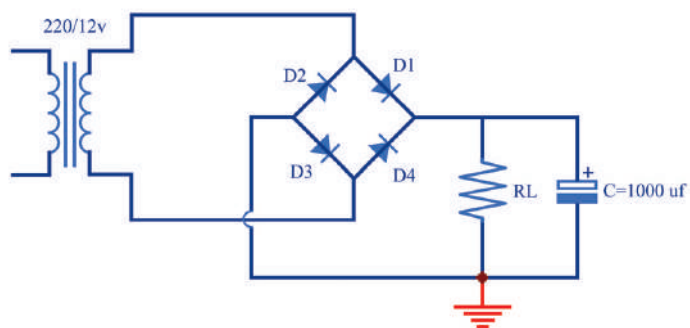
شکل موج های ورودی و خروجی مدار در زیر نمایش یافته اند .



چون مدار نیم سیکل را عبور داده و نیم سیکل را حذف می‌کند یکسوساز نیم موج خوانده می‌شود .

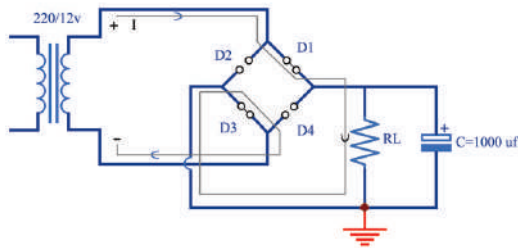
۲- یکسوساز تمام موج :

ترکیب مداری یکسوساز تمام موج را در شکل زیر مشاهده می‌فرمایید . باز هم مدار را در دو حالت بررسی می‌کنیم .



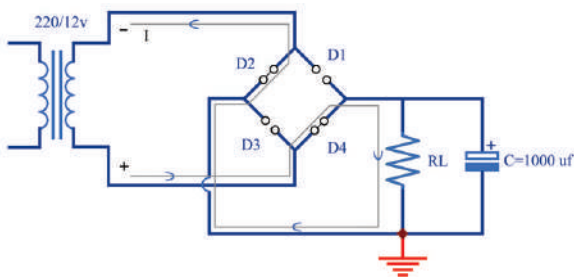


الف) نیم سیکل مثبت :



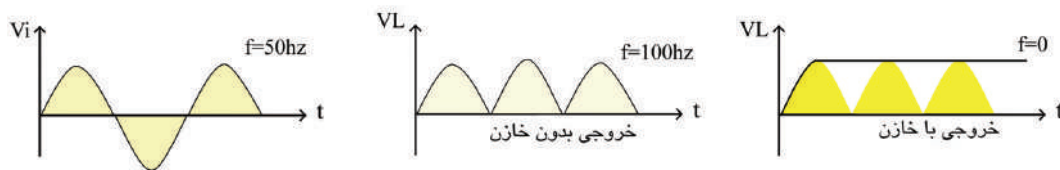
قطبیت ولتاژ در این نیم سیکل دیودهای D1 و D3 را روشن کرده و دیودهای D2 و D4 را به حالت خاموش می‌برد. در نتیجه مدار همانند شکل روبرو می‌شود. در این وضعیت جریان مقاومت بار یا مصرف کننده از مسیر این دو دیود روشن بسته می‌شود.

ب) نیم سیکل منفی :



در این حالت بر عکس حالت قبل دیودهای D2 و D4 روشن و دیودهای D1 و D3 خاموش بوده که این بار نیز جریان مصرف کننده را از همان مسیر قبل می‌بندد. در نتیجه به ازای هر دو نیم سیکل منفی و مثبت، در خروجی قطبیت ولتاژ مثبت

خواهد بود. ولتاژی که تاکنون ساخته شده یک ولتاژ DC اما ضربانی می‌باشد که جهت تغذیه مدارهای الکترونیکی به کار نمی‌رود. با قرار دادن یک خازن نسبتاً بزرگ موسوم به خازن صافی موازی با مصرف کننده ولتاژ خروجی تا حد بسیار بالایی صاف و یکنواخت خواهد شد. میزان صافی با ظرفیت خازن مرتبط است. کلیه شکل موج‌های ورودی، خروجی بدون خازن و با خازن در شکل زیر ترسیم شده اند.



تذکر : ولتاژی که توسط این مدار ساخته می‌شود به طور مستقیم در سیستم‌های حساس و ظریف امروزی جهت تغذیه به کار برده نمی‌شود. زیرا: ۱- حتی با خازن بسیار بزرگ خروجی دارای رپیل (موجک) و نوساناتی است.

۲- مقدار دامنه ولتاژ خروجی عددی کاملاً مشخص نبوده و بدتر اینکه وابسته به جریان کشیده شده از خروجی منبع تغذیه می‌باشد.

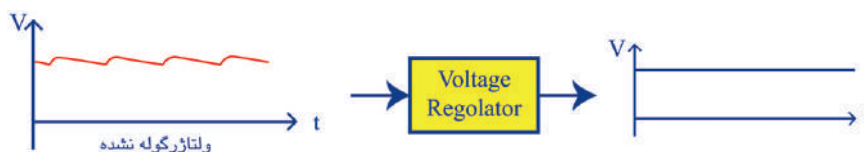
بنابراین ولتاژی که به این ترتیب ساخته شده ابتدا به یک مدار **تنظیم کننده ولتاژ** اعمال می‌شود و سپس مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدار که اغلب با نام **مدار رگولاتور ولتاژ** خوانده می‌شود، قادر است نوسانات روی ولتاژ را حذف کرده و همچنین ولتاژی ثابت در خروجی خود تولید کند که مستقل از جریان مصرفی باشد.

مدار رگلاتور را می‌توان توسط قطعات نیمه هادی نظیر دیود زener، ترانزیستور و ... ساخت. هر چند که امروزه این مدار به صورت فشرده در غالب IC نیز ساخته می‌شود و استفاده از این دسته از ICها در قسمت





منبع تغذیه مدارات الکترونیکی و شارژرها و ... متداول است .

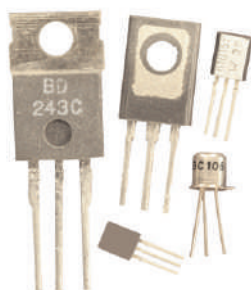


آی سی رگولاتور چیست؟

آی سی رگولاتور شامل ترانزیستور و دیود زنر است که در یک بدنه جاسازی شده و وظیفه تنظیم ولتاژ و جریان را در مدار بر عهده دارند. در قسمت نقشه‌های گوشی‌ها می‌توانید انواع این رگولاتور را مشاهده نمایید.

ترانزیستور : Transistor

ترانزیستورها در ابتدای دهه ۱۹۵۰ جایگزین لامپ‌های خلاء شدند. بعد از اختراع ترانزیستور علم الکترونیک تولد نوینی یافت و به سرعت شروع به پیشرفت و تکامل کرد. به دلایل زیر ترانزیستور لامپ خلاء را از دور خارج کرد.



مزیت‌های ترانزیستور بر لامپ خلاء :

- ۱- کوچکتر بودن و داشتن عمر طولانی ، ۲- توان تلفاتی کمتر ، ۳- سرعت قطع و وصل بالا ، ۴- هزینه اقتصادی کمتر ، ۵- تغذیه راحت تر
- پیشرفت های مدارات ترانزیستوری به طور عمده به گزینه های ۱ و ۳ تکیه داشتند. چرا که جک ایلی در سال ۱۹۵۸ توانست اولین مدار ترانزیستوری را بر روی یک مدار مجتمع (IC) اجرا کند. امروزه تراشه‌های مورد استفاده در سیستم‌های قابل حمل و نقل نظیر تلفن همراه بیش از دهها میلیون ترانزیستور در خود جای داده اند. سرعت بالای ترانزیستور منجر به ساخت مداراتی در دهه‌های اخیر شد که می توانند در کسری از زمان هزاران عمل محاسباتی و پردازش اطلاعات صوت و تصویر را انجام دهند. با توجه به توان تلفاتی کم و جریان مصرفی ناچیز ، می‌توان مدارات ترانزیستوری را توسط باتری تا مدتها تغذیه نمود که با این روش سیستم قابلیت حمل و نقل می یابد.

حال تصور کنید که در این عالم خاکی چند نفر در حال استفاده از اینترنت ، سرویس تلفن همراه ، ماهواره ، کامپیوتر ، تلویزیون ، رادیو و ... هستند و محاسبه کنید که چند ترانزیستور در خدمت انسان ها قرار گرفته و مشغول به کار هستند.

هر چند ترانزیستور در یک تراشه فضایی کمتر از چند میکرون اشغال می کند اما راجع به فیزیک آن و مداراتی که توسط آن می توان طرح کرد چند صد کتاب نوشته شده است . پس در این زمان اندک مجال بررسی عمیق و علمی آن وجود نداشته و مطالب گفته شده صرفاً جنبه معرفی و آشنایی خواهند داشت.





مثلاً برای اینکه ترانزیستور روشن شود باید $V_{BE} > 0.7V$ باشد. یا مثلاً $I_E = I_C + I_B$

ضریب تقویت جریان ترانزیستور :

کل تقویت ترانزیستور بر پایه تقویت جریان آن بنا شده است. یک رابطه بسیار مهم در ترانزیستور ، ارتباط

$$I_C = \beta I_B \quad \text{بین جریان بیس و کلکتور می باشد:}$$

β ضریب تقویت جریان ترانزیستور و عددی ثابت می باشد که در ترانزیستورهای مختلف متفاوت است و معمولاً مقداری بین 20 تا 400 دارد. β را هم چنین با h_{FE} نمایش می دهند.

تغذیه مورد نیاز ترانزیستور معمولاً توسط چند مقاومت از یک منبع ولتاژ DC تأمین می گردد که به آنها مقاومت های بایاس می گویند.

تذکر : ترانزیستور مورد بحث به طور ذاتی تقویت کننده جریان است و معمولاً آنرا با نام Bjt می شناسند.

نحوه تست ترانزیستور و یافتن پایه های آن :

چون تست دیود بسیار ساده و راحت است ، برای تست ترانزیستور از مدار معادل دیودی آن استفاده می کنیم. پس مالتی متر را روی رنج تست دیود قرار می دهیم. ابتدا با روش صحیح و خطا پایه بیس را می یابیم.

پایه بیس پایه ای است که نسبت به دو پایه دیگر مشترک بوده و راه می دهد. از بین دو پایه دیگر ، پایه ای که مقاومت بیشتری نسبت به بیس نشان می دهد امیتر و پایه ای که مقاومت کمتری نشان می دهد کلکتور می باشد. هم چنین با توجه به مدار معادل دیودی ترانزیستور ، اگر در هنگام تست سیم قرمز روی بیس باشد ، ترانزیستور منفی و چنانچه سیم مشکی روی بیس باشد ، ترانزیستور از نوع مثبت (pnp) می باشد.

زوج دارلینگتون : Darlington Pair

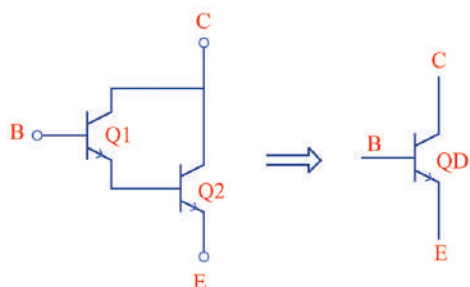
یک روش ترکیب دو ترانزیستور که جهت افزایش ضریب تقویت جریان (بتا) استفاده می شود ، زوج دارلینگتون می باشد.

بهره جریان این ترکیب (β_D) حاصل ضرب بهره های جریان دو ترانزیستور است .

$$\beta_D = \beta_1 \cdot \beta_2$$

به عبارتی در ترکیب دارلینگتون یک ترانزیستور به وجود

می آید که دارای بتای زیاد و در حدود چند هزار می باشد. از آنجایی که استفاده از این ترکیب متداول است ، ترانزیستورهای دارلینگتون به صورت بسته های واحد ساخته می شوند. فقط توجه داشته باشید که برای ترانزیستور دارلینگتون همان سمبل ترانزیستور معمولی استفاده می شود.



آرایش های ترانزیستوری :

در ترانزیستور همیشه سیگنال ورودی به دو پایه از سه پایه آن داده می شود و سیگنال خروجی نیز از دو پایه دیگر آن گرفته می شود. بنابر این همواره یک پایه بین ورودی و خروجی مشترک می باشد.

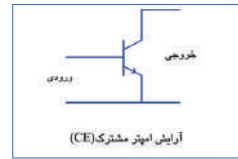




نام آرایش با توجه به پایه مشترک انتخاب می‌شود. سه آرایش ممکن در زیر به اختصار تشریح شده‌اند.

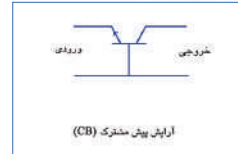
۱- آرایش امیتر مشترک :

در این آرایش پایه امیتر بین ورودی و خروجی مشترک می‌باشد.
در شکل این آرایش را بدون ترسیم سایر قطعات مداری مشاهده می‌کنید.



۲- آرایش بیس مشترک :

در این آرایش پایه بیس به عنوان پایه مشترک و مبنا برگزیده می‌شود.
شکل این آرایش را به طور خلاصه نشان می‌دهد.



۳- آرایش کلکتور مشترک :

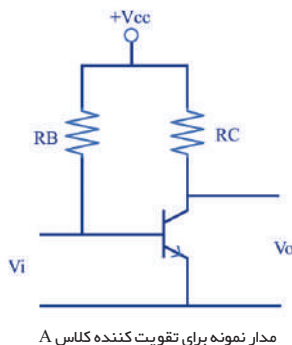
در این آرایش کلکتور بین ورودی و خروجی مشترک می‌باشد.
شکل این آرایش را به طور خلاصه نشان می‌دهد.



لازم به ذکر است هرکدام از آرایش‌های مذکور دارای ویژگی‌های منحصری هستند و مشخصه الکتریکی این مدارات و پاسخ آنها به سیگنال ورودی و ضریب تقویت و... با یکدیگر تفاوت دارد.

کلاس تقویت کنندگی مدارات ترانزیستوری :

این که چه قسمتی از سیگنال ورودی توسط مدار مورد تقویت قرار می‌گیرد و مدار در چه قسمتی از یک سیگنال در سیگنال فعال می‌شود و شروع به تقویت می‌کند را کلاس تقویت کننده مشخص می‌کند. در بحث تقویت کننده‌های آنالوگ 4 کلاس متفاوت زیر مورد استفاده دارند.



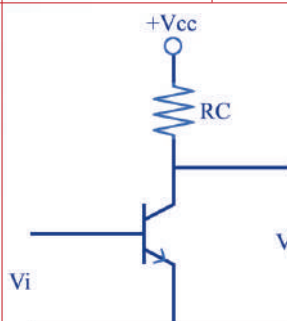
۱- کلاس A :

در این تقویت کننده نقطه کار ترانزیستور (بایاس Dc) به گونه ای انتخاب می‌شود که هیچ قسمتی از سیگنال (نیم سیکل مثبت یا منفی) حذف نشود و هر دو قسمت به یک اندازه تقویت شوند. شکل روبرو یک تقویت کننده امیتر مشترک را در کلاس A نشان می‌دهد.

۲- کلاس B :

مداری که در کلاس B کار می‌کند، سیگنال را تنها از یک طرف تقویت خواهد کرد. همچنین چون بیس ترانزیستور از لحاظ Dc تغذیه نمی‌شود قسمت کمی از سیگنال ورودی در همان نیم سیکل عبوری حذف می‌شود.



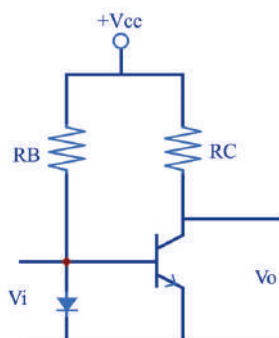


مدار نمونه برای تقویت کننده کلاس B

(چون خود سیگنال ورودی باید ترانزیستور را روشن کند و به اندازه 0.7V در سیگنال اعوجاج به وجود می آید) بدیهی است برای اینکه تقویت کننده در این کلاس عملکرد کاملی داشته باشد نیاز به دو مدار یکی برای نیم سیکل مثبت و دیگری برای نیم سیکل منفی داریم (اتصال پوش پول). در شکل روبرو یک تقویت کننده نمونه امیتر مشترک را در کلاس B نشان می دهد.

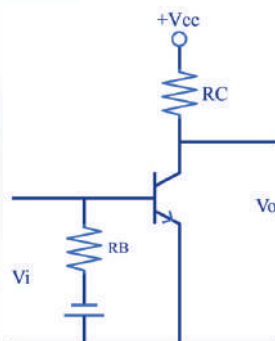
۳- کلاس AB :

این دسته از تقویت کننده ها نیز فقط قسمتی از سیکل های مثبت و منفی را تقویت میکنند. تفاوت این کلاس با کلاس B در آنست که این تقویت کننده را حدود 0.7V تغذیه DC می کنند تا سیگنال به محض ورود تقویت شود. در این حالت تقریباً تمام نیم سیکل مثبت یا منفی تقویت می شود. یک نمونه از این تقویت کننده ها را در آرایش امیتر مشترک در روبرو مشاهده می کنید.



مدار نمونه برای تقویت کننده کلاس AB

۴- کلاس C :

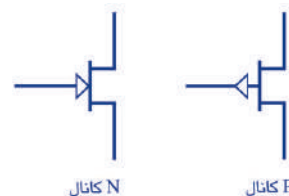


مدار نمونه برای تقویت کننده کلاس C

این تقویت کننده فقط قسمت کمی از یک نیم سیکل را تقویت می کند. در اینجا بیس به صورت منفی بایاس می شود و قسمت عمده سیگنال ورودی صرف غلبه بر این ولتاژ منفی و روشن کردن ترانزیستور می شود. این کلاس برای تقویت سیگنال های در یک فرکانس ثابت و در مدارهای مخابراتی کاربرد دارد. یک مدار نمونه امیتر مشترک که در کلاس C بایاس شده در روبرو آورده شده است.

(Field Effect Transistor):FET

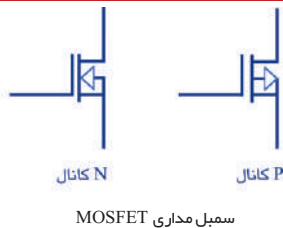
نوعی دیگر از ترانزیستور است که اصطلاحاً به آن ترانزیستور قطبی با اثر میدان گویند. بحث در مورد ساختمان داخلی و فیزیک ترانزیستور FET جزء سرفصل های این کتاب نمی باشد. لذا جهت آشنایی بیشتر با این ترانزیستور می توانید از کتاب های الکترونیکی در این مورد استفاده نمایید. ترانزیستور FET دارای سه پایه به نام های گیت، درین و سورس می باشد و در دو نوع N کانال و P کانال ساخته می شود. به دلیل اینکه FET ها دارای حجم پایین تری نسبت به ترانزیستورهای معمولی هستند، لذا کاربرد بیشتری در ساخت مدار مجتمع دارند و کمتر به صورت مجزا و منفرد در مدارات (خصوصاً گوشی های موبایل) مورد استفاده قرار می گیرند.



سمبل مداری FET

جهت شناسایی این دسته از ترانزیستورها در نقشه های موبایل، به سمبل های مداری آنها در شکل دقت کنید.





ترانزیستور MOSFET :

نوعی دیگر از ترانزیستور FET کانال و N کانال در مدارها دیده می‌شوند. در نقشه‌های موبایل، سمبل‌های مداری آنها به شکل روبرو می‌باشد. از کاربردهای این ترانزیستور در گوشی‌های موبایل می‌توان به عنوان نمونه به گوشی سامسونگ D500 اشاره نمود. که ترانزیستور MOSFET به عنوان سوئیچ برای زمانی که شارژر USB به گوشی اتصال پیدا می‌کند و ولتاژ 5+ ولت از طریق این سوئیچ به ورودی IC Charge خواهد رسید، کاربرد دارد.

مدار مجتمع (IC) Integrated Circuit :

IC یا مدار مجتمع عبارت است از مدار الکترونیکی کاملی که به صورت مجتمع و فشرده در تراشه‌های نیمه هادی گردآوری شده و در قالب (معمولاً پلاستیک یا سرامیک) چند پایه قرار گرفته باشد. IC در حقیقت تعداد زیادی مقاومت، خازن، دیود و ترانزیستور می‌باشد که در حجم بسیار کوچک و با مهارت و تکنیک خاصی جاسازی و ساخته شده است. به همین علت به این قطعه "مدار مجتمع" گفته می‌شود. از مهمترین مزایای آی‌سی‌ها علاوه بر کاربرد وسیع آنها، می‌توان به قابلیت اطمینان عملکرد بیشتر، هزینه کمتر و اشغال فضای کمتر اشاره کرد. از معایب آنها می‌توان انعطاف پذیری کمتر و محدودیت‌های موجود در عملکرد آن را ذکر نمود. از جمله، محدودیت‌های عملکرد در مدارهای زیر:

۱. مدارهایی که با جریان‌های زیاد کار می‌کنند (مثلاً تثبیت‌کننده‌های با جریان بالا).
۲. مدارهایی که با ولتاژهای زیاد کار می‌کنند (مثلاً تثبیت‌کننده‌های با ولتاژ بالا).
۳. مدارهایی که با توان (قدرت) زیاد کار می‌کنند (مثلاً تقویت‌کننده‌های با قدرت بالا).
۴. مدارهایی که با سیگنال‌های بسیار کوچک کار می‌کنند (زیرا مدارهای مجتمع ذاتاً «نویز» زیادی به همراه دارند).

انواع IC ها از نظر عملکرد:

برای دستیابی به عملکرد صحیح IC ها، باید اتصالات و ولتاژ تغذیه ورودی، خروجی و شبکه‌های داخلی آن به طرز صحیحی برقرار باشد. از نظر عملکرد IC ها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف. IC آنالوگی (خطی) یا عقربه ای .

ب. IC دیجیتال (رقمی)

IC آنالوگ:

IC هایی هستند که به صورت خطی عمل می‌کنند و در مدارهایی مانند مدارهای پردازش‌کننده سیگنال، پیش‌تقویت‌کننده، تقویت‌کننده قدرت، نوسان‌سازها و غیره به میزان زیادی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ولتاژ خروجی مدارهای خطی با دامنه سیگنال ورودی رابطه مستقیم دارد. (اگر ولتاژ ورودی کم یا زیاد شود بلافاصله ولتاژ خروجی هم کم یا زیاد خواهد شد). این ولتاژ می‌تواند بین یک ولتاژ حد اقل (مثلاً صفر (0)) و ولتاژی به عنوان حد اکثر مقدار (مثلاً ولتاژ منبع تغذیه) تغییر کند.





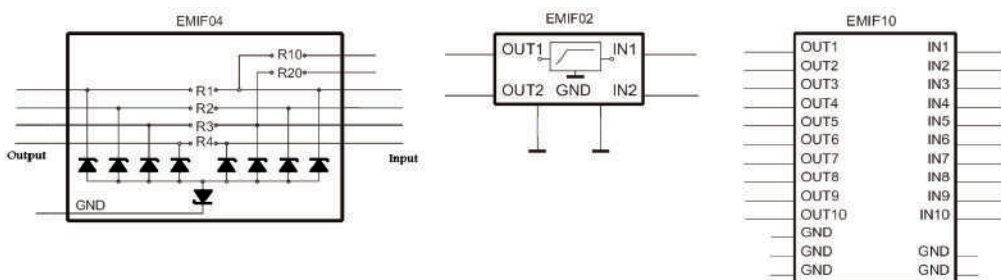
به عبارت دیگر این کار مشابه عقربه ساعت یا ولوم پیچی رادیو یا عقربه ترازو که مقدار آن به تدریج تغییر می کند و حرکت در آن به صورت پیوسته است، انجام می گیرد.

IC دیجیتال (رقمی):

ICهای دیجیتالی در مدارهای منطقی و کامپیوترها برای کاربردهای مختلف همراه با سیگنالهای دیجیتالی مورد استفاده قرار می گیرد. ICهای دیجیتالی نسبت به دامنه دقیق سیگنالهای ورودی توجهی ندارند؛ و فقط می توانند ولتاژ سیگنال ورودی را به صورت ولتاژ پایین یا ولتاژ بالا در نظر بگیرد. به عبارت دیگر سیگنال دیجیتالی یا صفر (0) یا عدد یک (1) منطقی هستند که عدد یک معرف وجود ولتاژ (ولتاژ بالا) و صفر، قطع ولتاژ (ولتاژ پایین) می باشد. معمولاً در مدارهای الکترونیکی دیجیتالی مانند ساعت های دیجیتالی یا ترازوهای دیجیتالی کمیت مورد نظر مثلاً مقدار وزن به جای عقربه با عدد (رقمی) نشان داده می شود. مثال های بسیار زیادی می توان برای IC دیجیتال آورد. مثلاً CPU یا میکروپروسسور که هر لحظه بر روی تعداد زیادی از رشته های 0 و 1 کار می کند و اطلاعات مورد پردازش آن سیگنالها دو مقدار هستند و با دنیای اطراف خود و با وسایل ورودی و خروجی متنوع نظیر کیبورد، LCD و... با زبان 0 و 1 ارتباط برقرار می کند. یا مثلاً حافظه های الکترونیکی نظیر Ram و Rom که جهت حفظ اطلاعات به فرم دو مقداری به کار می روند و کلیه عملکرد آنها بر پایه سیگنالهای دودویی پایه گذاری شده است.

اثر تداخل الکترو مغناطیسی (EMI) : Electromagnetic Interference

یکی از عوامل ایجاد اغتشاش یا پارازیت در سیستم های مخابراتی و دیجیتالی تداخل الکترومغناطیسی یا EMI می باشد. هر گاه از دو هادی که در مجاورت یکدیگر قرار گرفته اند جریان عبور کند، پدیده القای متقابل صورت گرفته و هر کدام بر دیگری نیرو وارد می کنند. تداخل EMI ناشی از این خاصیت ذاتی هادی ها می باشد. هر چه فاصله نوارهای مسی نزدیک تر باشند (نظیر برد موبایل) نیروی القایی بیشتر می باشد. شدت اثر تداخل در فرکانس های پایین قابل اغماض می باشد، اما نمی توان از اثرات آن در فرکانس های بالا به راحتی گذشت. قرار دادن خط منفی (GND) در کنار هر سیگنال، تا حدود زیادی آن سیگنال را در برابر EMI حفاظت می کند. تداخل EMI منجر به ایجاد جریان های گذرا و از دست رفتن یا مورد تاثیر قرار گرفتن اطلاعات مورد پردازش توسط مدار میشود و در نتیجه اطلاعات صحت خود را از دست می دهند. برای مقابله با این پدیده در گوشی های تلفن همراه از فیلترهای حذف EMI استفاده می کنند. غالب این فیلترها به صورت IC یا مدار مجتمع در تلفن همراه دیده میشوند. در زیر سه نمونه فیلتر EMI که در اغلب گوشی ها مورد استفاده هستند و هر کدام میتوانند تعدادی خط را از اثر EMI محافظت کنند دیده میشوند.



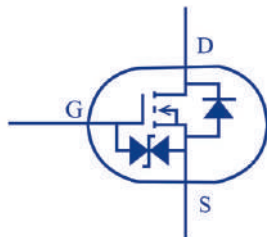


اثر تخلیه الکترواستاتیک (ESD) : Electrostatic Discharge

یک ترانزیستور ماسفت یا IC شامل ماسفت بر روی میز است. آنرا بر می دارید و در جای خود روی برد قرار می دهید. گوشی را روشن می کنید. اما به درستی کار نمی کند. شما ترانزیستور یا IC را از بین برده اید. قبل از برداشتن IC باید دستتان را به یک هادی یا فلز می زدید تا بار الکترواستاتیک بدنتان که در زمستان به هزاران ولت میرسد تخلیه می شد. یک جرقه پر انرژی می تواند به تمام عناصر نیمه هادی آسیب بزند. ولی عناصر مبتنی بر ترانزیستور ماسفت بیشتر در معرض آسیب هستند.

تخلیه الکترواستاتیک در الکترونیک یک مسئله جدی است. (خصوصاً برای قطعات ریز و فشرده و گران قیمت موبایل) ترانزیستورها و ICهای حساس را باید در پاکت های ابرهای غیرهادی جابجا کرد. بهتر است سر هویه، میزکار و بقیه ابزارها را با سیم به زمین وصل

کرد.



سمبل یک ماسفت حفاظت شده از ESD

در داخل قطعات امروزی شبکه ای از مقاومت و دیود زنر قرار می دهند که این احتمال آسیب دیدن را بسیار کم می کند. سمبل یک ترانزیستور ماسفت محافظت شده که در گوشی های نوکیا و غیره کاربرد دارد همانند روبرو می باشد. سازندگان موبایل توصیه می کنند که کلیه اعمال اعم از باز و بسته کردن درب گوشی و تعویض قطعات در یک محیط حفاظت

شده از ESD (EPA : ESD Protected Area) انجام گیرد. در گوشی های تلفن همراه قطعاتی مانند دیود معمولی، دیود زنر، VDR و فیلترهای ESD که اغلب به شکل مدار مجتمع (IC) ساخته می شوند جهت حفاظت قطعات حساس در مقابل ESD مورد استفاده قرار می گیرند.

سیستم های آنالوگ و دیجیتال (قیاسی و رقمی)

در یک دسته بندی اساسی می توان سیستم های الکترونیکی را به دو دسته آنالوگ و دیجیتال تقسیم کرد. اطلاعات در سیستم آنالوگ پیوسته و چند مقداری هستند در حالیکه اطلاعاتی که باید توسط یک مدار دیجیتال پردازش شود، گسسته و دو مقداری باشد.

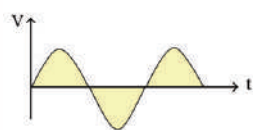
در هر دو سیستم اطلاعات در مدارات به صورت سیگنال های فیزیکی ساخته می شوند که نمایش اطلاعات توسط ولتاژ و جریان، خصوصاً ولتاژ معمول ترین هستند. در یک سیستم آنالوگ ممکن است از سیگنال با هر شکلی استفاده شود. مثلاً سیگنال برق شهر یک سیگنال پیوسته بوده و در طول زمان هر مقداری را

نمودهای از ESD در گوشی (19 نوکیا) جهت حفاظت CPU در برابر الکتریسته ساکن و جلوگیری از تاثیر فوئر بر مسیر مربوط به LCD را نمایش داده شده است.

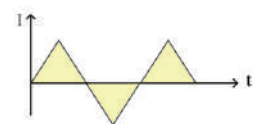




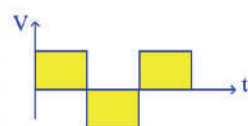
ممکن است دارا باشد. این سیگنال رفتاری شبیه به رفتار تابع $\sin$ در ریاضیات داشته به همین دلیل سیگنال سینوسی خوانده می‌شود. سیگنالهای معروف دیگری نیز نظیر شکل موج مثلثی و نمایی و ... در مدارات آنالوگ مورد استفاده هستند.



در شکل روبرو دو سیگنال پیوسته که یکی معرف ولتاژ سینوسی و دیگری جریان مثلثی می‌باشد مشاهده می‌کنید.



سیگنال‌ها در سیستم‌های رقمی یا دیجیتال تنها دارای دو مقدار بوده و از این رو دودویی خوانده می‌شوند. یک مدار دیجیتال تنها دارای دو حالت مجزای صفر و یک می‌باشد و از این رو قابلیت اعتماد بالایی دارد. سیگنالی که در سیستم دیجیتال مورد استفاده قرار می‌گیرد دارای شکل موج مربعی می‌باشد.



اصول سیستم‌های دیجیتال

سیستم‌های دیجیتال بر روی اطلاعات گسسته که به شکل دودویی نمایش داده می‌شوند کار می‌کنند. بالطبع این سیستم‌ها از سیستم عدد دودویی برای نمایش اطلاعات استفاده می‌کنند. هم چنین دیگر عملگرهای ریاضی و حسابی در سیستم عدد دودویی تعریف نشده‌اند. بلکه عملگرهای منطقی در آنها عملیات حسابی و غیره را انجام می‌دهد. یک آشنایی مختصر درباره سیستم اعداد ضروری به نظر می‌رسد.

سیستم اعداد

۱- دسیمال (دهدهی) Decimal

همان سیستمی که به نوعی بشر در آغاز پیدایش از آن استفاده می‌کرده است. در این سیستم ده عدد (0-9) تعریف شده است.

به مثال روبرو و ارزش مکانی هر رقم توجه کنید: $(7392)_{10} = 7 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 2 \times 10^0$ به عبارتی ارزش هر ضریب مضربی از ده یا 10^n می‌باشد.

۲- سیستم دودویی Binary

در این سیستم تنها از دو عدد صفر و یک برای نمایش اطلاعات، اعداد، ارقام و انجام محاسبات میان آنها استفاده می‌گردد. به چند تعریف زیر در مورد اعداد دودویی توجه کنید.

بیت Bit: کوچکترین جزء یک عدد دودویی که می‌تواند شامل صفر و یک باشد bit خوانده می‌شود. **بایت Byte:** چون بیت جزء کوچکی است، بیت‌ها را بصورت دسته‌های ۸ بیتی در می‌آورند که به آنها بایت اطلاق می‌شود. همچنین دسته ۱۶ بیتی و ۳۲ بیتی و ... تعریف شده‌اند.

تذکر: در سیستم دودویی نیز همان پیشوند‌های قبلی نظیر K (کیلو) و M (مگا) کار برد دارند. منتها چون ارزش هر مکان مضربی از دو می‌باشد و $2^{10} = 1024$ در نتیجه:

$$1 \text{ Kbyte} = 1024 \text{ byte}$$

$$1 \text{ Mbyte} = 1024 \text{ kbyte}$$





مثال ۱ : مقدار اطلاعاتی را که به صورت بیتی در یک Cd با ظرفیت 700Mb قابل ذخیره سازی است محاسبه کنید .

$$n = 700 \times 1024 \times 1024 \times 8 = 5872025600 \text{ bit}$$

حل:

مثال ۲ : وقتی کلید E روی صفحه کلید فشرده می شود، کد دودویی 1000101 توسط صفحه کلید به Mainboard جهت پردازش فرستاده می شود، این کد معادل چه عددی در سیستم دهدهی است ؟

$$E = (1000101)_2 = (?)_{10}$$

حل:

می دانیم ارزش هر مکان 2^n به ازای ... و 1 و 0 $n = 0$

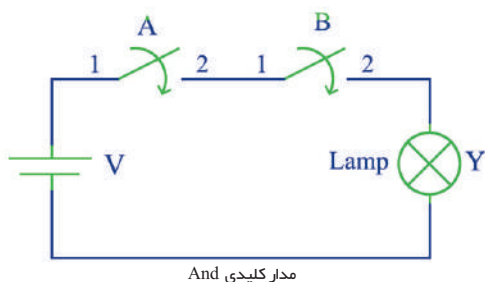
$$E = 1 \times 2^0 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^6 = (69)_{10}$$

عناصر مداری دیجیتال

همان طور که گفته شد در مدارات دیجیتال هر سیگنال نشان دهنده یک متغیر بوده و یک بیت را حمل می کند .

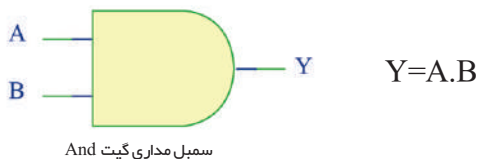
برای پردازش این گونه سیگنال ها و تجزیه و تحلیل آنها دیگر عناصر مدارهای آنالوگ مستقیماً کاربرد نداشته بلکه از عناصر جدیدی به نام گیت (دروازه: Gate) استفاده می شود . گیت ها بلوک های سخت افزاری منطقی بوده که به ازای یک یا چند ورودی دارای یک خروجی هستند . این عناصر به همراه سمبل و عملکردی که اجرا می کنند در زیر نمایش یافته اند. قابل ذکر است در مجموع 8 گیت داریم و تمامی مدارهای دیجیتال نظیر ساعت ها، تایمرها، شمارنده ها، حافظه ها و ... توسط همین 8 گیت ساخته می شوند .

۱) گیت And



اگر باز بودن کلید و خاموش بودن لامپ را به عنوان صفر منطقی در نظر بگیریم و بسته بودن کلید و روشن بودن لامپ را به عنوان یک در نظر بگیریم، آنگاه لامپ زمانی روشن می شود که کلیدهای S1 و S2 (And S2) بسته باشند .

عملکرد And را یک عنصر مداری دیجیتال به نام گیت And به صورت الکترونیکی اجرا می کند .



(بخوانید y برابر است با A ، And ، B)

اغلب اوقات در مدارات دیجیتال یک جدول به نام جدول درستی ارتباط خروجی با ورودی های مدار را نشان می دهد.





این جدول برای گیت And به قرار زیر است :

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

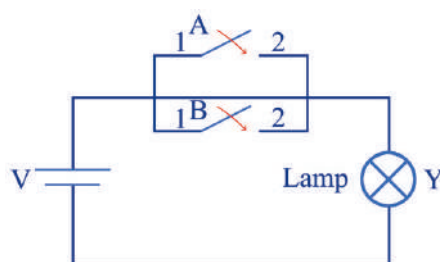
پس گیت And زمانی دارای خروجی یک است که تمام ورودی‌های آن در سطح منطقی یک باشند.

گیت OR (۲)

برای اینکه خروجی گیت OR یک باشد، باید حداقل یکی از ورودی‌های آن یک باشد. به همین دلیل به آن گیت "یا" گفته می‌شود. در زیر مدار کلیدی، سمبل مداری و جدول صحت گیت OR را ملاحظه می‌کنید. معادله خروجی این گیت $Y=A+B$ (A یا B)

جدول صحت OR

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



سمبل مداری گیت OR

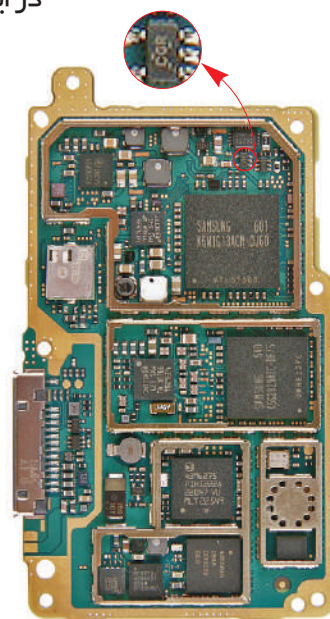
مثال : IC ای با نام D8720 در گوشی نوکیا N93: پایه‌های 3 و 5 تغذیه آی سی را فراهم می‌کنند. پایه‌های 1 و 2 ورودی‌ها و پایه 4 خروجی گیت می‌باشد.

در این گوشی ورودی A به یکی از پایه‌های CPU که در این گوشی OMAP است متصل است.

ورودی دیگر گیت نیز از دکمه عکس فرمان خود را می‌گیرد. خروجی گیت نیز به آی سی راه انداز Flash Led می‌رود.

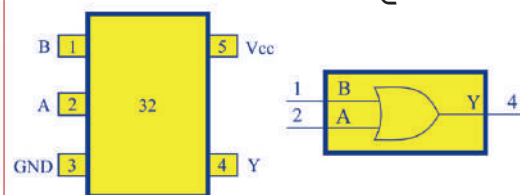
طرز کار مدار به این صورت است که چنانچه دکمه عکس فشرده شود (دستی) یا از CPU فرمان برسد حداقل یکی از ورودی‌های گیت OR فعال شده و خروجی آن نیز فعال (یک) می‌شود. بدین ترتیب فرمان لازم به آی سی راه انداز Flash Led رسیده و فلاش دوربین عکاسی عمل می‌کند.

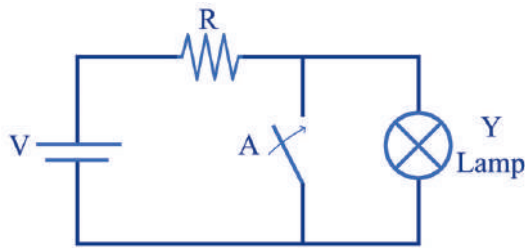
پس چون نیاز بود که یک وسیله از دو نقطه و با منطق OR (یا) کنترل شود از یک گیت OR استفاده شده است. دقت کنید که این گیت در نقشه شماتیک گوشی نوکیا با یک سمبل مستطیلی دیده می‌شود که نوع دیگری



از سمبل مربوط به گیت‌ها می‌باشد.

ما این سمبل‌ها را نیز در انتهای این بخش گرد آورده ایم.





گیت (۳) Not

خروجی این گیت عکس ورودی آنرا دنبال می کند .
به عبارتی سیگنال دودویی بعد از ورود به این گیت
معکوس می شود .

در روبرو مدار کلیدی ، سمبل مداری و جدول
صحت گیت Not را ملاحظه می کنید . همانطور که از
مدار کلیدی مشخص است چنانچه کلید بسته شود
(ورودی یک شود) لامپ خاموش می شود (خروجی
صفر می شود) .

مثال :

برای مدار دیجیتالی ساده روبرو شکل ولتاژ نقاط X و Y را رسم
کنید . در صورتی که ورودی های A و B دارای سیگنالی به صورت
داده شده باشند :

حل : می دانیم که : $X=AB$, $Y=(AB)$

با توجه به این دو معادله و در نظر گرفتن ورودی ها در هر لحظه
خروجی ها مطابق شکل روبرو رسم می شوند .

گیت هایی که تا کنون بررسی شدند گیت های پایه مدارات
دیجیتال هستند ، از ترکیب این گیت ها ، پنج گیت دیگر قابل
ساخت اند . این گیت ها ، گیت های ترکیبی خوانده می شوند .

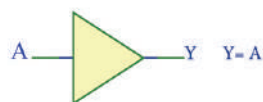
گیت (۴) yes (Buffer)

در صورتی که در خروجی گیت Not یک گیت Not دیگر قرار دهیم گیتی
جدید به نام Buffer به وجود می آید .

این گیت در سطح ولتاژ ورودی تاثیری نمی گذارد ، بلکه به ازای جریان
ورودی ناچیز می تواند در خروجی خود مصرف کننده های بیشتری را راه اندازی
کند ، یعنی تقویت کننده جریان است . این گیت می تواند در خروجی خود
بارهای مستقیمی مانند لامپ ، بازر ، بلندگو و LED را راه اندازی کند .
سمبل مداری و جدول درستی آن در روبرو نشان داده شده است .

جدول درستی گیت Yes

A	Y
0	1
1	0



سمبل مداری گیت Yes

گیت (۵) Nand (Not And)

در صورتیکه مطابق شکل زیر در خروجی گیت And یک گیت Not قرار دهیم گیتی جدید به نام
Nand به وجود می آید .



سمبل مداری Nand

مدار معادل Nand

$$Y = \overline{(A.B)}$$

الکترونیک

۵۸





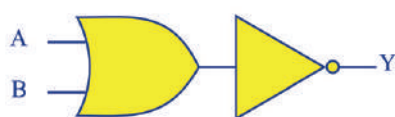
قابل ذکر است Nand یک گیت عمومی یا Universal گفته می‌شود. زیرا توسط آن سایر گیت‌ها قابل ساخت می‌باشند. این گیت نسبت به سایر گیت‌ها کاربرد عمومی بیشتری دارد.

جدول صحت گیت Nand

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

۶ گیت NOR (Not OR)

این گیت از ترکیب دو گیت OR و Not به وجود آمده است. پس عملکرد این گیت عکس عملکرد گیت OR است.



مدار معادل NOR



$$Y = \overline{A+B}$$

سمبل مداری گیت NOR

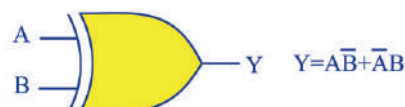
جدول صحت گیت NOR

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

۷ گیت X.OR (Exclusive Or) (OR انحصاری)

این گیت عملکردی شبیه یک مقایسه کننده دارد و تابعی فرد را اجرا می‌کند. به عبارتی اگر تعداد یک‌ها در ورودی این گیت فرد باشد خروجی آن یک خواهد بود.

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



سمبل مداری گیت X.OR

۸ گیت X.NOR (NOR انحصاری)

این گیت معکوس شده گیت X.OR می‌باشد. این گیت تابعی زوج بوده و در صورت زوج بودن یک‌های ورودی دارای خروجی یک می‌شود.

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



$$Y = \overline{A \oplus B} = AB + \bar{A}\bar{B}$$

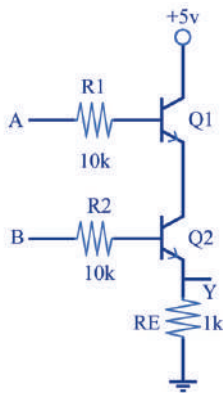
سمبل مداری گیت X.NOR



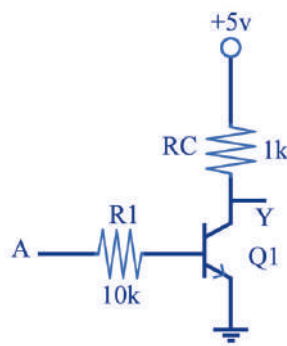


در پایان ذکر چند نکته در مورد گیت ها ضروری به نظر می رسد :

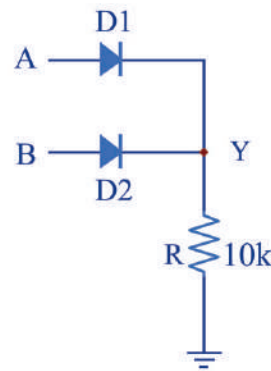
نکته ۱: گیت ها به طور داخلی از مقاومت ، دیود ، ترانزیستور و یا سایر قطعات الکترونیکی تشکیل شده اند. به عنوان مثال به مدارات زیر توجه کنید. مدارات داخل گیت های تجاری از این مدارات پیچیده تر بوده و در ساخت هر گیت از ۴ یا تعداد بیشتری ترانزیستور استفاده می گردد .



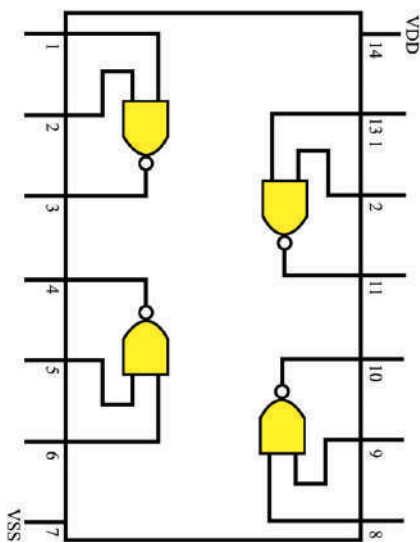
مدار ترانزیستوری گیت And



مدار ترانزیستوری گیت Not



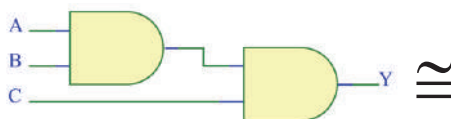
مدار دیودی گیت OR



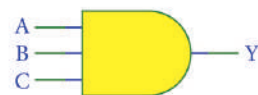
نکته ۲: گیت ها کمتر به صورت مدار غیر فشرده در دسترس هستند. اکثر گیت ها به صورت مدار مجتمع (IC) ساخته می شوند. با مراجعه به کاتالوگ IC و Data Sheet ها می توان گیت های به کار برده شده در هر IC را به دست آورد .

به عنوان مثال به ساختمان داخلی IC به شماره CD4011 توجه کنید. این IC شامل چهار عدد گیت Nand می باشد. پایه شماره ۱۴ (VDD) پایه مثبت تغذیه می باشد. سایر پایه ها ورودی و خروجی گیت ها هستند.

نکته ۳: به غیر از گیت های Yes و Not تعداد ورودی های سایر گیت ها قابل افزایش می باشد به عنوان مثال با سری بستن دو And یک گیت And سه ورودی مطابق شکل زیر ساخته می شود.



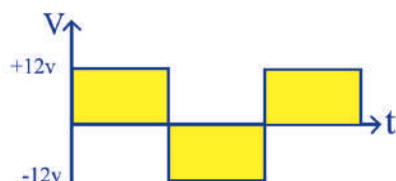
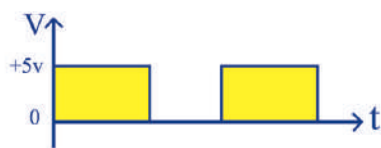
مدار معادل And سه ورودی



سمبل مداری گیت And سه ورودی

الکترونیک



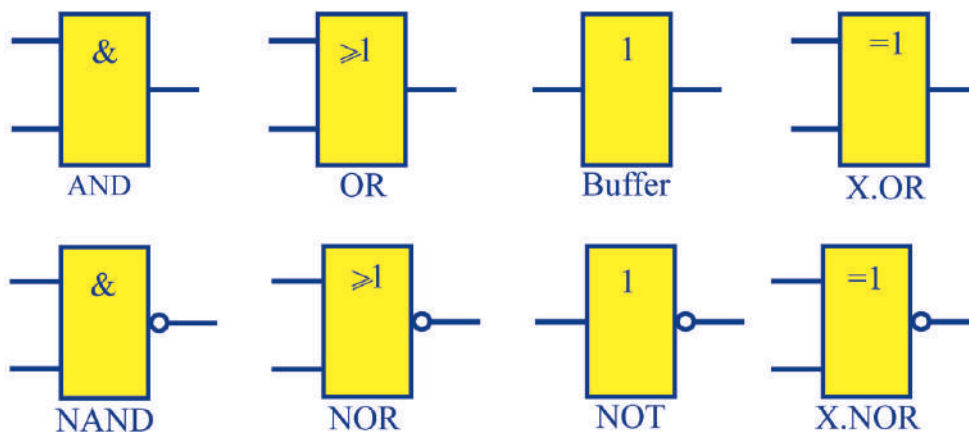


نکته ۴: 0 و 1 دو عدد دودویی بوده که در مدارات توسط ولتاژها معرفی می‌شوند. مثلاً ممکن است مداری 0 ولت را به عنوان صفر و 5V را به عنوان یک بشناسد و مداری 12V- و 12V+ را به عنوان صفر و یک بشناسد. اغلب ICهای دیجیتال از سطح استاندارد 0 و 5V جهت تبادل اطلاعات دودویی استفاده می‌کنند.

سمبل‌های گرافیکی مستطیلی گیت‌ها:

علاوه بر سمبل‌های گفته شده برای گیت‌ها، سمبل‌های دیگری نیز در استاندارد بین‌المللی برای آنها در نظر گرفته‌اند که هر سمبل معرف عملکرد هر گیت می‌باشد. به دلیل اینکه این سمبل‌ها را در بعضی از گوشی‌های تلفن همراه نظیر نوکیا و ... دیده‌ایم آنها را نیز در شکل زیر گرد آورده‌ایم تا در صورت مواجه با آنها بتوانید قطعه را تشخیص دهید.

مثلاً برای گیت OR سمبل بزرگتر یا مساوی را در نظر گرفته‌اند و این بیانگر این واقعیت است که برای یک شدن خروجی حداقل یک ورودی بالا (سطح 1) نیاز است. دقت کنید در شکل‌های زیر چهار گیت پایین در واقع با معکوس شدن چهار گیت بالا به دست می‌آیند و این توسط دایره کوچکی در انتهای گیت‌های پایینی مشخص شده است.



سمبل‌های گرافیکی مستطیلی گیت‌ها





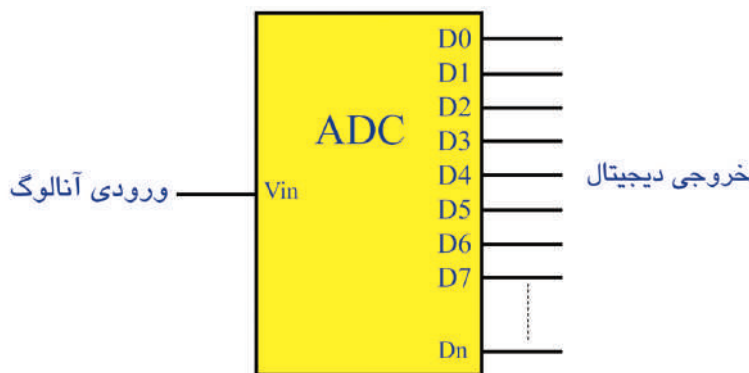
مبدل سیگنال آنالوگ به دیجیتال (ADC) : Analog To Digital Converter

به دلایلی که در زیر به چند نمونه از آنها اشاره می‌کنیم امروزه غالباً از مدارهای دیجیتال جهت پردازش سیگنال‌ها و اطلاعات استفاده می‌شود زیرا :

- ۱- ساخت آنها به صورت مدار مجتمع یا IC راحت‌تر از سیستم‌های آنالوگ می‌باشد. در نتیجه سیستم‌های دیجیتال **کم حجم تر و سبک تر** هستند .
- ۲- طراحی آنها راحت‌تر است .
- ۳- به دلیل استفاده از دو سطح ولتاژ عیب‌یابی از آنها راحت‌تر است .
- ۴- از نظر هزینه قطعات و مدارات ، ارزان‌تر هستند .
- ۵- عملکرد هوشمندانه‌تری به سیستم می‌دهند .
- ۶- برنامه پذیرتر هستند و قابلیت انعطاف بیشتری دارند .
- ۷- انتقال و تکثیر اطلاعات به فرم دیجیتال راحت‌تر می‌باشد .
- و ...

به همین دلایل در عصر کنونی پدیده دیجیتال ظهور کرد . اما به هر حال هیچگاه نمی‌توان سیستم‌ها و مدارات آنالوگ را از دور خارج کرد و این مسئله ناشی از این واقعیت است که تمامی سیگنال‌ها و کمیت‌ها و پدیده‌های فیزیکی ذاتاً آنالوگ هستند . صدا ، تصویر ، دما ، روشنایی ، رطوبت سرعت و ... سیگنال‌هایی هستند که ذاتاً پیوسته و آنالوگ می‌باشند و یک سیستم دیجیتال نمی‌تواند مستقیماً چنین اطلاعاتی را پردازش کند. از طرفی به دلایل ذکر شده در بالا نیاز داریم که جهت پردازش و ذخیره سازی این اطلاعات از مدارهای دیجیتال سود ببریم. بنابراین از همان آغاز پیدایش مدارهای دیجیتال، نیاز به سیستمی که بتواند سیگنال‌های آنالوگ را به دیجیتال تبدیل کند احساس می‌شد و این منجر به ساخت مداری به نام ADC شد که این تبدیل را انجام دهد .

ADC مداری است که دارای یک خط ورودی آنالوگ بوده و دارای تعدادی خط خروجی دیجیتال می‌باشد و روی این خطوط خروجی عدد باینری یا دودویی معادل مقدار آنالوگ ورودی را قرار می‌دهد . بلوک کلی یک چنین سیستمی همانند شکل زیر می‌باشد.



بلوک یک مبدل سیگنال آنالوگ به دیجیتال

هر چه تعداد بیت‌های خروجی بیشتر باشد ADC دارای دقت بالاتری می‌باشد. به این معنا که تغییرات کوچک ولتاژ را می‌توان اندازه گیری نمود .





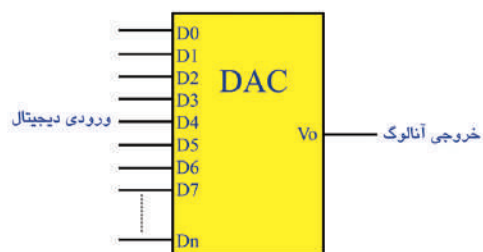
ADCهای 8، 10، 12 و 16 بیتی بسیار متداول هستند .

ADC دارای پین هایی برای تغذیه و همچنین پایه هایی برای کنترل عملکرد آن می باشد که از حوصله

این بحث خارج است .

مبدل سیگنال دیجیتال به آنالوگ (DAC) : Digital To Analog Converter

پس از پردازش اطلاعات به فرم دودویی چنانچه بخواهیم اطلاعات را در دنیای فیزیکی لمس کنیم (مثلا

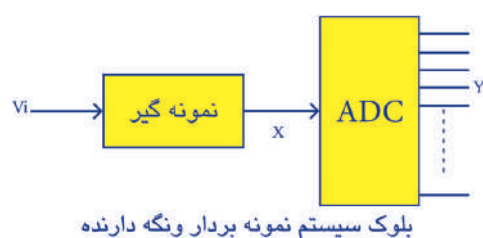


بلوک یک مبدل سیگنال دیجیتال به آنالوگ

صدای پردازش شده را بشنویم) باید مجدداً آن را به حالت اولیه یعنی سیگنال آنالوگ باز گردانیم . در غیر اینصورت اطلاعات هر چند با ارزش باشند ، اما مفهومی برای ما نخواهند داشت . سیستمی که جهت تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال به کار میرود DAC می باشد. این سیستم به صورت کلی همانند شکل روبرو می باشد.

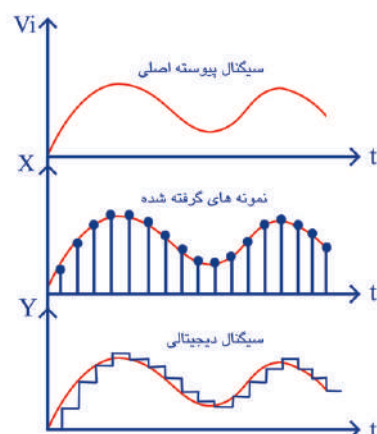
پردازش دیجیتالی سیگنال آنالوگ:

سیگنال آنالوگ یک سیگنال پیوسته بوده و دائم در حال تغییر می باشد . یک راه برای تبدیل سیگنال پیوسته آنالوگ به سیگنال گسسته دیجیتال این است که در فواصل یکسانی از سیگنال آنالوگ نمونه برداری کنیم . سپس با کنار هم قرار دادن این نمونه ها می توان سیگنال اصلی را تشکیل داد. تصاویر متحرک را ببینید. این تصاویر در واقع متشکل از دنباله ای از عکسهای مجزا هستند که در یک لحظه خاص



نمونه گرفته شده اند . اما وقتی ما این نمونه ها را پشت سرهم و با سرعت زیاد ببینیم ، تصویر را پیوسته احساس کرده و تفاوتی مابین نمونه ها و تصویر اصلی نمی بینیم . پردازش دیجیتال سیگنال نسبت به آنالوگ دارای انعطاف بیشتر بوده و غالباً ارجحیت دارد .

بلوک دیاگرام سیستمی که می تواند سیگنال گسسته (دیجیتالی) را از روی پیوسته (آنالوگ) تشکیل دهد همانند شکل روبرو می باشد.



مدار نمونه گیر همانند یک کلید می باشد که با سرعت ثابت و با فواصل زمانی یکسان باز و بسته می شود و نمونه های آنالوگ برداشته شده را به مبدل ADC جهت تبدیل به مقادیر دیجیتال میرساند . به عنوان مثال فرض کنید که ورودی V_{in} همانند شکل صفحه ۵۸ باشد ، ما نمونه های گرفته شده و سیگنال





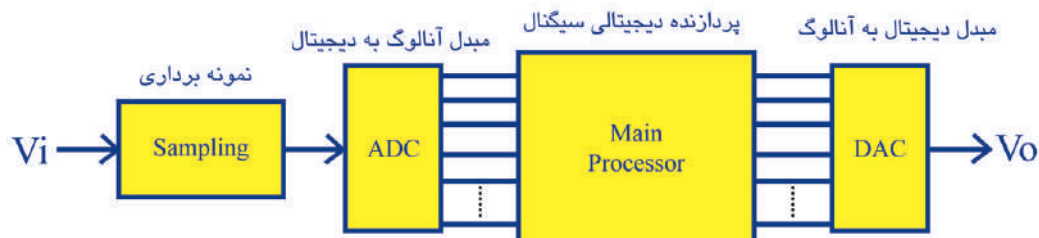
دیجیتال نهایی را زیر هم برای مقایسه رسم کرده ایم .

واضح است ما در این تبدیل ، اطلاعاتی را که مابین دو نمونه قرار دارند از دست می دهیم ، پس باید هر چه می توانیم نمونه های بیشتری برداریم . حال می توانیم از مدارات دیجیتال با تمام مزیت های آن سود جسته و سیگنال دیجیتالی را پردازش و ذخیره کنیم .

دقت کنید که سیگنال دیجیتال در خروجی باز هم دارای مقادیر متغیر می باشد . اما این حسن را دارد که می توان آنرا با رشته ای از صفر و یک ها نمایش داد و با مدارات دیجیتال سازگاری دارد . قابل ذکر است هرچه فرکانس سیگنال اصلی بیشتر باشد ، باید فرکانس نمونه برداری را بیشتر نمود . به طوری که همیشه فرکانس نمونه برداری دو برابر بیشترین فرکانس سیگنال ورودی باشد . در مطالب فوق منظور از نگهداری اینست که وقتی از سیگنال یک نمونه گرفته می شود مقدار آن تا نمونه برداری بعدی بدون تغییر می ماند که این منجر به پلکانی شدن سیگنال دیجیتال نهایی می شود .

پس از پردازش و ذخیره سازی سیگنال دیجیتال ، چنانچه بخواهیم مجدداً سیگنال را در طبیعت مورد استفاده قرار دهیم باید نقاط منفصل و گسسته را با همان سرعت نمونه گیری شده کنار هم قرار داد و به فرم آنالوگ برگرداند . زیرا هیچ چیز در طبیعت با رشته ای از 0 و 1 ها سازگاری ندارد .

مثلاً سیستم بینایی و شنوایی ما از درک علایم به فرم دودویی عاجز است . می توان از یک سیستم DAC جهت باز گرداندن سیگنال دیجیتال به حالت آنالوگ استفاده نمود .



بلوک کلی یک DSP

در گوشی تلفن همراه تمامی قسمت های مورد نیاز پردازش دیجیتالی سیگنال که در بالا به آنها اشاره کردیم ، بر روی یک تراشه واحد به نام (DSP : Digital Signal Processor) ساخته می شود . تراشه DSP به طور کلی همانند شکل بالا است ، هر چند امکانات جانبی فراوانی نیز در داخل آن قرار داده شده است .



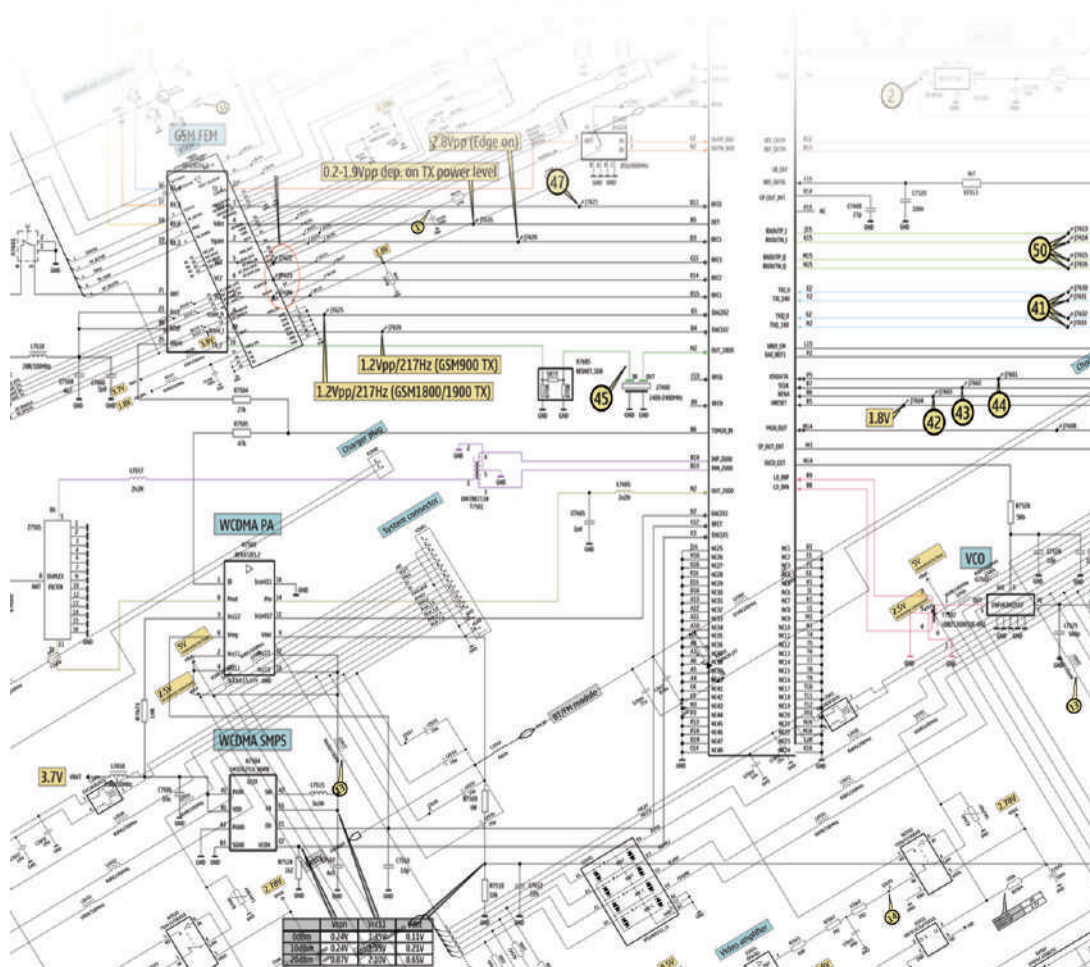


نام قطعه	مشخصه مداری	سمبل قطعه	نام قطعه	مشخصه مداری	سمبل قطعه
مقاومت	R		فتو دیود	D یا V	
پتانسیومتر	R		دیود زنر	D یا V	
VDR	R		ترانزیستور منفی	Q یا V	
NTC	R		ترانزیستور مثبت	Q یا V	
LDR	R		فتو ترانزیستور منفی	Q یا V	
خازن	C		فتو ترانزیستور مثبت	Q یا V	
خازن دارای قطبیت	C		ترانزیستور JFET کانال N	Q یا V	
سلف بدون هسته	L		ترانزیستور JFET کانال P	Q یا V	
سلف دارای هسته	L		ترانزیستور MOSFET کانال N	Q یا V	
ترانس	T		ترانزیستور MOSFET کانال P	Q یا V	
فیوز	F		کلید فشاری	S	
فیوز حرارتی	F		آنتن	E یا Ant	
دیود	D یا V		باتری	BT	
دیود نور دهنده	D یا V		کریستال	B یا X	



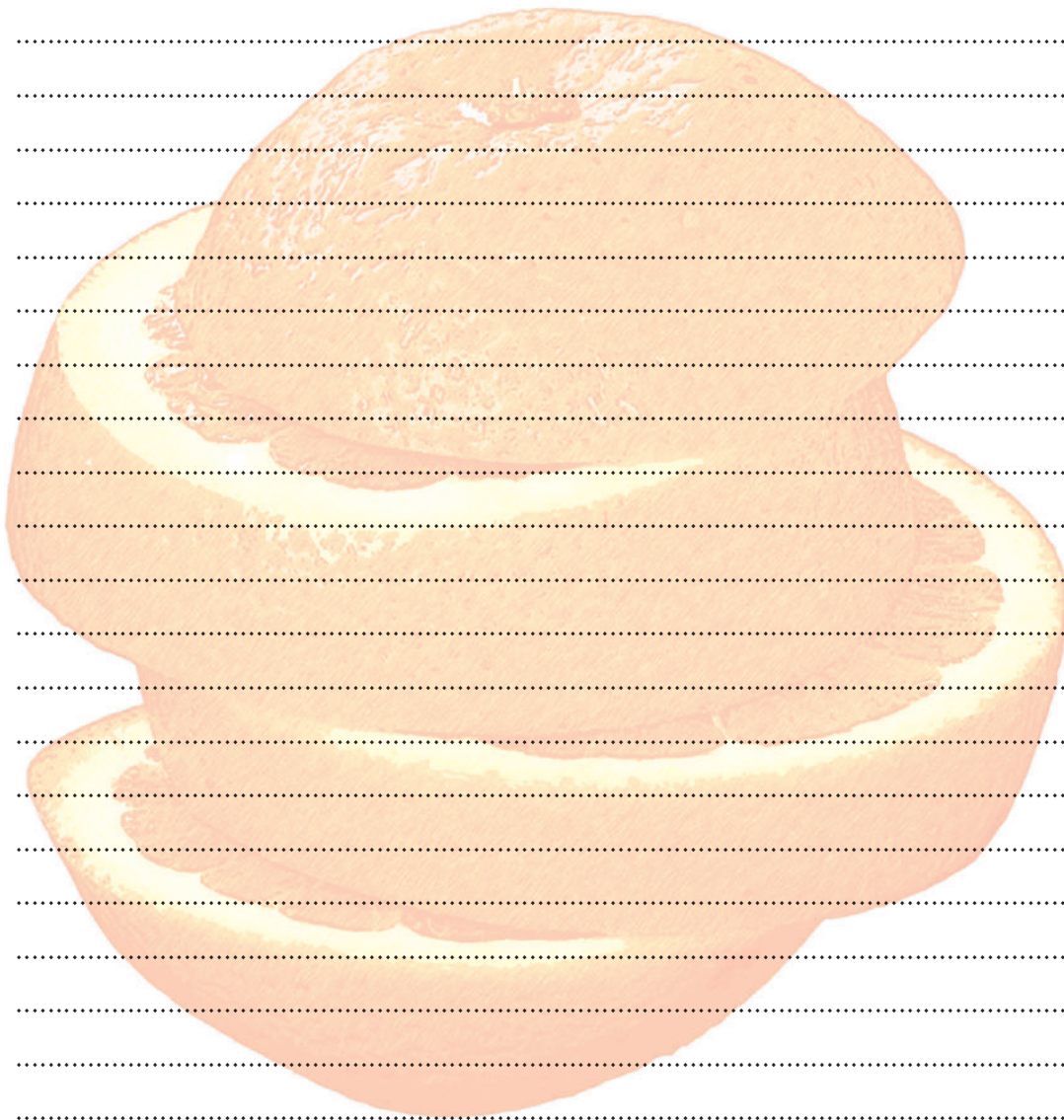


سمبل قطعه	مشخصه مداری	نام قطعه	سمبل قطعه	مشخصه مداری	نام قطعه
		PTC		M	موتور
				B یا LS	بلندگو
	مقاومت‌های بسته‌ای			B یا M	میکروفن
	V	ترانزیستور		T یا L	فیلتر سلفی
				V Bat	خط مثبت تغذیه
				GND	خط منفی تغذیه



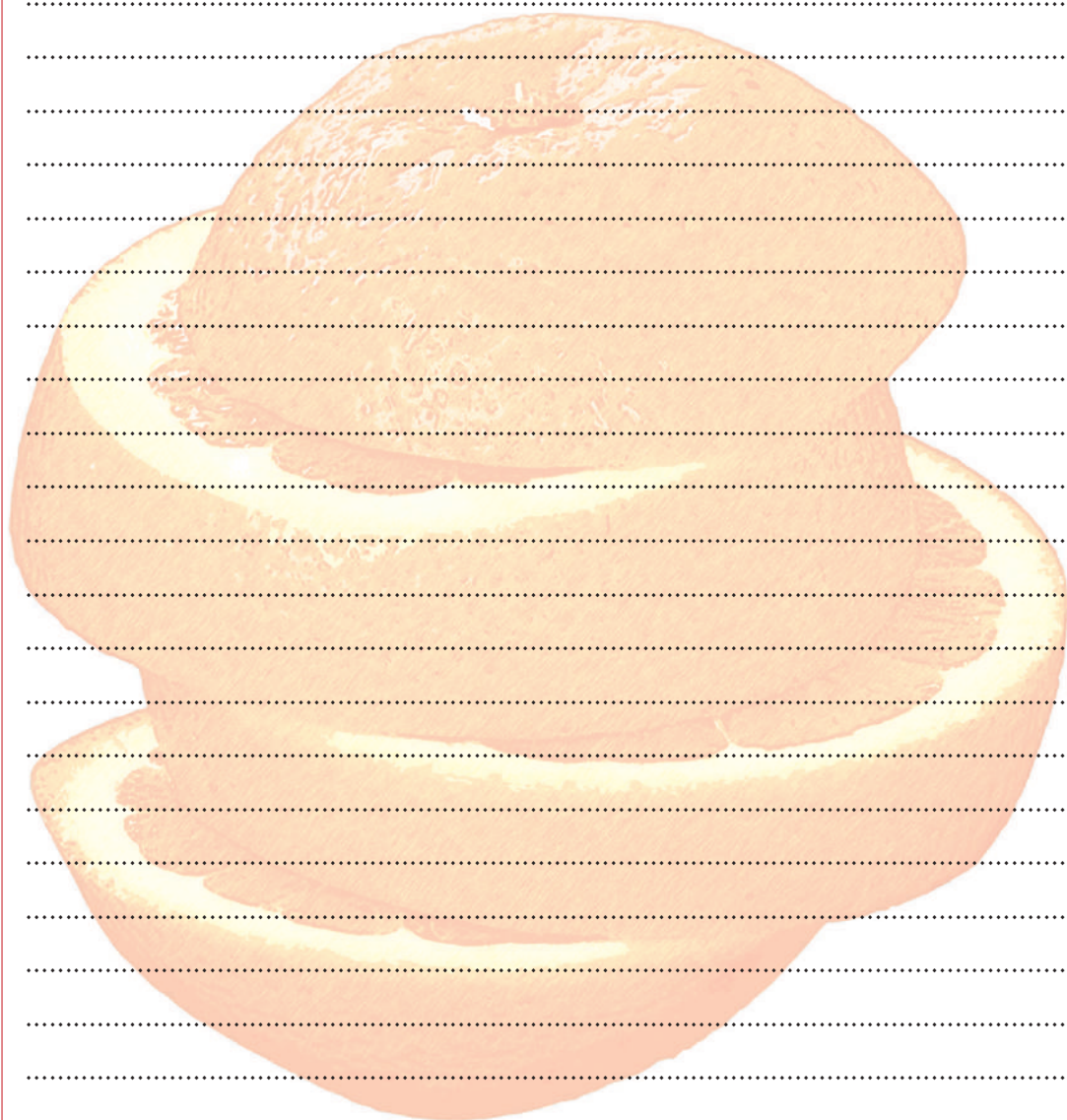


یادداشت :



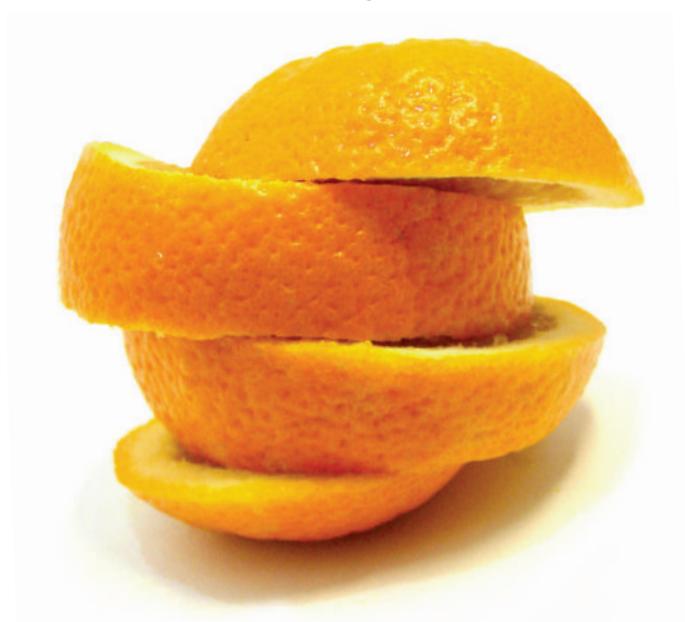


یادداشت :



فانچ روم

مخابرات





آشنایی با اصطلاحات مخابراتی

پیام آنالوگ : کمیتی فیزیکی است که با زمان تغییر می کند و این تغییر به صورت همواره و پیوسته صورت می گیرد. فشار آکوستیکی حاصل از صحبت کردن یا شدت نور در نقطه ای از تصویر تلویزیونی نمونه ای از این پیام می باشد. چون اطلاعات در شکل موج متغیر با زمان نهفته شده، سیستم مخابراتی آنالوگ باید بتواند این شکل موج را با میزان زمان بندی قابل قبولی باز سازی کند.

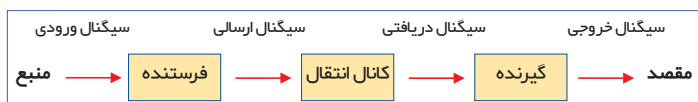
پیام دیجیتال: رشته مرتبی از نمادهای برگزیده از یک مجموعه متناهی از عناصر گسسته است. مثل فهرست تغییرات ساعت به ساعت دما یا کلیدهای صفحه کلید که فشرده می شوند نمونه ای از پیامهای دیجیتال می باشد. چون اطلاعات در نمادهای مختلف گسسته ای نهفته اند سیستم مخابراتی دیجیتال باید بتواند این نمادها را در مقصد با دقت قابل قبولی در یک زمان معین بازسازی نماید.

مبدلها: مبدلها معمولاً در ورودی و خروجی های سیستم های مخابراتی به کار رفته اند، وظیفه تبدیل سیگنالها را بر عهده دارند. مبدل ورودی پیام را به سیگنال الکتریکی، ولتاژ یا جریان تبدیل می کند. مبدل خروجی، خروجی را به پیام مطلوب تبدیل می کند. مثل یک سیستم فرستنده/گیرنده صوتی، که مبدل ورودی آن میکروفن وظیفه تبدیل سیگنال صوتی به الکتریکی را بر عهده دارد.

فرستنده: سیگنال ورودی را پردازش می کند تا یک سیگنال مخابراتی مناسب با مشخصات کانال انتقال ایجاد کند پردازش سیگنال برای انتقال تقریباً همیشه با مدلسیون همراه است.

کانال: پلی بین منبع و مقصد است. این کانال می تواند یک زوج سیم، یک کابل هم محور یا یک منبع رادیویی باشد هر کانال مقداری تلفات و تضعیف انتقال دارد. پس با افزایش فاصله، توان سیگنال به تدریج کم می شود.

گیرنده: روی سیگنال خروجی کانال عمل کرده سیگنال مناسب را برای مبدل واقع در مقصد فراهم می کند.



تداخل: آلودگی توسط سیگنالهای خارجی دارای منابع انسانی مثل فرستندههای دیگر خطوط انتقال، توان و ماشینها و مدارهای سوئیچینگ و غیره است. تداخل معمولاً در سیستمهای رادیویی که آنتن هایشان سیگنالهای دیگر را دریافت می کنند، صورت می گیرد. تداخل فرکانس رادیویی (RF) را می توان با فیلتر کردن کاهش داد.

نویز: سیگنال الکتریکی مزاحم و غیر قابل پیش بینی است که به طور طبیعی در فرآیندهای سیستم های داخلی و خارجی به وجود می آید وقتی نویز روی سیگنال اطلاعات سوار شود پیام تا حدی خراب می شود یا به طور کلی از بین می رود. فیلتر کردن آلودگی نویز را کاهش می دهد ولی در برخی موارد نویزهای باقیمانده غیر قابل حذف می باشند.

FDX (full Duplex): برای مخابره دو طرفه باید در هر دو طرف هم فرستنده داشت و هم گیرنده؛

FDX کانالی دارد که مخابره همزمان را در دو جهت ممکن می کند.

پهنای باند: در واقع پهنای باند برای سیگنال معیاری از سرعت است وقتی سیگنالی تغییر زمانی سریعی دارد محتوای فرکانس یا طیف آن گسترده وسیعی را می پوشاند و می گوئیم پهنای باند سیگنال بزرگ است.





فرکانس	کاربردهای نوعی	وجه انتشاری	محیط انتشار	نام باند فرکانسی
10^{15} Hz	تجربی	پرتو لیزر	تارهای نوری	فرا بنفش
10^{14} Hz	داده پهن باند			مرئی
				فرا سرخ
100 GHz	تجربی، ناوبری رله مایکرو ویو ماهواره - ماهواره	مخابره خط دید	موجبر	Extra high frequency (EHF)
10 GHz	ماهواره - ایستگاه زمینی رادار			Super high Frequency (SHF)
1 GHz	PCS پهن باند مخابرات بی سیم برای تلفن همراه و فراخوان PCS باریک باند	امواج هوایی	کابل هم محور	Ultra high Frequency (UHF)
100 MHz	تلویزیون UHF سیار، هوا فضا تلویزیون FM, VHF			فرکانس بسیار بالا (VHF)
10 MHz	راديو سیار راديو CB تجاری، راديو آماتور دفاع غیر نظامی	امواج زمینی	زوج سیم	فرکانس بالا (HF)
1 MHz	پخش AM			فرکانس متوسط (MF)
100 KHz	هوا فضا کابل زیر دریایی ناوبری			فرکانس پایین (LF)
10 KHz	مخابرات بین قاره ای			فرکانس بسیار پایین (VLF)
1 KHz	تلفن تلگراف			صوتی

مدلسیون و دلایل استفاده از آن :

به نظر می رسد که ساده ترین روش برای انتقال سیگنالهای صوتی به فواصل دور، تبدیل آن به امواج الکترومغناطیسی و انتشار آن از طریق آنتن باشد. برای تبدیل امواج صوتی به امواج الکترومغناطیسی کافی است که امواج صوتی را به امواج الکترومغناطیسی تبدیل کنیم و آن را در فضا انتشار دهیم ولی به





دلایل زیر نمی توان از روش ذکر شده برای انتشار امواج صوتی استفاده کرد.

(۱) طول موج امواج صوتی بسیار زیاد است، بنابراین نمی توان پس از تبدیل آن به امواج الکتریکی آن را از آنتن منتشر کرد. یکی از ملزومات اولیه برای تبدیل سیگنالهای الکتریکی به امواج الکترومغناطیسی زیاد بودن فرکانس آن است.

(۲) در صورتی که انتشار امواج صوتی از آنتن ممکن باشد برای انتشار نیاز به آنتن بسیار طویل است .
(۳) در صورتی که بتوان آنتن طویل را مورد استفاده قرار داد به دلیل این که صوت ترکیبی از فرکانسهای مختلف است نیاز به آنتن های متعدد با طولهای متفاوت داریم.

(۴) در صورتی که مشکل آنتن های متعدد را نیز بپذیریم در هر منطقه بیش از یک ایستگاه نمی توانیم داشته باشیم چرا که به علت مشابهت طیف فرکانس صوت انسانها با یکدیگر تداخل به وجود می آید و صداها با هم مخلوط می شوند.

چنانچه سیگنال صوتی را روی سیگنال دیگری که به عنوان وسیله نقلیه استفاده می شود سوار کنیم می توانیم اشکالات مربوط به ارسال مستقیم را بر طرف کنیم به این کار مدلاسیون (modulation) گفته می شود. سیگنال پیام را سیگنال مدوله کننده (modulating signal) (سیگنالی که پیام روی آن سوار می شود) و سیگنال حامل، کاریر (carrier) (سیگنال مدوله شونده) می نامیم.

دلایل استفاده از سیگنال RF (Radio Frequency):

در انتشار مستقیم امواج صوتی به علت کم بودن فرکانس سیگنال صوتی نیاز به آنتن طویل بود، در انتشار با استفاده از سیگنال RF به علت زیاد بودن فرکانس، طول آنتن به شدت کاهش می یابد و همچنین با استفاده از آن به عنوان عامل اصلی انتشار، وابستگی طول آنتن به فرکانسهای صوتی از بین می رود و با استفاده از سیگنالهای حامل متفاوت می توان چندین ایستگاه رادیویی در منطقه دایر کرد.

مشخصات سیگنال حامل: در هنگام انجام مدلاسیون یکی از مشخصه های سیگنال حامل متناسب با پیام تغییر می کند. سیگنال حامل معمولاً به دو صورت مربعی یا سینوسی تولید می شود. در فرستنده محلی معمولاً از سیگنال سینوسی به عنوان حامل استفاده می کنند. هر سیگنال سینوسی دارای سه مشخصه اصلی به شرح زیر می باشد:

(۱) دامنه - Amplitude (۲) فرکانس - Frequency (۳) فاز - Phase

تعریف مدلاسیون : مدلاسیون عبارت است از کنترل یکی از مشخصه های اصلی حامل توسط پیام به طوری که گیرنده بتواند اطلاعات ارسال شده از قبیل صوت ، موسیقی و ... را مجدداً باز سازی کند. چون سیگنال حامل یک سیگنال سینوسی با فرکانس بالا است، بنابراین می توان سه مشخصه دامنه، فاز و فرکانس را با سیگنال پیام، تحت کنترل در آورد. بنابراین سه نوع مدلاسیون دامنه، فاز و فرکانس شکل می گیرد .

مدلاسیون دامنه (Amplitude modulation) AM: هر گاه دامنه حامل به صورت خطی متناسب با مقدار لحظه ای دامنه پیام تغییر کند مدلاسیون دامنه به وجود می آید در این حالت سرعت تکرار





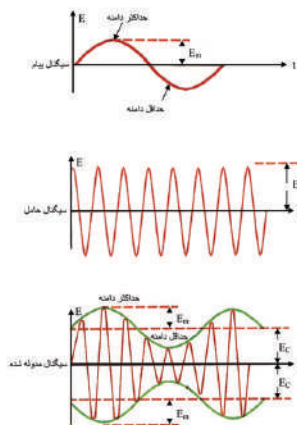
تغییرات دامنه حامل متناسب با فرکانس پیام خواهد بود .

مدلاسیون فرکانس FM : (Frequency modulation)

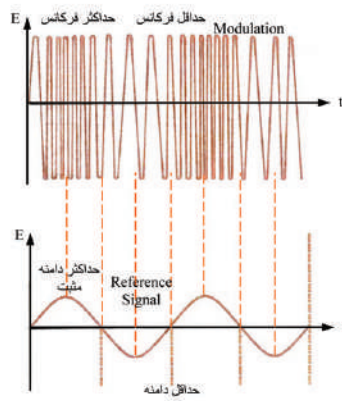
در صورتی که فرکانس سیگنال حامل متناسب با تغییرات دامنه پیام تغییر کند مدلاسیون فرکانس ایجاد می شود .

مدلاسیون فاز PM : (Phase modulation)

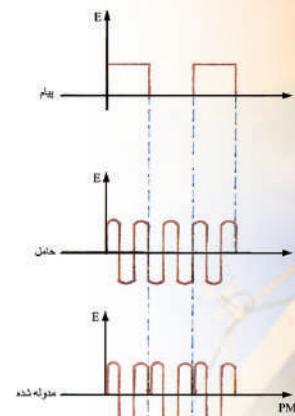
مدلاسیون فاز اگر فاز سیگنال حامل متناسب با دامنه سیگنال پیام تغییر کند مدلاسیون فاز به وجود می آید که در این حالت سرعت تکرار تغییر فاز برابر با فرکانس پیام خواهد شد و سه نوع مدلاسیون A_m و F_m و P_m از نوع مدلاسیون های پیوسته یا آنالوگ هستند. در صورتی که حامل یا پیام موج مربعی باشد مدلاسیون دیجیتال شکل می گیرد.



مدلاسیون AM



مدلاسیون FM



مدلاسیون PM

رویکرد سلولی:

یکی از جذابترین نکات در مورد تلفن همراه آن است که این دستگاه واقعاً یک سیستم رادیویی است. البته باید آن را یک سیستم رادیویی بی نهایت پیچیده تصور نمود. تلفن به وسیله الکساندر گراهام بل در سال ۱۸۷۶ اختراع گردید و مخابرات بی سیم ریشه در اختراع رادیو توسط نیکولای تسلا در ۱۸۸۰ دارد (اختراع رادیو رسماً در سال ۱۸۹۴ بوسیله یک ایتالیایی جوان به نام مارکونی به ثبت رسید) البته این طبیعی است که این دو تکنولوژی بزرگ به تدریج با یکدیگر ترکیب شده‌اند. در اعصار تاریک قبل از ظهور تلفنهای همراه، افرادی که واقعاً نیاز به قابلیت ارتباطات همراه داشتند می‌بایست تلفنهای بی سیم را در اتومبیل‌های خود نصب می‌کردند. در سیستم تلفن بی سیم، یک برج آنتن مرکزی در داخل شهر وجود دارد و ۲۵ کانال روی آن برج در دسترس می‌باشد. این آنتن مرکزی مستلزم آن است که تلفن موجود در داخل اتومبیل شما می‌بایست دارای یک فرستنده قدرتمند بتواند ارسال تا حدود ۷۰ کیلومتر باشد. همچنین با استفاده از این تکنولوژی، تعداد افرادی که می‌توانند به طور همزمان از تلفن بی سیم استفاده کنند زیاد نیست. زیرا برای استفاده همزمان، تعداد کانال کافی وجود ندارد.





عامل موفقیت سیستم تلفن همراه، تقسیم یک شهر به سلولهای کوچک می باشد. این مسئله امکان استفاده مجدد از فرکانس را بطور وسیع در سراسر یک شهر فراهم می نماید.

به طوری که میلیونها نفر می توانند به طور همزمان از تلفن های همراه استفاده کنند. در یک سیستم تلفن سلولی آنالوگ معمول در ایالات متحده، کریر تلفن سلولی حدود 800 فرکانس را برای استفاده در داخل شهر دریافت می کند. کریر، این شهر را به سلول های مجزا از یکدیگر تقسیم می کند. هر سلول نوعاً دارای مساحت حدود 26 کیلو متر مربع می باشد. به لحاظ تئوری این سلول ها به صورت شش ضلعی در یک شبکه شش ضلعی بزرگ متصور می شوند. هر سلول دارای یک ایستگاه پایه می باشد. ایستگاه رادیویی فرستنده گیرنده ثابت که متشکل از یک برج و یک ساختمان کوچک حاوی تجهیزات رادیویی است.

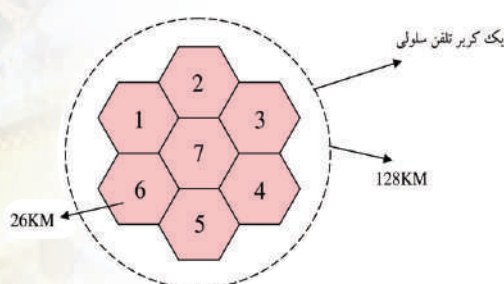
هر سلول واحد در یک سیستم آنالوگ از یک هفتم کانالهای صوتی دوپلکس موجود استفاده می کند. بدان معنا که هر سلول (از یک شبکه متشکل از هفت سلول) از یک هفتم کانالها استفاده نموده بنابر این، دارای مجموعه منحصر به فردی از فرکانسها می باشد و هیچ برخوردی بین سیگنالها به وجود نمی آید.

- یک کریر تلفن سلولی نوعاً از 832 فرکانس رادیویی در داخل یک منطقه استفاده می کند.

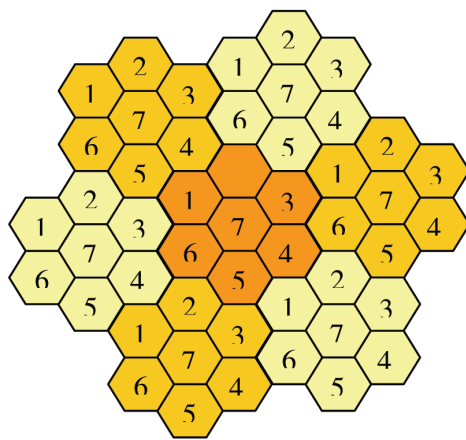
- هر تلفن همراه برای مکالمه از دو فرکانس استفاده می کند. (یک کانال دوپلکس) بنابر این نوعاً به ازای هر کریر 395 کانال صوتی وجود دارد. 42 فرکانس دیگر، برای کانالهای کنترلی مورد استفاده قرار می گیرد.

- با استفاده از روش های ارسال دیجیتال، تعداد کانال های موجود افزایش می یابد. تلفن های سلولی دارای فرستنده های کم توان در داخل خود می باشند. فرستنده های کم توان دارای دو مزیت می باشند:

۱- سیگنال های ارسالی توسط ایستگاه پایه و تلفن های همراه تقریباً در محدوده داخل همان سلول باقی می ماند. بنابر این در هر دو سلول غیر مجاور می توانند از 56 فرکانس یکسان استفاده کنند. فرکانس های یکسان را می توان به طور وسیع در سراسر یک شهر مورد استفاده مجدد قرار داد.



هر سلول تقریباً دارای 112 فرکانس ارتباطی و 6 فرکانس کنترلی می باشد. که در مجموع 56 کانال ارتباطی دوطرفه در هر سلول وجود دارد. بنابر این هر سلول دارای 56 کانال صوتی و یا به عبارت دیگر در هر سلول 56 نفر می توانند به طور همزمان صحبت کنند.



۲. مصرف توان تلفن همراه که نوعاً از باتری استفاده می کند، نسبتاً پایین باقی خواهد ماند. توان پایین به معنای وجود باتریهای کوچک بوده و این همان چیزی است که باعث شده تا تلفن های همراه آنقدر کوچک ساخته شوند که به راحتی بتوان آنها را حمل کرد. رویکرد سلولی مستلزم استفاده از تعداد زیادی ایستگاه پایه در داخل یک شهر می باشد. یک شهر نسبتاً بزرگ می تواند تا صدها برج ایستگاه پایه را دربر داشته باشد اما به دلیل وجود تعداد زیاد افرادی که در یک منطقه از تلفن همراه استفاده می کنند،



هزینه آن همچنان پایین باقی می ماند. هر کیر در هر منطقه دارای دفتر مرکزی به نام مرکز سوئیچینگ تلفن همراه می باشد. که این دفتر همه ارتباطات تلفنی با سیستم تلفن مبتنی بر سیم و نیز همه ایستگاه های پایه در آن منطقه را تحت کنترل دارد.

حرکت از یک سلول به داخل سلول بعدی

همه تلفن های سلولی دارای کدهای ویژه ای می باشند. این کدها برای شناسایی تلفن، مالک تلفن و فراهم آوردن خدمات تلفن همراه مورد استفاده را دارا می باشند. فرض کنیم که شما دارای یک تلفن همراه هستید ابتدا شما آن را روشن نموده و شخصی سعی در تماس با شما می نماید. در اینجا به بررسی رویدادهای بعدی خواهیم پرداخت:

- هنگامی که شما برای اولین بار تلفن همراه خود را روشن می کنید، تلفن روی کانال کنترلی منتظر دریافت کد SID می ماند. کانال کنترلی، فرکانس ویژه ای است که تلفن همراه و ایستگاه پایه برای برقراری ارتباط با یکدیگر در مورد مسائلی همانند برقراری یک مکالمه و تغییر کانال، آن را مورد استفاده قرار می دهند. اگر تلفن همراه نتواند هیچ کانال کنترلی را بیابد، متوجه می شود که خارج از محدوده آنتن دهی تلفن همراه قرار داشته و پیام "No Service" را روی صفحه نمایش خود نشان می دهد.

- تلفن همراه هنگامی که کد SID را دریافت می نماید، آن را با SID موجود در داخل خود مقایسه می کند. اگر این کدها با هم سازگار باشند تلفن همراه تشخیص می دهد که سلولی که در آن قرار دارد بخشی از سیستم خانگی خود اوست.

- همراه با کد SID، تلفن همراه نیز یک درخواست ثبت را ارسال می نماید و مرکز سوئیچینگ، مکان جغرافیایی این تلفن همراه را در بانک اطلاعات خود مورد جستجو قرار می دهد.

- مرکز سوئیچینگ سعی در یافتن موقعیت جغرافیایی شما و برقراری تماس می نماید. این مرکز موقعیت شما را در داخل بانک اطلاعاتی خود مورد جستجو قرار می دهد.

- مرکز سوئیچینگ یک زوج فرکانس را برای استفاده توسط تلفن همراه شما اختصاص می دهد.

- مرکز سوئیچینگ با تلفن همراه شما از طریق کانال کنترلی ارتباط برقرار نموده و فرکانس های اختصاص یافته را به تلفن اعلام می دارد و همین که تلفن شما و برج ارتباطی روی این فرکانس ها سوئیچ نمودند، مکالمه برقرار می شود.

- همچنان که شما به سوی مرزهای یک سلول حرکت می کنید ایستگاه پایه سلول شما متوجه می شود که قدرت سیگنال ارسالی از سوی تلفن شما در حال ضعیف شدن است، در ضمن ایستگاه پایه در داخل سلولی که به سمت آن حرکت می کنید متوجه می شود که قدرت سیگنال ساطع شده از سوی تلفن همراه شما در حال افزایش است. دو ایستگاه پایه با یکدیگر از طریق مرکز سوئیچینگ هماهنگ می شوند و در یک نقطه معین، تلفن همراه شما سیگنالی را روی کانال کنترلی دریافت می کند. که به وی دستور تغییر فرکانس را می دهد. این مکانیزم که Hand off نام دارد، تلفن شما را به فرکانس سلول جدید، سوئیچ می نماید.





:Roaming

در صورتی که کد SID روی کانال کنترلی با کد SID برنامه ریزی شده داخل تلفن شما سازگار نباشد، تلفن همراه متوجه می‌شود که در وضعیت Roaming قرار دارد. مرکز سوئیچینگ این سلول، با سوئیچینگ سیستم خانگی شما تماس برقرار می‌کند و در داخل بانک اطلاعاتی آن مرکز کد SID شما را مورد جستجو قرار می‌دهد. سیستم خانگی شما، تلفن شما را در سوئیچینگ محلی خود مورد شناسایی قرار می‌دهد. سپس همچنانکه شما در مسیر سلول‌ها حرکت می‌کنید رد شما را دنبال می‌کند و همه این کارها در محدوده ثانیه‌ها انجام می‌گیرند.

:AMPS

در سال ۱۹۸۳، استاندارد تلفن سلولی آنالوگ به نام AMPS (سیستم تلفن همراه پیشرفته) به وسیله FCC مورد تصویب قرار گرفته و برای اولین بار در شیکاگو مورد استفاده قرار گرفت. AMPS از یک طیف فرکانسی بین 824MHz تا 894MHz برای تلفن‌های سلولی آنالوگ استفاده می‌کند. به منظور تشویق رقابت و پایین نگه داشتن قیمت‌ها، بازار آمریکا به حضور دو کریر در هر بازار نیاز داشت. به هر یک از این دو کریر 832 فرکانس اختصاص یافت، 790 فرکانس برای صوت و 42 فرکانس برای ارسال داده‌ها استفاده گردید. یک زوج فرکانس (یکی برای ارسال و یکی برای دریافت) برای ایجاد یک کانال مورد استفاده قرار می‌گیرد. فرکانس‌های مورد استفاده کانال‌های صوتی آنالوگ نوعاً 30KHz پهنای دارند. عرض باند 30KHz به عنوان یک اندازه استاندارد انتخاب شد. زیرا کیفیت صوت قابل مقایسه با تلفن‌های مبتنی بر خطوط ارتباطی سیمی را ارائه می‌دهند.

فرکانس‌های ارسال و دریافت هر کانال صوتی به میزان 45MHz (به منظور جلوگیری از بروز تداخل با یکدیگر) از هم فاصله دارند. هر کریر دارای 395 کانال صوتی و 21 کانال داده‌ای می‌باشد. نسخه ای از AMPS به نام سرویس پیشرفته باند باریک تلفن همراه (NAMPS) برخی از قابلیت‌های تکنولوژی تلفن دیجیتال را در اختیار دارند و امکان حمل سه برابر کانال‌های مکالمه ای را نسبت به نسخه اصلی ارائه می‌دهد. با وجودی که آنها از تکنولوژی دیجیتال استفاده می‌کنند هنوز به صورت یک سیستم آنالوگ در نظر گرفته می‌شود. AMPS و NAMPS بسیاری از ویژگی‌های موجود در سیستم سلولی دیجیتال مثل پست الکترونیک و مرورگر وب را ارائه نمی‌کنند.

تلفنهای سلولی دیجیتال:

از تکنولوژی رادیویی یکسانی با تلفنهای آنالوگ استفاده می‌کنند اما این کار را با روش متفاوتی انجام می‌دهند. سیستم‌های آنالوگ به طور کامل از سیگنال بین تلفن و شبکه سلولی استفاده نمی‌کنند. سیگنالهای آنالوگ نمی‌توانند به سادگی یک سیگنال دیجیتال فشرده سازی یا دستکاری شوند به همین دلیل شرکت‌های تلفن روز به روز بیشتر به سمت سوئیچینگ دیجیتال روی می‌آورند. بنابراین آنها می‌توانند کانالهای بیشتری را در داخل یک عرض باند معین قرار دهند. تلفن‌های دیجیتال صدای شما را به صورت اطلاعات باینری (صفرها و یکها) تبدیل نموده و سپس آن را





فشرده می‌نماید. این فشرده سازی باعث می‌شود تا تقریباً 3 تا 10 مکالمه سلولی دیجیتال فضایی معادل یک مکالمه آنالوگ را اشغال کند.

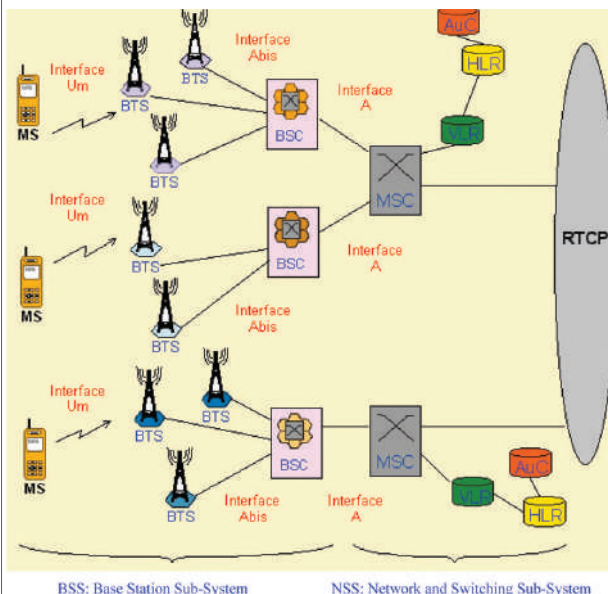
بسیاری از سیستم‌های سلولی دیجیتال متکی بر مداسیون شیفت فرکانس (FSK) می‌باشند. مداسیون FSK از دو فرکانس یکی برای یک‌ها و یکی برای صفرها استفاده می‌کند. از روش‌های مداسیون و روش‌های رمزگذاری قدرتمندی برای تبدیل اطلاعات آنالوگ به دیجیتال، فشرده سازی آن و تبدیل دوباره آن به صوتی با کیفیت قابل قبول استفاده می‌گردد.

مقدمه‌ای بر GSM (Group Special Mobile) :

مخابرات سلولی یکی از سریع‌ترین Application‌های رو به رشد در صنعت ارتباطات است. هر روزه بر تعداد مشترکین این نوع ارتباط در جهان افزوده می‌شود.

تجارت ارتباطات موبایل تلفن همراه به سرعت در CEPT (دفتر پست و مخابرات اروپایی) در حال رشد و توسعه است. CEPT از طریق بازارهای پر قدرت تلفن همراه، توسعه فناوری تلفن همراه را رهبری می‌نماید و همکاری‌های جدیدی در زمینه سیستم‌های استاندارد ساز، پیاده سازی و اجرای این فناوری‌ها به وجود آورده است. یکی از مهمترین محصولات این استانداردها که در CEPT شکل گرفته است استاندارد GSM است. این استاندارد سیستم ارتباطات تلفن همراه سلولی دیجیتالی نسل جدید را در CEPT اروپا توسعه داده است. برای اولین بار کار استاندارد سازی GSM جهت پیاده سازی این سیستم در سال ۱۹۹۱ صورت گرفته است.

CEPT: European Post Offices and Telecommunication



معماری شبکه GSM:

قبل از اینکه درباره معماری شبکه GSM توضیح دهیم بهتر است آشنایی کلی با آن داشته باشیم و در مورد عملکرد قسمت‌های مختلف آن اطلاعات کلی داشته باشیم.

چگونگی کارکرد شبکه تلفن همراه:

در شبکه تلفن ثابت، مخابرات، با کشیدن دو رشته سیم مسی تا در منزل یا محل کار و دادن بوق، برای مشترک، هویتی مشخص می‌کند. مرحله اول در شبکه مخابرات "هویت" یا شناسایی معتبر بودن مشترک است. "مکان" مشترک نیز دقیقاً مشخص است و

این دیگر نیاز به توضیح ندارد یعنی سوئیچ، هنگامی که کسی با این مشترک کار دارد راحت آن را پیدا کرده و به آن زنگ می‌زند. قسمت بعدی "محل ثبت charging" است یعنی مشترک هر چقدر با تلفن خود به دیگران زنگ بزند هزینه آن در سوئیچی که به آن متصل است ثبت می‌شود.





قسمت بعدی " ارائه سرویس‌های جانبی" است مثل نمایشگر، شماره تلفن و انتقال مکالمه و... که این هم در سوئیچی که تلفن به آن متصل شده است انجام می‌گیرد.

پس به طور خلاصه شبکه تلفن ثابت مشخصات زیر را دارا می‌باشد:

۱- هویت یا شناسایی مشترک.

۲- مکان مشخص جهت تماس گرفته شدن با آن.

۳- محل ثبت charging.

۴- ارائه سرویسهای جانبی.

در شبکه موبایل تلفن همراه ما گوشی تلفنی داریم که بدون سیم است و از لحاظ فیزیکی به جایی متصل نیست و هر لحظه مکان خود را تغییر می‌دهد و ممکن است در یک روز در نقاط مختلف کشور حرکت کند.

حالا سؤال این است که چگونه باید چهار مشخصه بالا را برای آن پیاده کنیم؟

قبل از هر چیز ذکر این مورد ضروری است که گوشی تلفن همراه با روش بدون سیم (wireless) از طریق امواج الکترو مغناطیسی با آنتنی که به آن BTS گفته می‌شود ارتباط دارد و از طریق آن به شبکه تلفن همراه وصل می‌شود (به جای دو رشته سیم مسی).

۱- تعیین هویت:

در تلفن همراه به علت تغییر مکان مشترک نیاز به مرکزی داریم که اطلاعات تمام مشترکین یک کشور و یا یک شرکت ارائه دهنده سرویس تلفن همراه در آن ثبت شود تا هر وقت شبکه نیاز داشت در اختیار شبکه قرار گیرد. به این مرکز HLR گفته می‌شود (Home Location Register) این مرکزها به صورت متمرکز در یک یا بعضاً در نقاط محدودی از یک کشور ایجاد می‌شود. و برای اینکه یک مشترک امکان استفاده از شبکه را داشته باشد به مشترک کارتی به نام SIM (Subscriber Identity Module) داده می‌شود که این کارت وسیله شناسایی مشترک در شبکه است. پس اگر SIM کارت در تلفن همراه قرار گیرد و تعاریف مخصوص آن در HLR ثبت گردد مشترک هر کجا از کشور که برود امکان تماس گرفتن و یا تماس گرفته شدن را دارا می‌باشد.

۲- مکان مشترک در شبکه تلفن همراه:

هنگامی که یک مشترک در شبکه حرکت می‌کند با تکنیک هایی که به آن اشاره خواهیم کرد آخرین مکان آن در HLR ثبت می‌شود. بنابراین هر کس بخواهد به یک تلفن همراه زنگ بزند آخرین مکان آن از HLR پرسیده می‌شود و بعد به تلفن همراه زنگ می‌خورد.

۳- ثبت charging:

ثبت مقدار هزینه مکالمه موبایل تلفن همراه در آخرین سوئیچی که به تلفن همراه سرویس می‌دهد انجام می‌گیرد. مثلاً مشترکی از گیلان به سمت تهران رفته و از آنجا به کرمان می‌رود و در طی مسیر چندین بار به نقاط مختلف تماس گرفته است، هنگامی که در محدوده گیلان بوده در سوئیچ گیلان charging ثبت شده و





در تهران در سوئیچ‌های تهران و در کرمان هم در سوئیچ کرمان ثبت می‌شود. در آخر کلیه هزینه مکالمات از سراسر کشور به مرکزی در تهران، که مرکز صورتحساب است ارسال می‌شود و بعد از جمع بندی و محاسبه برای مشترک صورتحساب ارسال می‌شود.

در حال حاضر در سیستم شبکه ای ایران هزینه Charging در روز معادل ۱۰ پالس در دقیقه است. هر پالس ۴۴/۷ ریال است. یعنی يك دقیقه مکالمه ۴۴۷ ریال هزینه خواهد داشت. هزینه رومینگ معادل ۲ پالس در دقیقه محاسبه می‌شود. در صورتی که در شبکه شهر دیگری باشید برای هر دقیقه شارژینگ و رومینگ پرداخت می‌شود ولی در صورتی که در شبکه شهر خود باشید فقط باید هزینه شارژینگ را بپردازید.

۴- ارائه سرویسهای جانبی:

این سرویسها توسط آخرین سوئیچ سرویس دهنده به تلفن همراه از طریق HLR سؤال می‌شود که چه سرویسهایی باید در اختیار مشترک گذاشته شود مثل انتقال مکالمه، انتظار مکالمه، نمایشگر شماره و ... سپس آن سرویسها توسط آخرین سوئیچ سرویس دهنده در اختیار مشترک قرار می‌گیرد.

در شکل زیر معماری شبکه GSM و عناصر تشکیل دهنده آن را به همراه رابطهای آن مشاهده می‌کنید.
۱. زیر سیستم شبکه. ۲. زیر سیستم رادیویی. ۳. زیر سیستم پشتیبانی و نگهداری.
در سیستم GSM برای برقراری ارتباطات اپراتورهای شبکه با منابع مختلف و تجهیزات زیر ساختار سلولی،

نه تنها رابط هوایی بلکه چندین رابط اصلی دیگر برای مرتبط کردن قسمت‌های مختلف این سیستم تعریف شده است که رابط های سیستم GSM در جدول و شکل مشخص شده است :

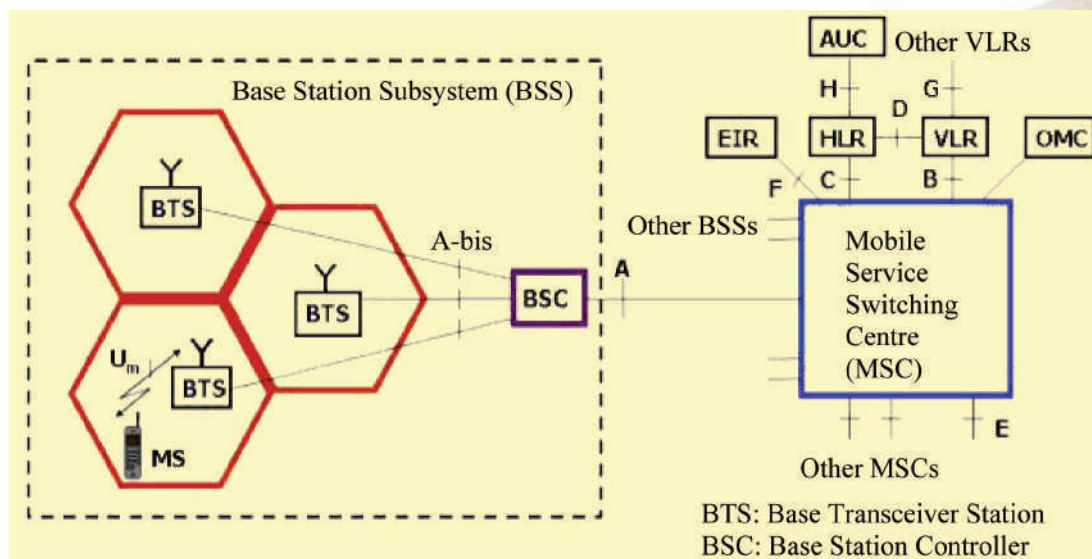
رابط UM که میان BTS و MS قرار دارد .

رابط A که میان MSC و BSC قرار دارد .

رابط A-bis که میان BSC و BTS قرار دارد .

و

رابط	برقرار کننده ارتباط میان...
UM	MS ↔ BTS
A-bis	BTS ↔ BSC
A	BSC ↔ MSC
B	MSC ↔ VLR
C	MSC ↔ HLR
D	VLR ↔ HLR
E	MSC ↔ MSC
F	MSC ↔ EIR
G	VLR ↔ VLR
H	HLR ↔ AUC





۱- زیر سیستم شبکه :

این سیستم شامل تجهیزات و فانکشنهای مربوط به مکالمات end-to-end ، مدیریت مشترکین و Mobility می باشد و نیز مانند رابطی میان سیستم GSM و مراکز تلفن ثابت (PSTN) عمل می کند. زیر سیستم شبکه ، يك زیر سیستم سوئیچینگ است که شامل MSC ، VLR ، HLR ، AUC و EIR می باشد.

در این قسمت تعریف کوتاهی از هر يك از این عناصر را ارائه می دهیم :

MSC (Mobile switching center) : یا مرکز سرویس های سوئیچینگ موبایل عملیات راه اندازی مکالمه (Call Setup) را انجام می دهد ، رابطی نیز با مراکز تلفن ثابت دارد و عملیاتی نیز مانند ارائه صورت حساب مشترکین نیز برعهده این مرکز است.

HLR (Home location register) : یا ثبت کننده محل HOME يك پایگاه داده متمرکز شامل اطلاعات تمامی مشترکین ثبت شده در يك PLMN (شبکه تلفن همراه) است. ممکن است در يك PLMN بیشتر از يك HLR وجود داشته باشد ولی هر مشترک مشخص تنها به يك HLR می تواند وارد شود. PLMN: Public Land Mobile Network

VLR (Visitor location register) :

یا ثبت کننده محل visitor يك پایگاه داده شامل اطلاعات تلفنهای همراهی است که در حال حاضر در حوزه MSC کنترلی در حال حرکت هستند. در زمانی که يك MS به حوزه MSC جدیدی وارد می شود ، VLR که به آن MSC متصل شده است ، اطلاعات MS مورد نظر را از HLR درخواست می کند. HLR نیز اطلاعات MS مورد نظر را به آن MSC که MS در حوزه اش قرار دارد، ارائه خواهد داد. اگر يك MS بخواهد مکالمه ای برقرار نماید VLR تمام اطلاعات مورد نیاز جهت برقراری مکالمه را ارائه خواهد داد و لزومی ندارد که در هر لحظه از HLR سؤال نماید. در يك جمله می توان گفت VLR يك HLR توزیع شده است و شامل اطلاعات دقیقی در مورد محل يك تلفن همراه است.

اطلاعات ذخیره شده در VLR :

هر سیم کارت دارای يك شماره واحد و منحصر به فرد در شبکه می باشد که در اصطلاح فنی به آن IMSI گفته می شود. در قسمت پشت سیم کارت شماره 19 رقمی حك شده است که قسمتی از آن به عنوان IMSI استفاده می شود. ده رقم از این شماره 19 رقمی به اضافه 43211 (برای شبکه TCI IR). که مجموعاً 15 رقم می شود را IMSI می نامیم. البته ده رقم ذکر شده به تنهایی MSIN نام دارد. در سیم کارتهای جدید ده رقم آخر شماره حك شده در پشت سیم کارت همان MSIN می باشد. یکی از کاربردهای MSIN در هنگام سوختن، مفقود شدن ، یا دزدیده شدن سیم کارت است. اپراتور با همان شماره موبایل قبلی سیم کارت جدید با شماره سیم کارت جدید صادر کرده و شماره سیم کارت (MSIN) قبلی شما را از شبکه حذف می کند که اصطلاحاً گفته می شود سیم کارت سوزانده شده است. البته این شماره ها در داخل حافظه سیم کارت نیز ذخیره شده اند .





در شبکه تلفن همراه در هنگام تماس با يك تلفن همراه بیشتر این شماره سیم کارت است که رد و بدل می‌شود بدین صورت که وقتی ما با شماره موبایلی تماس می‌گیریم بعد از تایید HLR (محل ثبت دائمی سیم کارت) و گرفتن شماره سیم کارت توسط شبکه، ارتباطات بعدی توسط این شماره صورت می‌گیرد. دیگر کاربردی که می‌توان برای آن متصور بود هنگام پیدا کردن شبکه می‌باشد. وقتی شما با گوشی خود وارد قسمت جستجوی شبکه می‌شوید بعد از گرفتن امواج (مثلاً در تهران) شبکه تلفنهای همراه موجود مثل IR-TCI و IR-VALIACOM و IR-35 را مشاهده می‌کنید و با انتخاب IR-TCI شماره سیم کارت شما از HLR مربوطه استعلام می‌شود و سپس شما اصطلاحاً Register شده و می‌توانید تماس بگیرید و یا با شما تماس گرفته شود. همین روش در رومینگ نیز می‌باشد یعنی شما وقتی به عربستان سفر می‌کنید به جستجوی شبکه عربستان توسط گوشی خود اقدام کرده و نام SA Algaval را انتخاب می‌کنید از این به بعد با کمک شبکه عربستان و شماره سیم کارت خود در شبکه شناخته شده هستید.

TMSI:

این کد شبیه IMSI که همان شماره سیم کارت می‌باشد، است با این تفاوت که بعد از هر تماس سوئیچ تلفن همراه کدی را که به صورت هگزا دسیمال (8 کاراکتری) است به صورت تصادفی به شماره سیم کارت مورد نظر نسبت داده و ابتدا با این کد مشترک تلفن همراه را در صورت تماس گرفته شدن خبر می‌کند البته این کد قبلاً در اختیار گوشی تلفن همراه قرار گرفته و در حافظه گوشی ذخیره می‌شود (لازم به ذکر است دوبار شبکه با کد TMSI مشترک را پیچ می‌کند اگر پیدا نشد به فرض اینکه گوشی از این کد خبر ندارد با IMSI پیچ می‌شود که این کد در حافظه سیم کارت موجود می‌باشد).

کاربرد TMSI:

این مورد بخاطر امنیت تلفن همراهی که به آن زنگ خورده است می‌باشد. چراکه اگر مابه صورت موازی سوئیچ پیش فرضی داشته باشیم و از شماره سیم کارت مشترک نیز مطلع باشیم می‌توانیم آن را پیچ کنیم ولی با این کد عملاً این مورد غیر ممکن است.

LAC و CI :

در توضیحات قبلی دیدید که شبکه تلفن همراه به صورت سلول های 6 ضلعی تقسیم و در نظر گرفته می‌شود و سایت BTS که غالباً سه جهت (سکتور) دارد بین سه سلول قرار می‌گیرد و هر جهت يك سلول را پوشش می‌دهد. در شبکه برای پیدا کردن موقعیت يك مشترک می‌بایست هر سلول دارای کدی باشد که به این کد CI (CELL ID) گفته می‌شود که این کد در ایران 5 رقمی می‌باشد. حال يك شهر را به چند منطقه بزرگ که خود این مناطق شامل چندین CI می‌باشد تقسیم می‌کنند و به آن LAC می‌گویند. شهری مانند تهران غالباً به چند LAC و شهرهای کوچکتر به يك LAC تقسیم می‌شوند. کد LAC معمولاً 4 رقمی است.

مثال : به طور مثال در میدان ولیعصر تهران يك BTS نصب می‌کنیم که دارای سه جهت (سکتور)





می‌باشد به این سلولها مثلا در LAC به شماره 1211 و در CI های 12115 و 22115 و 32115 تعریف می‌شود و اگر شما تحت پوشش سکتور سوم این سایت باشید در VLR این آدرس ثبت می‌شود LAC=1211 و CI=32115 و این آدرس شما در سوئیچ می‌باشد.

AUC : یا مرکز تعیین هویت، به HLR متصل می‌شود و وظیفه آن آماده سازی HLR به همراه پارامترهای تعیین هویت و کلیدهای رمزنگاری است که این عملیات برای اهداف امنیتی استفاده می‌شوند.

EIR : یا ثبت کننده هویت تجهیزات يك پایگاه داده است که در آن شماره های بین المللی تعیین هویت تجهیزات تلفن همراه (IMEI) ، برای هر دستگاه تلفن همراه ثبت شده ، ذخیره می‌شود.

شماره IMEI:

کلمه IMEI مخفف عبارت International Mobile Equipment Identity و به معنی هویت بین المللی دستگاههای تلفن همراه می‌باشد. IMEI يك شماره 15 رقمی است که در هر تلفن همراه منحصر به فرد می‌باشد و در حقیقت بیانگر هویت دستگاه مورد استفاده در شبکه های GSM است. شماره مذکور از يك استاندارد خاص بهره مند است که می‌تواند اطلاعات نسبتاً مفیدی را در اختیار کاربر قرار دهد. برای مشاهده این شماره کافیست که کد *#06# را بر روی دستگاه وارد کنیم. این کد با شماره حك شده روی برچسب پشت گوشی و شماره IMEI روی جعبه باید یکی باشد.

Echo Celler:

یکی دیگر از ترکیبات زیر سیستم شبکه Echo Celler است که مسائل آزار دهنده ای (مانند انعکاس صدا) که از طریق شبکه تلفن همراه در زمان اتصال به يك مدار PSTN ایجاد می‌شود را کاهش می‌دهد. شبکه IWF یا فانکشن داخل شبکه ای نیز رابطی میان MSN و دیگر شبکه‌ها (ISDN و PSTN) می‌باشد.

(IWF = Inter Working Function)

۲- زیر سیستم رادیویی :

شامل تجهیزات و عملیاتی مربوط به مدیریت اتصالات مسیر رادیویی مانند Handover ها می‌باشد. این زیر سیستم شامل BSC، BTS و MS است.

MS :

بطور قراردادی در زیرسیستم قرار گرفته و همیشه آخرین مسیر يك مکالمه است و از برقراری يك مکالمه، به همراه زیر سیستم شبکه، جهت مدیریت Mobility محافظت می‌کند. MS در واقع همان گوشی تلفن همراه به همراه سیم کارت است.

MS دارای قابلیت‌های پایانه شبکه و همچنین پایانه کاربر است. هر سلول در سیستم GSM يك BTS با چندین گیرنده و فرستنده دارد. يك گروه از BTS ها توسط يك BSC کنترل می‌شوند. پیکربندی های مختلفی برای BSC-BTS وجود دارد. بعضی از پیکربندی ها برای وضعیت ترافیک بالا و تعدادی برای مناطقی با ترافیک متوسط طراحی شده‌اند. يك BSC عملیاتی چون Handover، Power Control را نیز کنترل





می نماید. BSC و BTS با هم به نام BSS شناخته می شوند.

BTS:

در واقع يك ايستگاه فرستنده و گیرنده رادیویی ثابت می باشد که وظیفه ارتباط MS با شبکه را بر عهده دارد و این فرستنده و گیرنده ها در نقاط مختلف شهر نصب می شوند و به کمک آن مشترک می تواند از سرویس ها استفاده نمایند. هم BTS و هم گوشی تلفن همراه، هر کدام به صورت مجزا دارای يك گیرنده و يك فرستنده می باشند که با استفاده از آنها می توانیم يك ارتباط دوطرفه به صورت Full duplex داشته باشیم که در واقع به آن يك Link رادیویی گفته می شود. برای به وجود آوردن يك Link باید فرستنده BTS را با گیرنده گوشی هم فرکانس کنیم. همچنین بالعکس یعنی گیرنده BTS هم فرکانس با فرستنده گوشی که در این صورت يك Link به وجود آورده ایم.

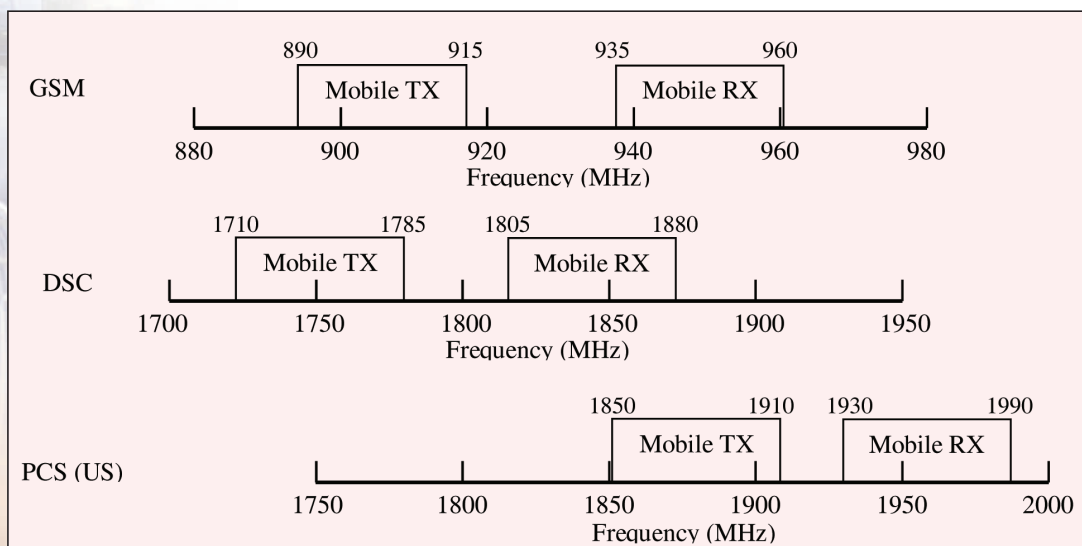
EGSM900	DCS 1800	PCS 1900
890 915 935 960 MHz UpLink DownLink	1710 1785 1805 1880 MHz UpLink DownLink	1850 1910 1930 1990 MHz UpLink DownLink
With the Extended GSM900. The UpLink Ranges from 890 MHz to 915 MHz and the DownLink from 935 MHz to 960 MHz.	With DCS 1800 the UpLink Ranges from 1710 MHz to 1785 MHz and the DownLink from 1805 MHz to 1880 MHz.	With PCS 1900 UpLink Ranges from 1850 MHz to 1910 MHz and the DownLink from 1930 MHz to 1990 MHz.

شبکه تلفن همراه به صورت شش ضلعی تقسیم و در نظر گرفته می شود و سایت BTS که غالباً سه جهت (سکتور) دارد، بین سه سلول قرار می گیرد و هر جهت يك سلول را پوشش می دهد. هر سکتور می تواند تعدادی فرستنده و گیرنده مستقل داشته باشد. به هر يك از این فرستنده/گیرنده ها يك TRX اطلاق می شود. مثلاً اگر در يك سایت BTS هر سکتور چهار خط فرستنده/گیرنده داشته باشد (4TRX) در مجموع در آن BTS می توان 12 خط فرستنده و گیرنده داشته باشیم (12TRX).

$$(4TRX) * (3Sector) = (12TRX)$$

جهت جلوگیری از تداخل، هر TRX باید روی فرکانس خاص تنظیم شود. به طوری که هیچگاه دو TRX از دو BTS همسایه با یکدیگر هم فرکانس نشوند. پس برای تقسیم فرکانس در واقع از FDMA استفاده می کنیم. این کار بدین شکل انجام می پذیرد که باند GSM را به دو قسمت تقسیم می کنیم، يك قسمت مربوط به ارسال فرکانس از BTS به گوشی (Down Link) و يك قسمت BTS دریافت فرکانس ارسالی از طریق گوشی را انجام میدهد (UP Link). همچنین برای داشتن تعداد زیادی فرکانس هر کدام از این دو محدوده RX و TX را با فواصل 200KHz تقسیم می کنیم.





مثلاً در 900 MHz GSM اگر TX را 200 KHz تقسیم کنیم بدین شکل خواهد شد.

890 → 890.2 → 890.4 → 890.6 915

935 → 935.2 → 935.4 → 935.6 965

$\frac{25\text{MHz}}{200\text{KHz}} = 125$ 125 کانال ارسال و دریافت وجود دارد.

در مثال قبل دیدیم که یک BTS دارای 12 TRX بود یعنی در واقع 12 نفر به صورت همزمان می‌توانند از BTS استفاده کرده و ارتباط برقرار نمایند.

TDMA:

همان طور که در روش قبلی دیدید، 12 نفر می‌توانند از یک BTS استفاده کنند. اما 12 کاربر برای یک BTS خیلی کم است. برای رفع این مشکل از روش TDMA (Time Division Multiplex) استفاده می‌شود. در این روش می‌توان هر فرکانس را به 8 یا 16 کانال تقسیم کرد. به هر کانال یک کد اختصاص می‌دهیم. به کمک این روش می‌توانیم روی یک TRX مختص BTS بر روی یک فرکانس چندین کاربر را پشتیبانی کنیم.

در واقع در این روش BTS دائماً فرکانس را با سرعت زیاد در اختیار یک گوشی می‌گذارد. در این فاصله که گوشی‌های دیگر برای ارسال و دریافت فرکانس ندارند. اطلاعات خود را ذخیره نموده و به محض اینکه فرکانس به آن تلفن همراه داده شود اطلاعاتش را منتقل می‌کند. البته در این روش با کاهش کیفیت روبرو هستیم. زیرا در یک ثانیه باید 16 یا 8 کاربر از یک فرکانس استفاده کنند. پس حجم اطلاعاتی که یک کاربر می‌تواند منتقل نماید به $\frac{1}{8}$ یا $\frac{1}{16}$ تقلیل می‌یابد. در روش TDMA 8 کاناله، 7 کانال صوتی و یک کانال سیگنالینگ داریم. در TDMA 16 کاناله، 14 کانال صوتی و دو کانال سیگنالینگ در نظر گرفته شده است.

پس با توجه به مطالب فوق یک BTS، 12 TRX در TDMA 8 کانال می‌تواند 84 تلفن همراه را به صورت همزمان ساپورت کند. در همین BTS با یک TDMA 16 کاناله، 168 تلفن همراه را می‌توان ساپورت کرد.





کانال سیگنالینگ:

مهمترین وظیفه کانال سیگنالینگ، ارسال سیگنالهای زنگ و تصحیح فرکانس در هنگام تغییر مکان يك مشترك از يك BTS به يك BTS دیگر و تنظیم کانال صوتی روی آن فرکانس و ارسال یکسری اطلاعات مثل IMEI و IMSI به شبکه و دریافت سیگنال از شبکه می باشد.

:CDMA

(Code Division Multiple Access)

در حال حاضر روش CDMA در خیلی از کشورها مورد استفاده قرار می گیرد که در ایران راه اندازی نشده است. این تکنولوژی ما را قادر می سازد تا حجم بالایی از داده ها را توسط يك فرکانس یکسان همزمان مخابره کنیم. روش CDMA کاملاً متفاوت با TDMA می باشد CDMA پس از رقومی نمودن داده ها، این اطلاعات را روی کل عرض باند موجود می گستراند چندین مکالمه در يك کانال روی یکدیگر قرار می گیرند و به هر يك، يك کد توالی واحد اختصاص می یابد CDMA شکلی از طیف گسترده است که داده ها را به صورت قطعات کوچکی روی تعدادی از فرکانس های گسسته می گستراند. در واقع ما می توانیم حجم بالایی از داده و صوت را توسط يك فرکانس همزمان مخابره کنیم همه کاربران اطلاعات را روی يك طیف باند پهن ارسال می کنند هر سیگنال روی کل عرض باند به وسیله کد گسترش واحد (Unique spreading code) می گستراند در داخل گیرنده، از همین کد برای بازیابی سیگنال استفاده می شود. از زمانی که هر کاربر با کد منحصر به فردی جدا شده است، تمام کاربران می توانند باند فرکانسی یکسانی را (پهنای باند) به اشتراك بگذارند. این مشخصه امتیازها و برتری های منحصر به فردی را برای تکنولوژی CDMA بر دیگر تکنولوژی های RF در ارتباط سلولی به همراه دارد.

امروزه دنیا توقعات بیشتری نسبت به گذشته از تکنولوژی ارتباطات بی سیم دارد. جمعیت بیشتری در دنیا در حال استفاده از سرویس های بی سیم هستند و مصرف کنندگان بیشتری از تلفن همراه استفاده می کنند. امروزه تقاضا برای دیتای نسل سوم 3G و کاربردهای آن مانند: Email، وب، گرفتن و فرستادن عکسهای دیجیتالی و کاربردهای مکانیابی و GPS و شبکه های بی سیم افزایش یافته و مطمئناً فردا نیز بیشتر خواهد شد. در اینجا است که تکنولوژی CDMA به میدان می آید. CDMA به طور قابل توجهی ظرفیت صدا و ارتباطات دیتا را از دیگر تکنولوژی های تجاری تلفن همراه بیشتر می کند و همچنین اجازه اتصال در هر زمان و دیگر سکوه های تکنولوژی نسل سوم را می دهد. CDMA يك تکنولوژی طیف گسترده است که بسیاری از کاربران اجازه استفاده همزمان تخصیص فرکانس در باندها و فضاهای داده شده را دارند. همان طور که از نامش پیداست CDMA بیانگر کدهای منحصر به فردی برای هر ارتباط می باشد تا بتواند آن را از دیگر طیف ها جدا سازد. در دنیا منابع محدود طیف ها، کاربران بیشتری را نسبت به تکنولوژی های متغیر برای به اشتراك گذاشتن امواج هوایی به طور همزمان قادر می سازد. واسطه هوایی CDMA هم برای شبکه های 3G و هم برای شبکه های 2G مورد استفاده است. استانداردهای نسل دوم CDMA با CDMA one نامگذاری شدند و شامل IS-95A و IS-95B می باشد. CDMA زیرساخت سرویس نسل سوم است و استانداردهای IMT-2000، CDMA2000 و WCDMA بر پایه CDMA هستند.





باند دوگانه DB (Dual Band):

تلفنی که دارای قابلیت باند دوگانه باشد می تواند روی فرکانسها سوئیچ نماید. این بدان معناست که این تلفن در هر دو باند 900 MHz و 1800 MHz استفاده می شود. برای مثال یک تلفن TDMA باند دوگانه می تواند از سرویس های TDMA در یک سیستم 900 MHz یا یک سیستم 1800 MHz استفاده نماید. تلفنی که دارای قابلیت باند دوگانه باشد، می تواند روی فرکانسها سوئیچ نماید. مثلاً در باند 900 MHz و 1800 MHz البته انتخاب باند در بعضی از گوشیها به صورت اتوماتیک و در بعضی دیگر از طریق تنظیمات منو و در بعضی دیگر از طریق نرم افزار تغییر باند و ارتباط به کامپیوتر .

3 Band یا T Band باند سه گانه:

تلفنی که قابلیت باند سه گانه دارد می تواند روی سه باند سوئیچ نماید. مثلاً 900 MHz, 1800 MHz و 1900 MHz گوشی های تلفن همراه دارای مدهای کاری مثل Mode 2G یا Mode 3G می باشند که هر کدام از این مدها نشان دهنده سازگاری گوشی با تکنولوژی های ارسال و دریافت مختلف می باشد که در جدول زیر می توانید چند نمونه از آنها را مشاهده کنید:

2G	2.5G	2.75G	3G	3.5G	4G
GSM	GPRS	CDMA 2000	W-CDMA	HSDPA	SMR
IDEN	HSCSD	1xrtt/IS2000	0 UMTS (3GSM)		Cellular
D.AMPS	WIDEN	EDGE	0 F 0 MA		PCS
IS-95/CDMA one		(EGPRG)	TD-CDMA/UMTS-TDD		
PDC			1 XEV-DO/IS-856		
CSD			TD-SCDMA		
PHS			GAN/UMA		





انواع BTS:

Cell Size یا Cell type:

اندازه سایتها یا Cell ها نظر به شعاع ان به کیلومتر و یا متر (نظر به کاربرد):

1. Macrocells
2. Microcells
3. Selective or sectorized cells
4. Umbrella cells
5. Nanocells
6. Picocells

Macrocell: بزرگترین سایز در شبکه GSM است. در حدود 70 کیلومتر که البته این بستگی به پوشش زمین و قدرت کلاس تلفن همراه دارد، یک MS در شبکه GSM می تواند تا هشت وات را ارسال کند اگر مانعی در سر راه نباشد یعنی بالاترین قدرت خروجی در یک Cell.

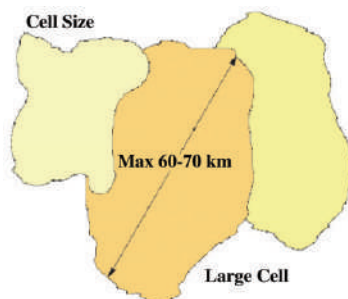
اهداف:

a- در سواحل و مناطق کنار دریا و هموار و کویری.

b- نواحی که مشترک کم دارد.

c- مناطقی که نیاز به کمترین تعداد Cell داشته باشد.

d- مناطق دور دست.



Microcells

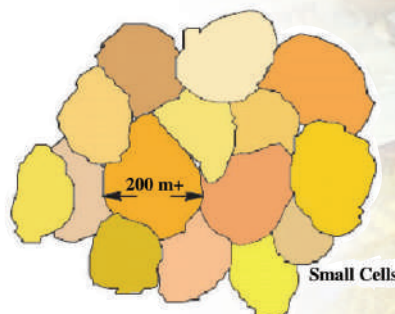
این نوع از سایز وقتی بکار می رود که در یک منطقه کوچک و از حدود 200 متر به بالا نیاز باشد.

اهداف:

a- مناطق شهری

b- تعداد مشترک زیاد باشد و یا به علت مانع، قدرت ارسال

کمتری نیاز باشد.

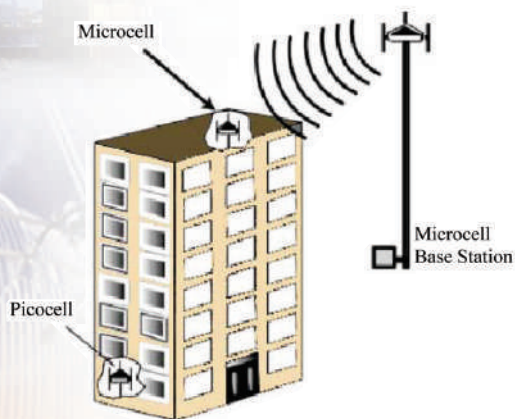


Microcells، این مراکز معمولاً در نواحی پر جمعیت استفاده می شود و با تقسیم نواحی کنونی به دکل های کوچکتر تعداد کانال های قابل دسترس و ظرفیت دکل افزایش می یابد. سطح قدرت دستگاه فرستنده که در این دکل ها استفاده می شود زیاد بوده و اختلالات بین دکل های همسایه را کاهش می دهد. تعدادی از Microcells ها بسته به نیاز ممکن است به کوچکی 0/1 تا 1 کیلومتر می باشد. گاهی تقسیم کردن دکل ها برای این استفاده خواهد شد که قدرت را کاهش دهد و مهمتر اینکه نقاط کور و شلوغ در شبکه را پوشش دهد. نیاز دیگر، دکل های پشتیبانی می باشد که گروهی از مردم خیلی نزدیک به هم یا استفاده کننده های مختلف را پوشش می دهد.



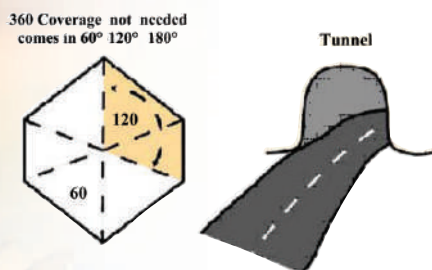


: Nanocell and Picocell



Picocell که در ساختمان قرار می‌گیرد انحصاراً نوع کوچکتري از Microcells است. فواصلی که با Picocell پوشش داده می‌شود تقریباً از 0.01 تا 1 کیلومتر می‌باشد، این‌ها در ساختمان‌های اداری برای دکل‌های کوتاه شده یا نزدیک به هم استفاده می‌شود که امروزه این تقاضای بخش تبدیلی شاخه‌ی خصوصی PDX یا شبکه‌ی محلی بدون سیم (WLAN) می‌باشد.

Selective Cells or Sectorized Cells:

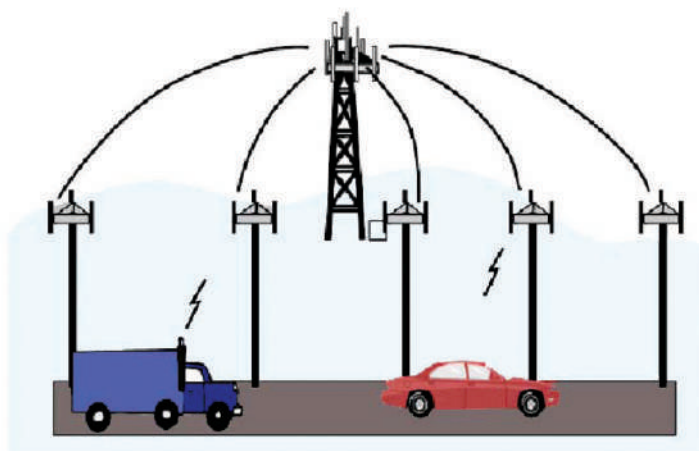


گروه کوچکی از استفاده‌کننده‌ها به خاطر هم جوارى به همدیگر و دکل‌های بزرگتر در اطراف، آنها را تقسیم (انشعاب) می‌کنند. همچنین Nanocells در زیرزمین (پایین ساختمان) نیز قرار می‌گیرد، جایی که فواصل برای این نوع دکل‌ها از 0.01 تا 0.001 کیلومتر است. اینها فقط کوچکتريين بخش‌هایی هستند که بین

ساختمان‌ها ساخته می‌شوند. شکل زیر ترکیبی از Microcells و Picocell را نشان می‌دهد.

: Umbrella Cells

در طول یک بزرگراه وجود سلولهای کوچک زیاد باعث Handoverهای فراوان در سلولهای مجاور میشود و برای حل این مشکل این نوع از سلول بوجود آمد. یک Umbrella Cells چندین Microcell را تحت پوشش خود قرار داده و MS را در انتخاب سلول کمک می‌کند. بدین گونه که وقتی که سرعت MS بسیار زیاد باشد در طول مسیر موبایل تقاضای Handoverهای زیادی می‌کند ولی Umbrella cell این موبایل را در پوشش خود قفل کرده و اجازه Handover را نمی‌دهد.

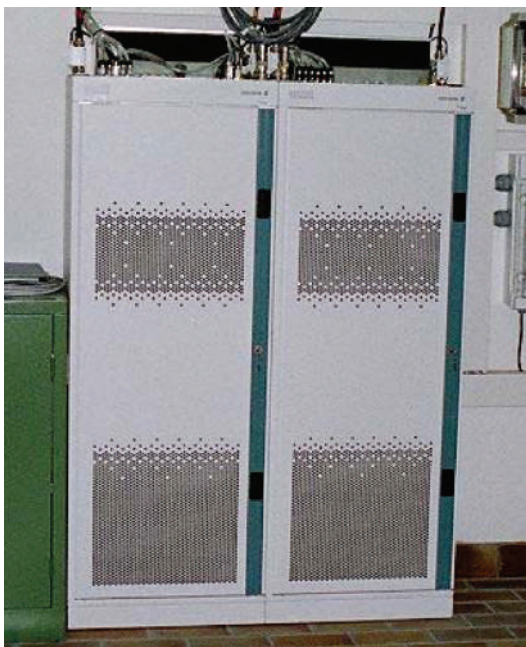




BSC:

دومین مرحله بعد از آنتن تلفن همراه (BTS) در شبکه دستگاهی است به نام BSC که مخفف آن (Base Station Controller) می باشد.

همانطور که از اسمش پیداست وظیفه کنترل چند BTS به عهده يك BSC است و کار آن بسیار با اهمیت می باشد. چون تنظیم یکسری از پارامترهای مهم شبکه که راجع به کیفیت مکالمه و تماس مطلوب است در این دستگاه تعریف می شود. مثلاً شما در حال صحبت با گوشی تلفن همراه خود هستید و در يك اتومبیل در حال حرکت نشسته اید و در حال صحبت خیابانهای متعددی را پشت سر می گذارید ولی همچنان به مکالمه خود ادامه می دهید در این حالت شما از چندین آنتن تلفن همراه گذشته اید و هر آنتن تلفن همراه شما را به آنتن دیگر دست به دست کرده است و کانال صوتی شما را با خود پاک کرده و به يك آنتن دیگر تحویل داده است. این مدیریت مکالمه که در حال حرکت اتفاق می افتد به HAND OVER معروف است و کنترل آن وظیفه BSC مرتبط با آن BTS می باشد. دیگر اینکه قدرت تشعشع (تلفن همراه) نیز در این دستگاه





تعریف می‌شود، بدین صورت که از طریق BSC بر روی خروجی يك آنتن مورد نظر تضعیف گذاشته می‌شود که فرکانس آن با آنتنهای دیگر تداخل نکند. ظرفیت BSC ها بر اساس TRX آنتن های متصل به آن تعریف می‌شود که در حال حاضر در ایران 128 ، 256 و 512 TRX آن در حال کار است.

در تهران چندین BSC در حال کار است و در بعضی استانها کل استان فقط با يك BSC کار می‌کند. لازم به ذکر است که BSC های استفاده شده در ایران ساخت شرکت های زیمنس ، نوکیا و اریکسون می باشد. یکی دیگر از وظایف BSC شناسایی BTS های معیوب است. این سیستم توسط نرم افزارهای خاص کنترل می‌شود.

BSC به عنوان مهمترین بخش قسمت رادیویی مطرح است چرا که با حجم کم سیستم آن دارای کارایی بسیار بالا می باشد.

BTS ها صرفا حکم يك واسطه رادیویی را بین BSC و گوشی تلفن همراه را دارند که قدرت خروجی آنها حتی با BSC معین می‌شود.

هر BTS با هر ساختاری که دارد در BSC مرتبط با خود دارای يك دیتا بیس می باشد این دیتا بیس شامل فرکانس هایی که BTS باید با آن کار کند و شماره های LAC و CI و شماره تایم اسلات هایی که بر روی خطوط انتقال باید از آن استفاده کند می‌باشد. تعداد کانال های صوتی و سیگنالینگ و ... همه و همه بر روی این سیستم تعریف می‌شود. در ضمن پارامترهای بسیار زیادی نیز برای بالا بردن کیفیت مکالمه و روش های متفاوتی برای این کار در BSC تعبیه شده است.

۳- زیرسیستم مرکز نگهداری و پشتیبانی : (OMC)

شامل فانکشنهای نگهداری و پشتیبانی تجهیزات GSM می باشد و پشتیبانی رابط اپراتور شبکه را نیز برعهده دارد.

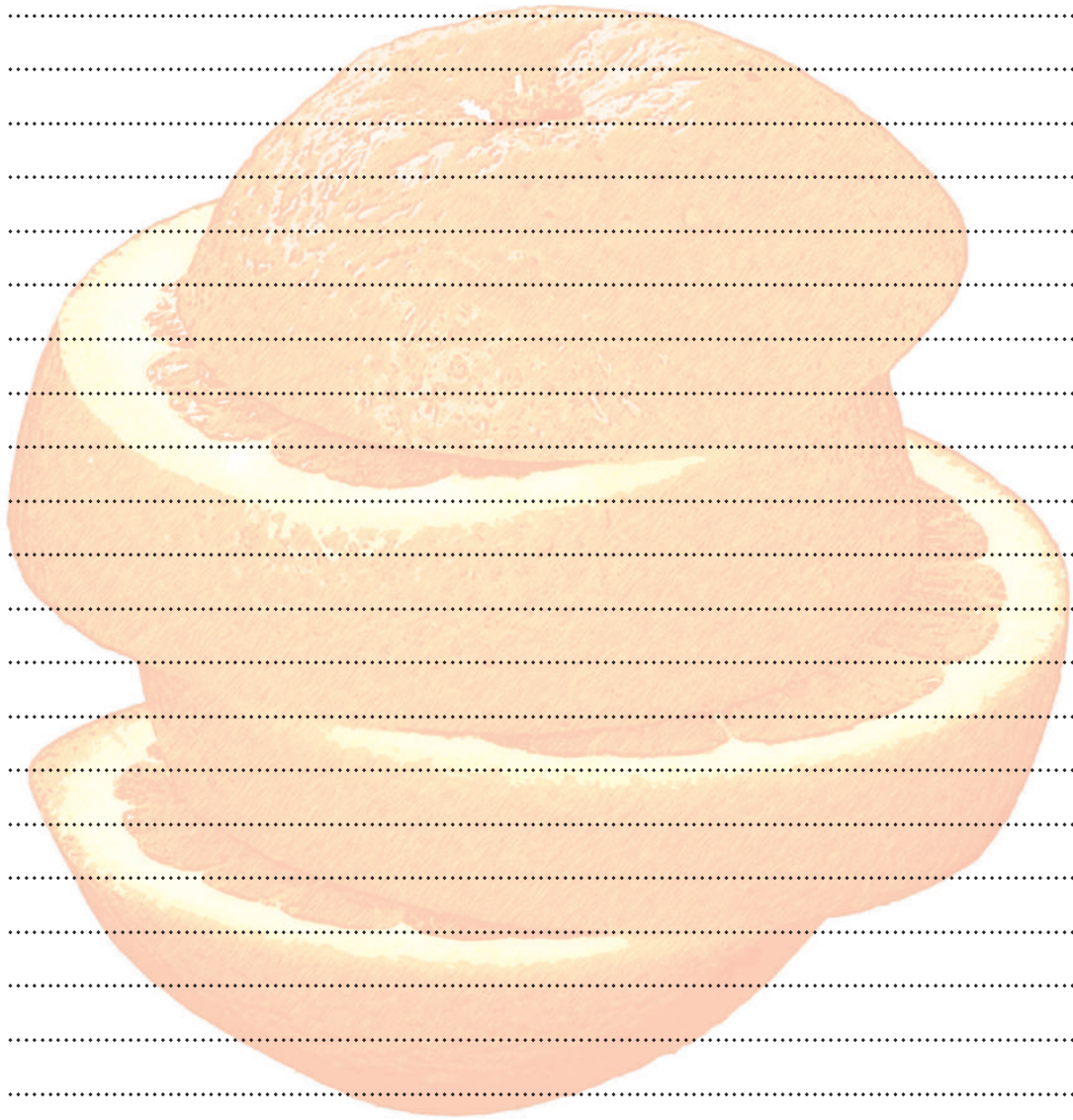
OMC به تمام تجهیزات داخل سیستم سوئیچینگ و BSC متصل می‌شود. در حقیقت عملیاتی نظارتی GSM يك کشور را انجام می دهد (مانند دادن صورتحساب) و یکی دیگر از مهمترین ویژگی های آن هم، عملیات نگهداری HLR يك کشور است.

بسته به سباز شبکه هر کشور می‌تواند بیشتر از يك OMC داشته باشد. مدیریت سراسری و متمرکز شبکه نیز توسط مرکز مدیریت شبکه NMC انجام می‌پذیرد. OMC نیز مسئول مدیریت منطقه شبکه می‌باشد.





یادداشت :



۹۲





یادداشت :

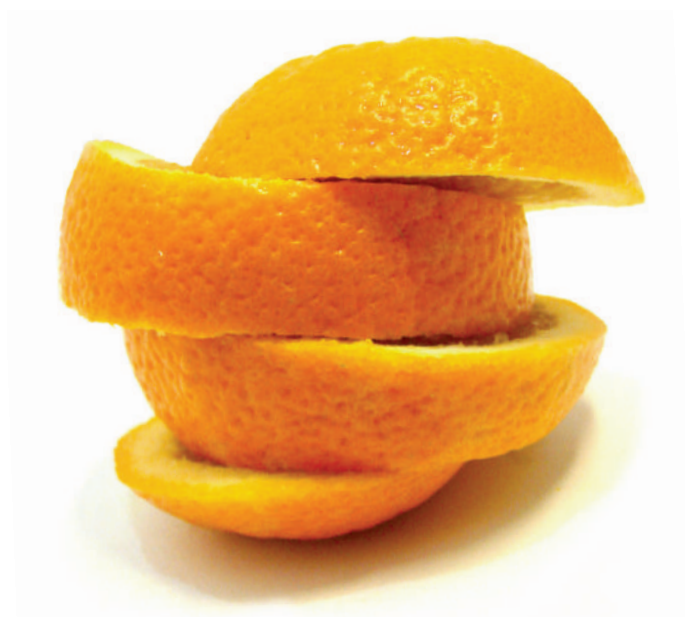


۹۳



فاسوم

سخت افزار





صفحه های نمایش :

LCD (Liquid Crystal Display)

ماده سه حالت جامد، مایع و گاز دارد که به تازگی هم دو حالت دیگر به آن اضافه شده است. جامدات شکل خاصی دارند، یعنی مولکولها به علت جاذبه، آرایش خاصی نسبت به یکدیگر داشته و نمی توانند آزادانه به هر سو حرکت کنند. ولی مولکولهای مایعات چنین حالتی نسبت به هم ندارند و در کل حجم مایع در حرکت اند. کریستالهای مایع موادی هستند که ظاهر مایع دارند، اما مولکولهای آنها آرایش خاصی نسبت به هم دارند، درست مثل جامدات. به همین دلیل کریستال مایع خصوصیتی شبیه مایع و جامد داشته و به این علت با چنین اسم متناقضی خوانده می شوند. این مواد به شدت نسبت به دما حساس می باشند و اندکی حرارت لازم است تا آنها را به مایع واقعی تبدیل کند، یا اندکی سرما می تواند آنها را به شکل طبیعی خود تبدیل نماید. به همین دلیل است که LCDها در مقابل تغییر دما عکس العمل نشان داده و به عنوان دماسنج طبی نیز استفاده می شوند. جالب این است که به دلیل همین حساسیت نمی توان از کامپیوترهای کیفی یا نظیر آن در هوای بسیار سرد و یا مثلاً در هوای بسیار گرم ساحل استفاده کرد. در این وضعیت معمولاً LCDها عکس عملهای عجیبی از خود نشان می دهند.

انواع مختلفی از مواد شناخته شده اند که در دمای معمولی چنین خصوصیتی دارند. اما دسته ای از آنها نیز وجود دارند که به جریان الکتریسیته هم حساس می باشند و مولکولهای آنها متناسب با جریان ورودی چرخش نموده و تغییر زاویه می دهند. این خصوصیت عجیب، خاصیت جالبی هم دارد. وقتی نور از درون یک کریستال مایع عبور کند، پلاریزاسیون یا قطبیت آن همجهت با مولکولهای کریستال می شود. که از همین خاصیت، برای ساخت LCDها استفاده می شود. با این توضیح که چون کریستالهای مایع شفاف و هادی هستند، به راحتی می توان آنها را در جریان الکتریسیته قرار داده و نور را از آنها عبور داد. برای این کار به جز کریستال مایع به دو تکه شیشه پلاروید (قطبشگر) هم نیاز است. اگر دو تکه از این شیشه ها را روی هم قرار دهید، نور به راحتی از آن عبور می کند. ولی وقتی یکی از آنها را 90 درجه نسبت به دیگری بچرخانید، دیگر نور عبور نمی کند. این اتفاق به این دلیل روی می دهد که هر شیشه نور را فقط در محور خاص خود عبور می دهد. اگر دو شیشه هم محور باشند، نور به راحتی عبور می کند اما اگر محورها با هم زاویه 90 درجه داشته باشند نور عبور نخواهد کرد.

برای ساخت LCD دو شیشه پلاروید را با 90 درجه اختلاف زاویه نسبت به هم قرار می دهند و یک کریستال مایع بین آنها می گذارند. وقتی کریستال به جریان برق وصل نباشد، نور از قطبشگر اول می گذرد و وارد کریستال مایع می شود. جهت آن نیز 90 درجه تغییر کرده و به همین دلیل از قطبشگر دوم نیز عبور نموده و به چشم می رسد. اما وقتی که جریان به کریستال وصل باشد، نور دیگر چرخشی نخواهد داشت و نمی تواند از کریستال دوم عبور کند. ساختن یک LCD همان طور که در بالا توضیح داده شد، بسیار ساده تر از آن است که به نظر می آید. فقط به یک ساندویچ شیشه و کریستال نیاز داریم. اما همین ساندویچ ساده 80 سال پس از کشف کریستال مایع ساخته شد. کریستال مایع را یک گیاه شناس اتریشی در سال 1888 برای اولین بار در حین ذوب جامدی از مشتقات آلی کشف کرد. اما اولین LCD را یک کارخانه آمریکایی در سال 1968 ساخت. تکنولوژی ساخت LCD هر روز کامل تر شده و جای بیشتری در





صنایع امروز به خود اختصاص می‌دهد. البته هنوز هم تحقیقات برای ساخت نمونه های بهتر و مدرن تر این وسیله ادامه دارد.

انواع LCD در تلفنهای همراه:

LCD از نظر ظاهری دارای دو نوع می باشد.

LCD های رنگی و تک رنگ.

۱- LCD تک رنگ (Monochrome LCD)

۲- LCD های رنگی (Color LCD) که این دسته دارای چند نوع می باشد.

انواع LCD های رنگی پرمصرف در گوشی :

۱- TFT (Thin Film Transistor LCD) وضوح تصویر در این نوع LCD بالا بوده و ضخامت کمتری دارند ولی گران قیمت می باشند.

۲- STN (Super Twisted Nematic) قیمت آن ها از TFT کمتر بوده ولی وضوح TFT را ندارد.

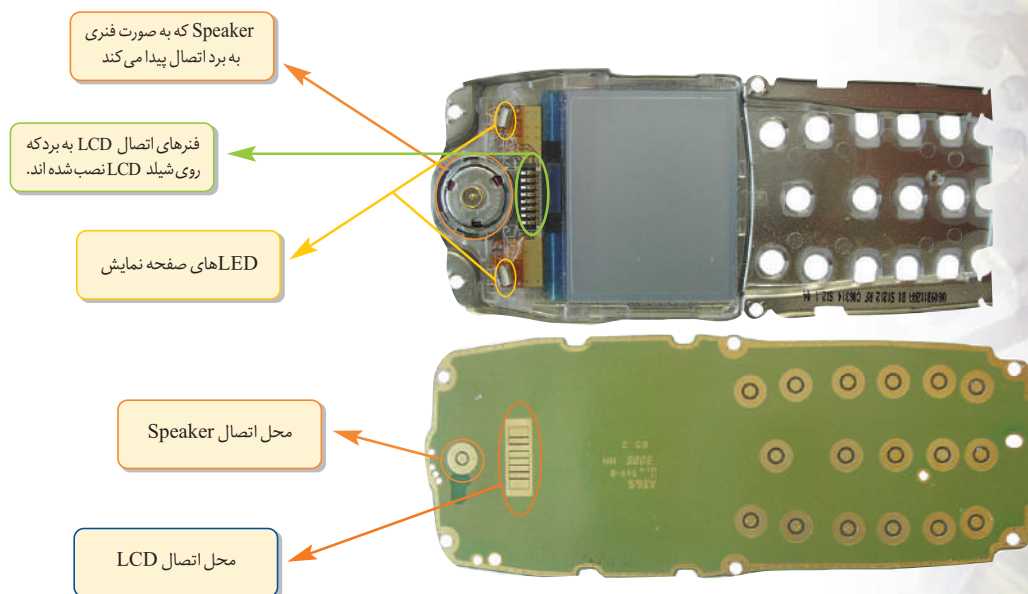
۳- TFD (Thin Film Diode) ارزان تر بوده و از وضوح تصویر TFT نیز برخوردار می باشد.

البته LCD های دیگری از نوع UFB (Ultra Fine Bright) و SBE (Super Birefringence Effect) و EAD (Extreme Aperture Design) در گوشی های تلفن همراه به چشم می خورد که در صورت نیاز به اطلاعات بیشتر در مورد ساختمان و عملکرد این LCD ها می توانید به سایت اطلاع رسانی www.Poul-Mobile.com مراجعه نمایید.

انواع ارتباطات LCD با برد:

LCD از لحاظ ارتباط با برد دارای ۵ حالت مختلف است که عبارتند از:

- ۱- فنری ۲- پدی ۳- سوکتی ۴- لحیمی ۵- کابل های قابل انعطاف
- ۱) **روش فنری (Spring):** برای اتصال پایه های LCD به برد از یکسری فنر به اشکال مختلف استفاده می شود این فنرها بعضی اوقات روی برد و نیز در بعضی مواقع روی قالب LCD نصب می شوند.



(Nokia 1100)





درایور LCD که غیر قابل تعویض می باشد

محل اتصال LCD به برد

Speaker

کلید On/ Off چهار پایه

محل اتصال Speaker به برد

Buzzer زنگ از نوع لحیمی

فنرهای اتصال برد LCD به

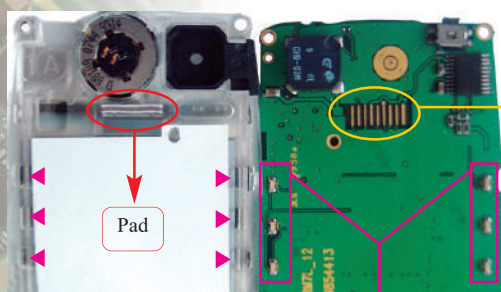
فنرهای اتصال برد LCD به

(Nokia 5210)

LED های مربوط به Key pad

۲ روش پدی (Pad): در این

روش برای اتصال بین برد و LCD از یک اسفنج غیر رسانا که دارای خطوط رسانا می باشد استفاده می کنند حالت خرابی در این نوع اتصال LCD بسیار زیاد است و در گوشی های جدید کمتر مورد استفاده قرار می گیرد.



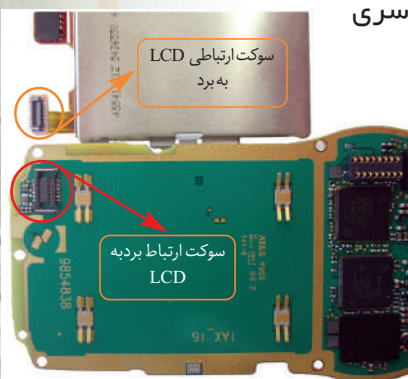
محل اتصال Pad به برد

(Nokia 8210)

LED های مربوط به روشنایی LCD

۳ روش سوکتی (Socket): برای ارتباط بین LCD و برد از یک سری

سوکت های نر و ماده و یا سوکت های گیره ای استفاده می شود.



سوکت ارتباطی LCD به برد

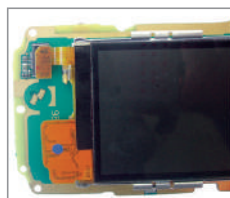
سوکت ارتباط برد به LCD

(۱)

Nokia 6630



(۲)



(۳)



(۴)

سخت افزار

۹۷

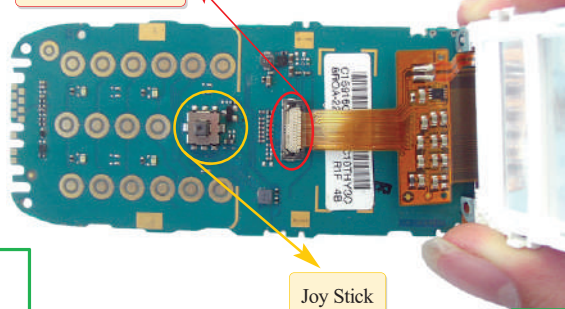
پایان



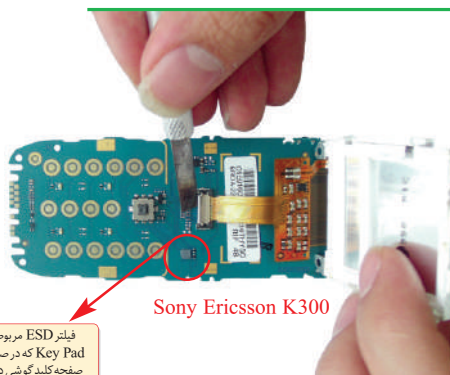


نکته : در هنگام باز کردن گوشی برای عدم انتقال الکتریسته ساکن بدن به برد در صورتی که از دستکش استفاده نمی‌کنید حتما از دستبند ESD استفاده نمایید.

سوکت ارتباط برد به LCD به صورت گیره ای



Joy Stick



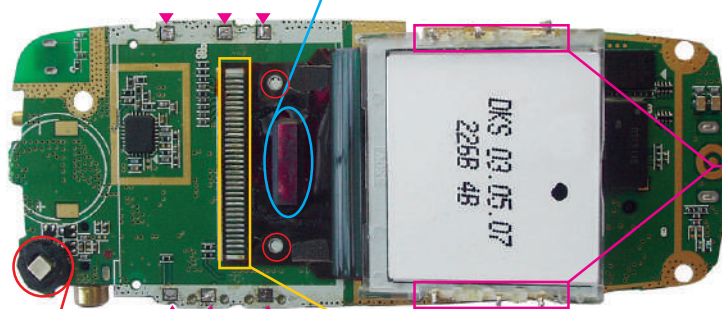
Sony Ericsson K300

فیلتر ESD مربوط به مسیر Key Pad که در صورت خرابی صفحه کلید گوشی دچار مشکل می‌شود.

باز و بسته کردن سوکت می‌بایست با دقت کامل و روش صحیح انجام شود تا به سوکت یا محل اتصال LCD به سوکت آسیبی نرسد.

۴) روش لحیمی (Solder Connection): پایه های LCD از طریق قلع و هوپه ESD به برد متصل می شود.

درایور LCD که غیر قابل تعویض می باشد.



LED های مربوط به LCD که روی کاور LCD نصب شده اند

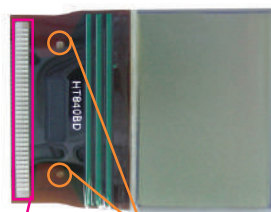
(Samsung N620)

Service Light: دیود نورانی مربوط به سرویس (چراغ سرویس)

محل اتصال پایه های LED

محل اتصال LCD به برد

محل اتصال پایه های LCD



پایه های LCD جهت اتصال به برد

این دو نقطه جهت تنظیم LCD در موقع نصب می باشد که باید با دو نقطه ای که روی برد وجود دارد تطبیق داده شود.

سخت افزار

۹۸

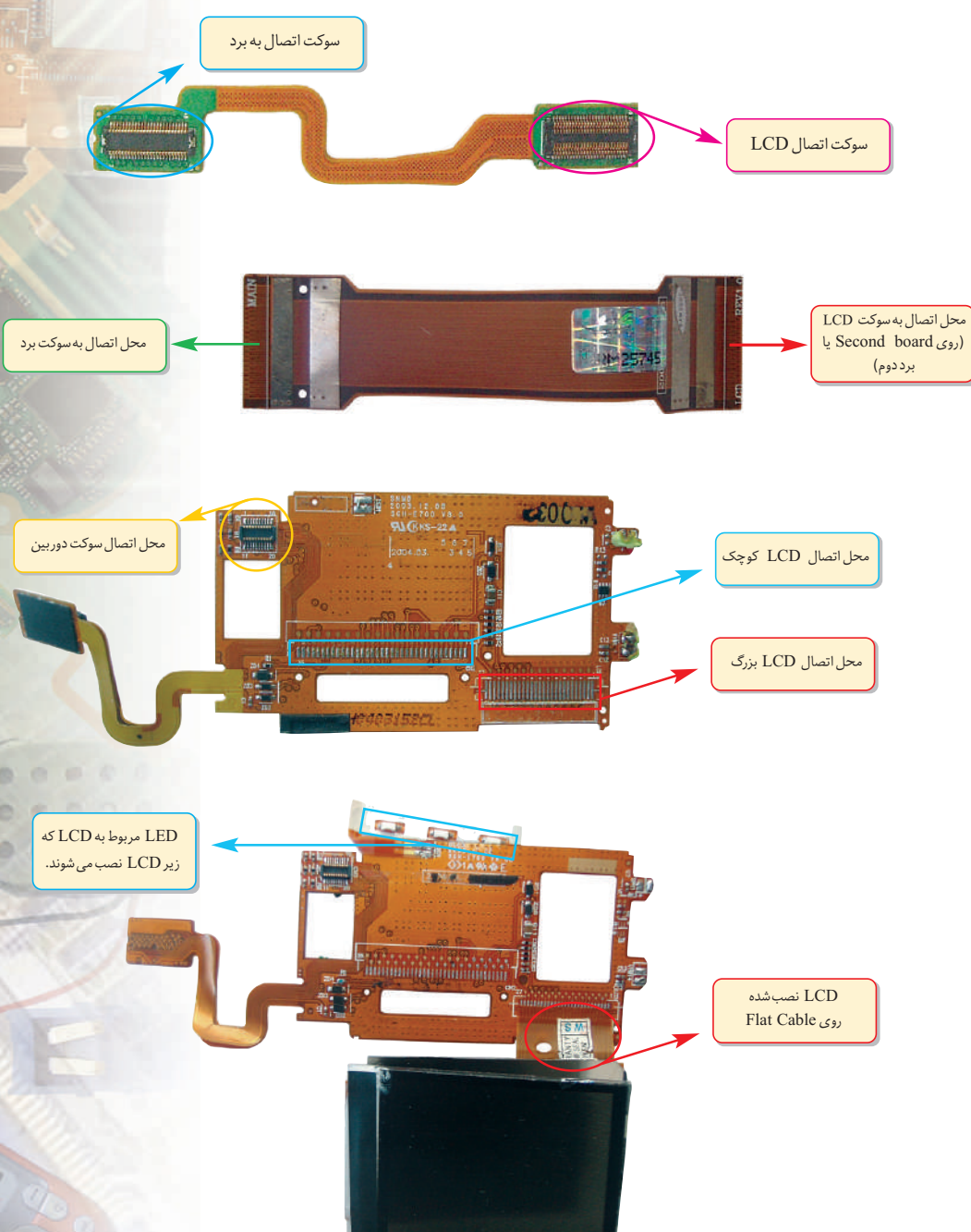


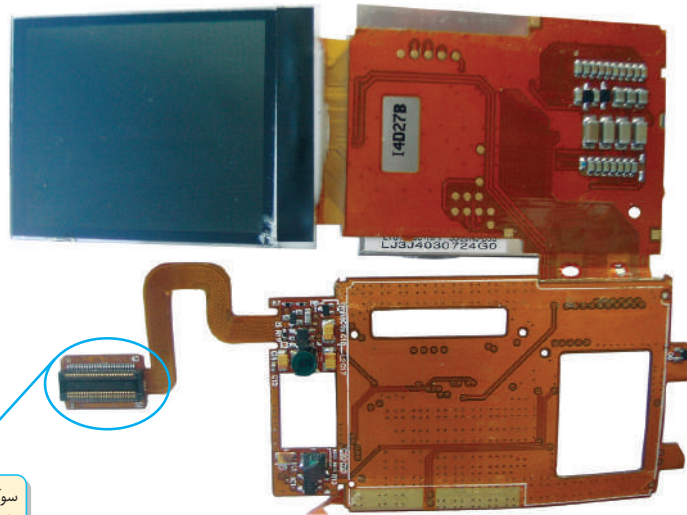


۵) کابل‌های قابل انعطاف (Flexible): این روش معمولاً در گوشی‌های درب‌دار و کشویی مورد استفاده قرار می‌گیرد که معمولاً فاصله بین LCD و برد بیشتر شده و برای پوشش این فاصله از رابط‌های قابل انعطافی استفاده می‌شود. این رابط‌ها دارای دو نوع می‌باشند:

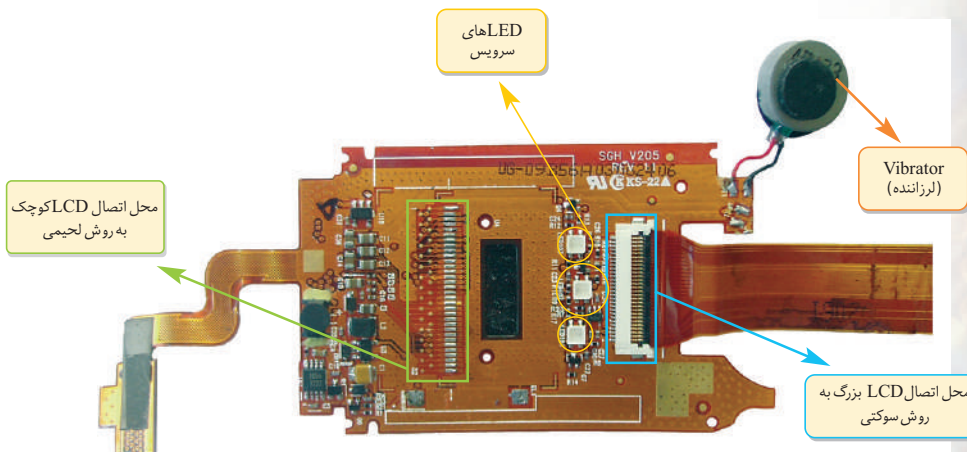
- ۱- Flat یا تخت
- ۲- سیم افشان.

حالت خرابی در کابل‌های قابل انعطاف از نوع Flat زیاد می‌باشد و تقریباً 90% ایرادات تصویر در گوشی‌های کشویی و درب‌دار مربوط به قطعی در همین رابط‌ها می‌باشد که با تعویض آنها ایراد تصویر برطرف می‌شود. در اشکال پایین چند نمونه از Flex از نوع Flat را مشاهده می‌کنید.





سوکت اتصال Flat به برد که از طریق آن قسمت‌هایی مثل LCD و Speaker.Vibrator به برد وصل می‌شوند.



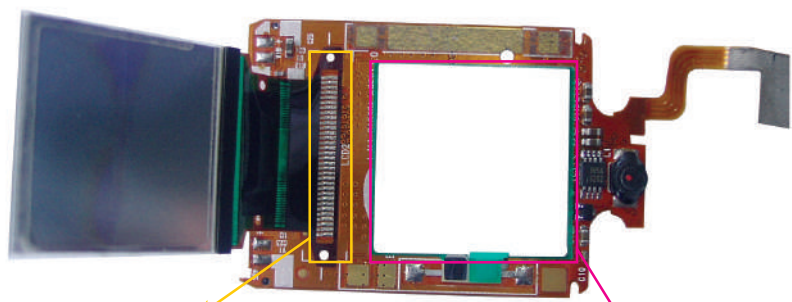
سرویس LED های

Vibrator
(لرزاننده)

محل اتصال LCD کوچک به روش لحیمی

محل اتصال LCD بزرگ به روش سوکتی

LCD بزرگ به وسیله سوکت با Flat ارتباط برقرار می‌کند و LCD کوچک به صورت لحیمی.



اتصال LCD کوچک به روش لحیمی

نتون
(تأمین کننده نور LCD کوچک)

سخت افزار

پایه

