بسم الله الرحمن الرحیم

می خوام یه اسیلوسکوپ خوب بخرم

این مقاله به صورت متن باز و کاملا رایگان انتشار داده شده و کپی کردن از اطلاعات این مقاله با ذکر منبع هیچ مشکلی نداره . کل تلاش و وقت صرف شده روی تهیه این مقاله برای کمک به مهندسان و علاقه مندان به الکترونیک و برق صرف شده که در دنیای اسیلوسکوپ ها سرگردان نشن و در کمترین زمان ممکن به بهترین انتخاب دست پیدا کنن . نثر و نوشتار این مقاله به صورت محاوره ای هست و سعی شده در عین روان و گویا بودن ، تا حد امکان خواننده رو خسته نکنه و قابل حضم و درک باشه.

یه صلوات برای ظهور امام عصر (عج)

این مقاله هدیه ای هست برای رشد و تعالی هر چه بیشتر علم در کشور عزیزمون ایران

دوستانی هم که اطلاعات کاملتری دارن ، لطفا اگر اشکالی یا غلط املایی و یا اینکه مطلبی رو که از قلم افتاده، مشاهده کردن اصلاح کنن یا به اطلاع بنده برسونن تا اصلاح بشه یا اینکه براشون فایل اصلی رو ارسال کنم.

خلیل آلبوغبیش ۰۹۳۷۲۵۲۹۶۹۹

Kh.alboghobeish@gmail.com

یه روز شروع کردم به گشتن برای خرید یه اسیلوسکوپ خوب با توجه به وسع مالی خودم، که متوجه شدم بجز فروشگاه های اینترنتی (ساکن تهران نیستم) و کاتالوگ ها هیچ اطلاعات دیگه ای گیرم نمیاد و خیلی های دیگه هم مثل خودم سرگردان دارن میگردن و دریغ از جواب های کامل بجز معرفی چند مدل که دست به دامن سایت های خارجی شدم و کلی اطلاعات خوب دستم رو گرفت و من رو به بهترین انتخاب برای خودم رسوند . توی حدود دو یا سه ماه گشت و گذار توی دنیای مجازی متوجه شدم که یه خلاء بزرگ تو نوع نگاهم به انتخاب و خرید وجود داره و اصلا خودم هم نمی دونستم دقیقا دارم دنبال چی میگردم . با وقت و حوصله کافی و عنایت خدا رسیدم به یه بنده خدای خارجی که اونم دنبال اطلاع رسانی رایگان به دیگرانه (البته بعدا پول لایک ها و مقدار بازبینی صفحات رو از youtube میگیره) و غیر از ویدیوهایی که توی یوتیوب گذاشته حتی یه وبسایت با یه انجمن واسه این کار اختصاص داده و خیلی های دیگه هم میان و نظر میدن یا اینکه سوال میکنن (لغت EEVblog رو جستجو کنید که توسط مهندس David L. Jones مدیریت میشه)

بعد از خرید تصمیم گرفتم که زمان صرف شده خودم رو در اختیار همه بزارم که دیگه کسی به خاطر سرعت اینترنت و عدم آموزش، الکی وقتش رو هدر نده و با کمترین زمان ممکن بره پی کار و محصولی که توی فکرشه .

قبل از اینکه وارد این مبحث طولانی و پر بحث بشیم باید یه تعریف تو مغز ما شکل بگیره تا الکی وقت خودتون رو صرف این مقاله نکنیم (البته خوندنش خالی از لطف نیست)

اسیلوسکوپ چیست ؟ وسیله ای است که سیگنال را در محورهای ولتاژ به زمان در صفحه ای دو بعدی نشان میدهد .

تقریبا خیلی ها تعریف بالا رو میدونن اما کم بهش دقت میشه با اینکه خیلی ساده بیان میشه (چی گفتم). مثلا برای دیدن مقدار ولتاژ یه بخش از مدار میشه از مولتی متر استفاده کرد اما با مولتی متر به سختی میشه درک درستی از نحوه و نوع و میزان تغییرات همون سیگنال بدست اورد.

پس تقریبا میدونیم چرا باید هزینه ای به این مقدار (کم نیست انصافا) رو متحمل بشیم.

قبل از شروع مقاله و اینکه چه مارک یا مدلی رو بخریم اول چندتا سوال مطرح میکنم که وجودشون در ذهن پرسشگر خالی از لطف نیست (چرا مارک و مدل نمیگم که خیال خیلی ها راحت بشه و

راحت برن یه دونه از بازار بخرن و دعام کنن ؟؟؟؟ چون این مقاله فقط واسه امروز نیست و قراره بعدها هم دیگران بتونن ازش استفاده کنن و اینکه روز به روز مدل های جدیدتر و قوی تر و با تکنولوژی های بیشتری داره وارد دنیای برق میشه و از اون طرف هم وزن جیب هامون متفاوته و سلیقه هامون هم از زمین تا آسمون با هم فرق دارن (چقدر نمونه تو بازار هست!))

اما برگردیم و چندتا سوال تو ذهن خودمون بکاریم :

۱- اسیلوسوکوپ برای چی بخرم؟
۲- محدوده کاری من چیه و اینکه برای چه کاری میخوام هزینه کنم؟
۳- چقدر پول دارم (امان از دلار)؟
۴- دنبال مارک خاصی هستم یا اینکه برای کار خاصی میخوام هزینه کنم؟
۵- اسیوسکوپ دیجیتال یا آنالوگ؟
۶- فرکانس کاری مورد نیاز من چقدره؟
۷- چه امکاناتی لازمه کار منه و اینکه کدوم تکنولوژی ها بدردم میخوره؟
۸- و .....

فکر کنم الان دیگه مغز خیلی ها رو درگیر کردم (سوالات بالا رو با دقت بیشتری بخونید و دوباره بهشون فکر کنید چون میتونه در بهترین انتخاب خیلی خیلی کمک کنه(مثل خودم))

اول میرم تو حاشیه که برای چی میخوام هزینه بالایی رو متقبل بشم و یه اسیلوسکوپ رو بخرم؟ ببیند اگه کار مربوط به تعمیرات یا طراحی باشه سوال اول مهم میشه . در بعضی از مواردی که مربوط به مباحث تعمیرات الکترونیک یا برق قدرت یا مخابرات هست، وجود وسیله ای که بتونه ماهیت و شکل موج خروجی رو نشون بده واقعا لازمه اما در بعضی موارد بودن یا نبودن این وسیله فقط هزینه اضافه محسوب میشه و تقریبا کارایی نداره چون وسایل اندازه گیری دیگه وجود دارن مثل اسپکتروم آناللازر ها یا مولتی متر ها یا میگر ها یا وات متر ها یا اختالاف فاز سنج ها و .... (متاسفانه حتی در دانشگاه هم به درستی کسی به آدم نمیگه که دنیا چقدر پیشرفت کرده و ما الان کجای این دنیای مدرن هستیم)

حالا بخش دوم مربوط طراح های سیستم های مخابراتی یا الکترونیکی و کنترلی یا برق قدرتی یا حتی گروهای کامپیوتر هست (دوستان عزیز و مهندسان و حتی برق دوستان اگر اسم رشته ای رو نمیارم دلیل بر نیاز نداشتن یا نشناختن اون نیست اما شما به بزرگواری خودتون ببخشید)

این گروه (طراحان سیستم) بسته به نوع فعالیشتون باید نیاز سنجی کنن که چقدر الان به اسیلوسکوپ نیاز دارم و اینکه چقدر دیگه میتونم پول جمع کنم (کار این گروه در انتخاب کردن کمی سخت تره)

با یه اسیلوسکوپ میشه ولتاژ به زمان رو دید که شامل اندازه گیری ولتاژ یا جریان یا دیوتی سایکل یا توان یا فرکانس میشه (اینایی که گفتم کارهای اصلی یه اسیلوسکوپ هست). با اسیلوسکوپ حتی میشه میزان و ظرفیت یه خازن یا سلف یا حتی مقدار مقاومت رو با دقت خوبی محاسبه کرد ولی بهتره از LCR متر یا مولتی متر استفاده کرد چون هم ارزون تره(نسبی عرض میکنم) و هم دقیقتر یا اینکه میشه با اون توالی فازها رو دید اما توالی سنج ها خیلی خیلی ارزون تر هستن، یا میشه میزان انحراف ولتاژ به جریان رو محاسبه کرد (مباحث پسفاز و پیشفاز) اما کسینوس فی متر هم هست یا .... و خیلی موارد دیگه که انصافا کم نیستن ، پس باید دید واقعا به اسیلوسکوپ نیاز هست یا اینکه میشه با هزینه خیلی کمتر وسیله دیگه ای خرید که شاید دقت اون خیلی بالاتر از یه اسلوسکوپ باشه.

فکر کنم خیلیا رو دلسرد کردم اما باید مهندس یا تعمیرکار بهترین ابزار رو بسته به نیازش تهیه کنه (ابزار مناسب در کنار یه نفر خوب میتونه واقعا کار رو عالی پیش ببره)

حالا نوبت سوال دوم میشه . من واسه کجا میخوام خرید کنم :

به موارد زیر دقت کنید که شامل نوع فعالیت و نحوه کار خریداره

۱- کارگاه تولید یک محصول خاص خانگی ، صنعتی ، پزشکی یا نظامی
۲- مجتمع های دانشجویی یا دبیرستان ها یا کارگاه های تحقیقاتی
۳- کارگاه های خانگی (به قول این خارجیا Hobby work)

تو این مرحله شما تصمیم میگیری که اگه نیازم اینه پس بهتره در همون حد هم هزینه کنم و بیشتر از کارم و نیازم میشه هزینه های اضافه و دور ریختن پول (دور نمیره اما دیگه نمیتونی باهاش یه وسیله کاربردی دیگه بخری و پولت رو بیجا خرج کردی)

این بخش از بحث میتونه خیلی مهم باشه چون مثل خرید وانت واسه باربری بین شهری یا خرید یه سواری میلیونی واسه مسافر کشی باشه (فکر کنم فقط خودم فهمیدم چی گفتم)

داستان مثل تفاوت کاربرد لیوان با تنگ و مخزن آب میمونه (واسه بی سوادی مثل خودم دارم توضیح میدم ، لطفا کسی از دست بنده ناراحت نشه)

دنیای اسیلوسکوپ ها رو میشه به سه دسته تقسیم بندی کرد:

۱- اسیلوسکوپ های گران قیمت که امکانات بالایی دارن ، اسم دهن پر کن دارن ، سالها تجربه پشت طراحی اونا هست و میشه گفت بالاترین کلاس کاری و دقت و امکانات مال همین دسته هست
۲- اسیلوسکوپ های میان رده که امکانات کمی ندارن (نه به اندازه دسته اول) ، تجربه خوبی در طراحی و ساخت اونها وجود داره ، بعضی از اونها متعلق به شرکت های کارکشته و با تجربه ای در دنیای الکترونیک هستن اما کیفیت ساخت و عمر مفید و دقت کاری این دسته از گروه اول کمتره
۳- اسیلوسکوپ های ارزان قیمت که امکانات به مراتب کمتری نسبت به گروه اول دارن اما باز هم در بعضی از اونها چیزای خوبی میشه دید ، عموما طراحی این دسته توسط شرکت های دارای تجربه کمتر و جدیدتر انجام میشه (به معنای بد بودن این محصولات نیست) ، کیفیت ساخت به مراتب از دسته اول کمتره ، عمر مفید این دسته به شرکت سازنده اون بستگی داره ، دقت و کلاس کاری این دسته از اسیلوسکوپ ها از دسته اول کمتره اما بعضی شرکت های موجود در بازار واقعا بد کار نکردن و میشه بهشون واسه خیلی از کارها تکیه کرد

خرید در سه دسته بالا و انتخاب اسیلوسکوپ مناسب به وزن جیب و نوع نیاز و نحوه استفاده شما بستگی داره. اصلا سوالات اول مقاله رو دست کم نگیرید چون از اینجا به بعد خیلی از نکاتی که باید در خرید خودتون لحاظ کنید رو با کمک سوالات اول مقاله با هم بررسی میکنیم (چه شود).

سوال سوم و چهارم ارتباط مستقیمی با هزینه ها و استفاده از یه اسیلوسکوپ دارن. یکمی بیشتر توضیح میدم :

شرکت های بزرگ و کوچیک زیادی در حال طراحی و تولید انواع محصولات هستن که هر کدوم از این شرکت ها دارای تجربیات و طراحی های مختص خودشونن . با توجه به اطلاعات خودم بعضی از این شرکت ها رو معرفی میکنم :

۱- Tektronix : یه شرکت آمریکایی ، دارای سابقه طولانی و از قدیمی هاست که همچنان با قدرت در حال طراحی هست . امکانات تعبیه شده در دستگاه های این شرکت تقریبا کامله و حرفی در این مورد نیست دقت کاری این شرکت بالاست اما قیمت های محصولات این شرکت خیلی خیلی بالاست حتی در محصولات ساده و قدیمی این شرکت
۲- LeCory : کمتر از شرکت تکترونیکس نیست و جزو رقبای اون شرکت محصوب میشه. آمریکایی با قیمت های نجومی و امکانات عالی
۳- Keysight : مثل دو مورد بالا
۴- Agilent : شرکتی با تجربه و با قدرت در تولید مثل سه مورد بالا
۵- Fluke : یه آمریکایی دیگه با قیمت های بالا اما در مورد اسیلوسکوپ در حد چهار شرکت اول نیست چون تنوع محصول بسیار کمتری داره و بیشتر دنبال محصولات قابل حمل واسه کار در بیرون از کارگاه هست اما محصولات قابل حمل با امکانات خوبی تولید کرده . این شرکت بیشتر روی باقی محصولاتش که حالت صنعتی دارن کار میکنه
۶- Yokogawa : یه شرکت ژاپنی و دارای اسم و رسم که بیشتر محصولات قدیمی اون تو ایران پیدا میشه (دست دوم) و تقریبا تو بازار ایران شناخته شده نیست . کمتر از شرکت های بالا نیست و کلاس کاری و دقت خیلی بالایی در محصولاتش مشاهده میشه
۷- Leader : یه شرکت ژاپنی دیگه اما فقط میشه تو دست دوم فروشی ها پیداشون کرد (انگار سالهاست تولید رو قطع کردن ، شاید هم مثل یوکوگاوا وارد ایران نمیشه)
۸- Hameg : این شرکت آلمانی که واقعا پا به پای رقبای آمریکایی خودش در حال تولید محصولات رده بالا و رده متوسطه ولی این کیفیت بالای کار اونا مشکل قیمت بالای محصولات رو واسه خریدار بوجود میاره

۹- Rohde& Schwarz : این شرکت هم آلمانیه و یه رقیب سرسخت واسه شرکت های رده بالاست. از کیفیت بالا تا محصولات متنوع با امکانات بالا خصیصه کاری این شرکته اما باز هم قیمت های کشنده اون میتونه آدم رو دلسرد کنه

تا این جا شرکت های رده بالا و با محصولات خیلی خوب معرفی شد و از اینجا به بعد میریم برای آشنا شدن با بعضی شرکت های رده متوسط و رده پایین که تقریبا بازار رو تسخیر کردن .

۱۰- Good will instek : شرکتی مستقر در تایوان ، تقریبا خط مشی موارد بالا رو دنبال میکنه و محصولاتش رو با کیفیتی خوب و تنوع بالا به بازار عرضه میکنه ، تا امروز این شرکت سعی کرده پشتیبانی خوبی واسه محصولاتش ارائه بده و دنبال کپی کردن از بالا دستی ها نیست . یه مارک شناخته شده تو بازار ایرانه و قدمت کاری کمی هم نداره . تو کل دنیا فروش داره و از کیفیت کارش تعریف میشه

۱۱- Rigol : شرکتی چینی ، طراح (کپی نمیکنه) ، کیفیت متوسط رو به بالا ، تنوع خوب ، بعضی ها دوست دارن بگن مال انگلستانه اما نیست ، اگر اشتباه نکنم یه زمانی (و شاید حتی تا الان هم) برای یکی از شرکت های آمریکایی (یادم نمیاد کدومشون) مدل های متوسط و پایین رده رو مونتاژ و تولید میکرد که این امر باعث شده از تجربیات خوبی هم بهره مند بشه. این شرکت در دنیا فروش خوبی به عنوان محصولات با قیمت مناسب داره

۱۲- Pico(Pico scope) : یه شرکت بسیار حرفه ای در تولید کارت های اسیلوسکوپ و رده بالا که قیمت های نجومی هم همراه محصولات خوبشون هست ، دارای سابقه ای طولانی در طراحی و امکانات عالی در محصولات ، توی رده کاری خودش خیلی حرف برای گفتن داره

۱۳- Siglent : شرکتی با محصولات رده متوسط و پایین رده که کیفیت ساخت بدی ندارن و در دنیا هم شناخته شده هستن ولی نه به قدرت rigol . این شرکت توی چینه و در تولید محصولات ارزان قیمت شرکت LeCory باهاش همکاری داره (منظور از ارزان اینجا نسبت به محصولات خود شرکت لکوری هست)

۱۴- Hantek : یه شرکت چینی که محصولات متنوعی داره و داره پا به پای رقبای چینی خودش پیش میره ، قیمت کمتر و امکانات کمتر (به نسبت باقی) در محصولات اون قابل مشاهده هست و نباید ازش زیاد انتظار داشت که مثلا چرا از فلان شرکت بهتر نیست . به عنوان محصولات دارای قیمت پایین شناخته میشه

۱۵- Owon : این شرکت (تولید اسیلوسکوپ) در چین مستقره ولی بعضی ها دوست دارن بگن که کره ای هست (نمی دونم چه اصراریه) ، محصولات متنوع و زیادی داره ، کیفیتش روز به روز بهتر میشه اما هنوز به Rigol نمیرسه ، قیمت هاشون کمر شکن نیست ، تو بازار ایران و دنیا جا گرفته و داره به فروش میرسه . تو اون ور آب جزو شرکت های با قیمت پایین شناخته میشه

۱۶- MegaTek : این شرکت انگار که وجود خارجی نداره چون حتی سایت رسمی هم واسش معرفی نشده (یه سایت هست که تو کار میز و صندلیه) انگار که یه جایی وسط مسیر روش اسم گذاری کردن ، تو ایران به فروش میره و امکانات خوبی هم واسه محصولاتش در نظر گرفته (به نسبت قیمت)

فکر کنم تا الان خیلی از فروشنده ها رو دشمن خودم کردم

تا اینجا بعضی از شرکت هایی که محصولاتشون تو ایران پیدا میشه رو با هم شناختیم. هیچ مغازه ای هم همه اونها رو یکجا واسه فروش نداره (تا جایی که من میدونم) . شرکت های دیگه ای هم هستن که اطلاعات من در مورد محصولات اونها کفاف نمیده مثل HP و صایران خودمون و ...

تا اینجا حدودا میدونیم که دنبال محصولات چه شرکت هایی بریم و مجبور نباشیم که کل اسیلوسکوپ های بازار رو زیر و رو کنیم چون میتونیم با وزن جیبمون و نیازمون هدفمندتر ادامه بدیم.

سوال پنجم رو دوباره یادآوری میکنم : اسیلوسکوپ آنالوگ بخرم یا دیجیتال ؟

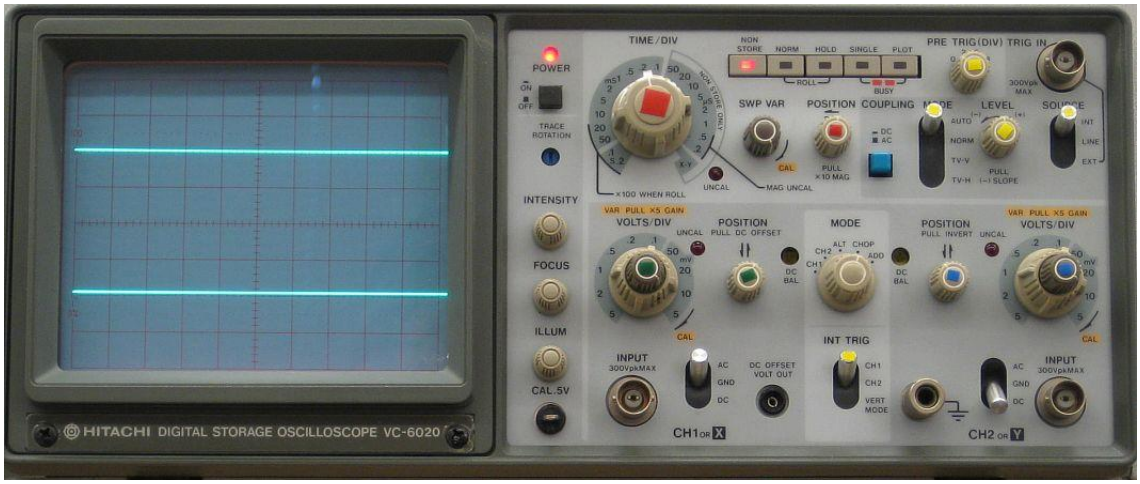
اختلاف نظرها اینجا شروع میشه . کدوم بهتره یا کدوم بدتره رو تو اکثر سایت های ایرانی میشه دید که نظر همه هم در جای خودش قابل تامل هست اما من و شما میایم و مزایا و معایب هر کدوم رو بررسی میکنیم ، بعدش تصمیم میگیریم که کدومشون رو بخریم.

اسیلوسکوپ های آنالوگ :

این دسته از اسیلوسکوپ ها جزو نسل قبلی محسوب میشن اما هنوز هم تولید میشن (پس قدیمی و از رده خارج نیستن) . امکانات خاصی ندارن و تقریبا تمام شرکت های یاد شده این دسته رو مثل

هم تولید میکنه (از نظر امکانات با کمی تفاوت) و تفاوت تولیدات شرکت های مختلف در کیفیت و پایداری و طول عمر اسیلوسکوپ ها متفاوته . تعمیر کردن این دسته از نوع دیجیتال هم آسونتره و هم کم هزینه تر . به خاطر مدت زمان زیادی که تو بازار هستن خیلی راحت تر از نوع دیجیتال میشه یه دست دوم خوبشون رو پیدا کرد. بیشتر اسیلوسکوپ های این دسته دارای فرکانس حداکثر ۲۰ مگاهرتز هستن اما حتی نمونه های تا ۱۵۰ مگاهرتز اونا رو هم تو اینترنت دیدم. از نظر سرعت یادگیری و میزان آموزش های موجود در اینترنت و کلاس های آموزشی این دسته بهتره چون کارکرد آسون تری دارن و سریع تر میشه از تمام امکاناتشون استفاده کرد (مثل گوشی های ساده). این دسته فقط نمونه رومیزی دارن و نمونه های قابل حمل از این نوع نیست و دارای وزن بیشتری هم نسبت به نوع دیجیتال هستن (به خاطر ساختار داخلیشون) . در اسیلوسکوپ های آنالوگ صفحه نمایش یه صفحه فسفری تک رنگ (عموما آبی گاهی هم سبز) و مشبک به کار میره که ان صفحه فسفری بزرگترین عیب و بزرگترین امتیاز اونها محسوب میشه. چرا ؟ چون این صحفه برای روشن شدن (نمایش) شکل موج روی اون نیاز به یک پرتو کاتدی داره که سیستم پرتاب این پرتو دارای مصرف برق بیشتری هست و اینکه باعث میشه کل اسیلوسکوپ هم بزرگتر بشه و هم سنگین تر اما از اون طرف ساختار همین صفحه کاتدی باعث حذف شدن نویز های خود اسیلوسکوپ و نویز های محیطی میشه که یک امتیاز محسوب میشه .

در کل این دسته از اسیلوسکوپ ها قیمت کمتری نسبت به خانواده دوم خودشون دارن و ارزون ترن و هر شرکتی هم از این دسته تولید نمیکنه (شرکت های قدیمی (با تجربه ها) فقط تولید میکنن)



اسیلوسکوپ های دیجیتال :

نسل جدیدتر و بسیار بسیار دارای تنوع (آدم رو گیج میکنن) . دنیای الکترونیک به سمت این نمونه متمایل شده و شدیدا هم دارن پیشرفت میکنن، در حدی که نمونه های در تولیدات LeCory هست که خودش آموزش میده واسه چی باید چیکار کرد (منظور من رو با Help موجود در اکثر محصولات این دسته اشتباه نگیرید). خرابی در این دسته شما رو متحمل هزینه های بالایی میکنه و حتی بعضی نمونه ها شاید قابل تعمیر نباشن (ممکنه یه آی سی خاص بسوزه که تو کل کشور هم پیدا نمیشه). فرکانس کاری بسیار بسیار متنوعی دارن و تا چند گیگا هرتز هم بالا میرن . یادگیری اون واسه کسی که انگلیسی بلده و اصول کار با اسیلوسکوپ رو میدونه سخت نیست چون اگر هم گیر کنی کاتالوگشون هست که تقریبا کامله هم از نظر اصول کارکرد و هم از نظر آموزش دادن (نه در همه مدل ها) اما کمتر تو دانشگاه ها دیده میشن و فیلم آموزشی خاصی هم تو اینترنت واسه این دسته وجود نداره (هست ولی باید خیلی خوب یوتیوب رو بگردی) میتونم بگم مثل یه گوشی هوشمند میمونه. در این خانواده از اسیلوسکوپ ها تنوع بالاست ، هم نمونه های رومیزی داره هم قابل حمل و حتی کارت های اسیلوسکوپ(بعدا توضیح میدم) که تو این دسته قرار میگیره. وزن و مصرف برق بهینه تر و کمتری دارن و حتی در نمونه های جیبی هم تولید میشن ، از نظر قیمت هم گرونتر از نمونه های آنالوگ هستن . اینقدر امکانات دارن که شاید برای اولین بار که بشنوید تعجب کنید، مثلا شکل موج ها رو میشه در این سری با هم جمع ، تفریق، ضرب و تقسیم کرد یا اینکه نیازی نداره شما تعداد خونه ها رو بشمارین و در volt/div ضرب کنید ، خودش به راحتی تا مقادیر اعشاری واستون محاسبه میکنه ، یا اینکه مقادیر RMS و پیک ولتاژ و زمان صعود و نزول و .... رو محاسبه میکنه ، اونم با دقت(بعضی مدل ها تا ۳۶ نوع محاسبه رو دارن) . فکر کنم بخوام همه موارد رو ذکر کنم خیلی خیلی زمان میبره پس این قسمت رو بعهده خودتون میزارم.

اسیلوسکوپ های دیجیتال توی دو دسته کارگاهی (دسکتاپ یا روی میز) و قابل حمل ساخته میشن که هرکدوم از این دو دسته خریدار و کاربرد خاص خودش رو داره .

اسیلوسکوپ های دیجیتال مشکلی از نظر خود تولید کننده ها ندارن ولی اختلاف اصلی در بین مهندسان الکترونیک ایرانی و خارجی در نویز نمایش داده شده روی صفحه نمایش این خانواده هست . با بررسی های زیادی که انجام شده و فیلم هایی که مهندسان خارجی تهیه کردن، معلوم

میشه که این نویزی بودن بسته به دستگاه خریداری شده ، میزان دقت درخواستی کاربر و نوع شکل موج نمایش داده شده هست (خودم هم اولش گیج میشدم)

این عکس رو ببینید

Low Background Noise----Beneficial to Small Signal Measurement

Model	Siglent SDS2000	GW GDS-2000E	Rigol DS2000	Keysight DSOX2000A
Vp-p(*)	320uV	640uV	1.20mV	1.8mV

For small signal measurement, oscilloscope's background noise will affect the measurement results. The brand new GDS-2000E low noise amplifying circuit can tremendously improve overall noise interference to produce the genuine signal demonstration. As shown in the above diagram, the GDS-2000E series has merely the background noise of 640uV under 2mV/div that is superior to the same category oscilloscopes from competitors.

(*): The measurement data were retrieved from actual tests.

این نویز که توی عکس دیده میشه به Background noise معروفه ، حالا چی هست؟ یعنی نویزی که اگر پراب رو از ورودی کانال اسیلوسکوپ جدا کنیم باز هم صفر نمیشه و مربوط به مدارات داخلی اسیلوسکوپ ماست پس این نویز هرچی بیشتر باشه دقت اندازه گیری در ولتاژ های پایین کمتره (اندازه گیری های در حد میلی ولت) پس اگر من دنبال اسیلوسکوپی برای اندازه گیری در حد ولت باشم این نویز نه اینکه واسه کارم بد نیست بلکه اصلا نمیتونم حتی اون رو حس کنم اما برای دیگری که کارش به میلی ولت مربوطه میتونه مخرب هم باشه.

نویز دوم مربوط به دقت نمونه برداری سیگنال میشه ، یعنی ممکنه شما یه اسیلوسکوپ ۵۰ میلیونی بخری ولی بازهم این نویز رو ببینی ، یعنی هر چی دقت و نرخ نمونه برداری از سیگنال ورودی شما بیشتر بشه دستگاه شما حساسیت بیشتری در نمونه برداری و نمایش به خرج میده و این یک امتیاز هم محسوب میشه در صورتی که توی نوع آنالوگ (به خاطر ساختار اشعه کاتدی و صفحه نمایش فسفری) این کار ممکن نیست.

حالا نوبت میرسه به نویز سوم که این یکی دیگه به اسیلوسکوپ ربطی نداره اما به خاطر نوع ساختار و دقت بیشتر اسیلوسکوپ های دیجیتال در نمایش سیگنال ، نمایش داده میشه . این نویز میتونه از خود سیگنال باشه و حتی میتونه از سمت محیط به سیگنال ما اضافه بشه و برای حذف اون چند راهکار وجود داره:

اول : دقت اندازه گیری رو کم کرد (این کار در نرم افزار خود اسیلوسکوپ ها تعبیه شده)

دوم : از فیلتر پایین گذر نرم افزاری خود اسیلوسکوپ استفاده کرد (همه مدل ها این قابلیت رو ندارن)

سوم : یه فیلتر پایین گذر سر راه سیگنال گذاشت

چهارم : کانال دوم رو از کانال اول کم کرد (منها کرد). این مورد فقط زمانی ممکنه که کانال دوم بدون ورودی سیگنال باشه و پراب رو هم به کانال دوم وصل کرده باشیم . روش بدی نیست اما هم یه کانال رو به صورت اضافه رزرو میکنه و هم اینکه اون جور که باید جوابگو نیست.

حالا معلوم شد که نویزی که به اسیلوسکوپ های دیجیتال نسبت داده میشه همش هم تقصیر دستگاه نیست اما چرا این اتفاق حتی توی بدترین یا ارزون ترین اسیلوسکوپ های آنالوگ هم نمیوفته ؟ چون اسیلوسکوپ آنالوگ کمتر قادر به نمایش سیگنال نویزه ، چرا ؟ سرعت حرکت و انتقال اشعه کاتدی دارای محدودیته و از طرف دیگه هم صفحه فسفری باید به اندازه خاصی انرژی برای روشن شدن دریافت کنه (میزان انرژی دریافت شده از اشعه کاتدی با میزان روشنایی صفحه فسفری ارتباط مستقیم داره) و از این طرف نویز هم یعنی سیگنالی با تغییرات بسیار بالا و دامنه کم و فرکانس بسیار بالاست ، پس ساختار اسیلوسکوپ های آنالوگ نمیرسه که نویز رو به صورت تمام و کمال نشون بده و در عمل برای ما اون رو فیلتر هم میکنه .

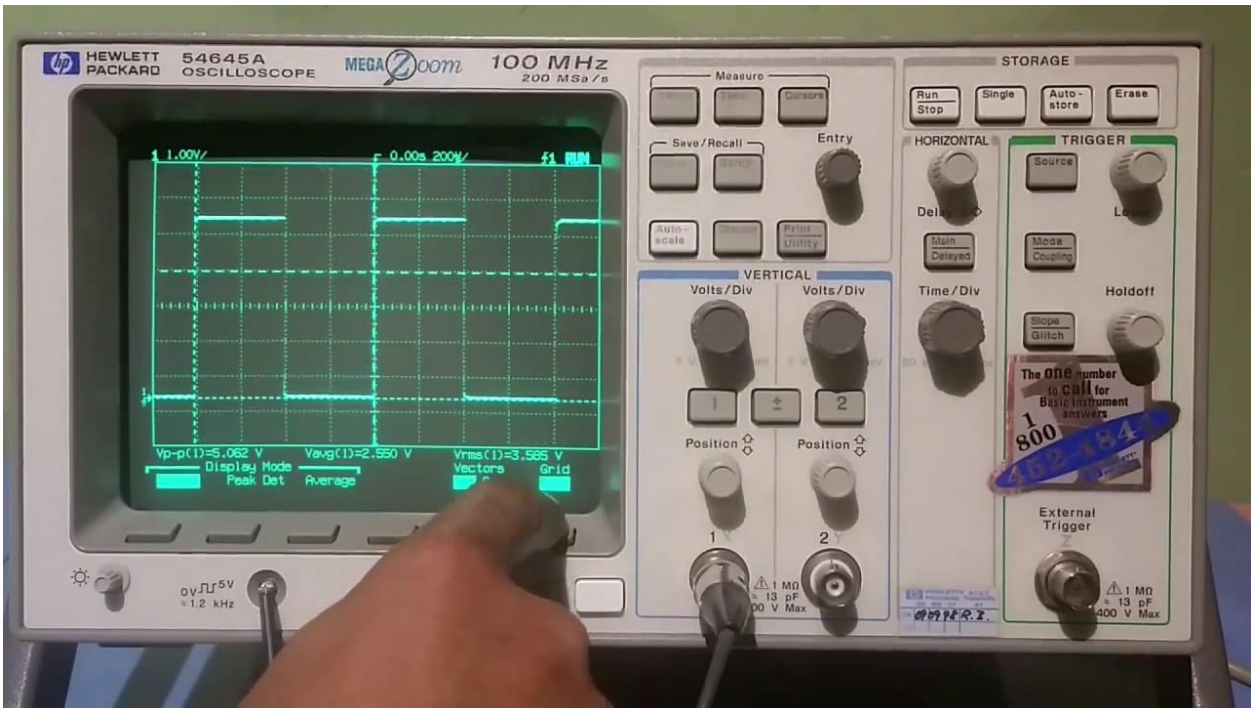
کارت های اسیلوسکوپ :

این دسته از اسیلوسکوپ ها توی دسته دیجیتال دسته بندی میشن با این تفاوت که نمایشکر تصویر ندارن و واسه کامپیوتر خروجی تصویر میدن در عوض قیمت تمام شده اونها خیلی کمتر از اسیلوسکوپ های دیجیتال هست . این دسته با استفاده از نرم افزار های کامپیوتری تصویر سیگنال رو نمایش میدن و ولوم ها و دکمه های کنترلی اونها هم در نرم افزار همراهشون تعبیه میشه . این

دسته تقریبا کامل هستن با این اشکال که در طول زمان امکان عدم پشتیبانی نرم افزاری توسط سیستم عامل ها ممکنه براشون پیش بیاد و این یه نقص محسوب میشه ، از اون طرف بجز بعضی شرکت ها مثل pico که کارتهای با کیفیت و خیلی گرون ارائه میدن ، شرکت های دیگه در سطح متوسط کار میکنن و کارتهایی با سرعت متوسط (منظور از سرعت کارکرد در نرم افزار اختصاصی هست و با فرکانس کاری اشتباه گرفته نشه) ارائه میدن که برای کسی که همیشه و تخصصی میخواد کار کنه به مرور زمان کار کردن با این دسته ممکنه سخت و خسته کننده بشه، ولی این امتیاز رو هم دارن که قابلیت حمل و جابجایی بالایی دارن و بسیار سبک هستن . عیب دیگه این دسته از اسیلوسکوپ ها اینه که شما باید یه کامپیوتر یا لپ تاپ رو برای کار با اونها روشن بذارین .

اسیلوسکوپ های آنالوگ دیجیتال :

این خانواده از اسیلوسکوپ ها یه چیزی بین آنالوگ و دیجیتال هستن که شرکت ها زمانی که هنوز سری اسیلوسکوپ های دیجیتال طراحی نشده بود به بازار عرضه کردن که تفاوت اونها هم با نوع آنالوگ در کمی امکانات بیشتر هست (شاید الان بشه گفت کمی امکانات اما در زمان ارائه این سری واقعا یه پیشرفت خوب برای اسیلوسکوپ ها به حساب می اومد). تو این سری اومدن روی بستر آنالوگ (که همه محاسبات رو باید خودمون حساب میکردیم) یه سری عملیات اندازه گیری اتوماتیک گذاشتن (کاری که در اسیلوسکوپ های دیجیتال انجام میشه). این امکانات زیاد نیست (به نسبت نسل دیجیتال) ولی به محاسبات و اندازه گیری های دقیقتر خیلی کمک میکنه. به عکس پایین دقت کنید:



اگه به بالا و پایین صفحه نمایش اسیلوسکوپ بالا نگاه کنید میبینید که یه سری محاسبات رو خود اسیلوسکوپ داره انجام میده و یه سری تنظیمات خاص دیگه هم واسه اصلاح تصویر داره.

از این نسل دیگه تولید نمیشه و جای خودشون رو به نمونه های دیجیتال دادن .

فکر کنم تونستم به بهترین شکل ممکن خیلی ها رو گیج کنم اما برای کسانی که این مقاله رو میخونن باید بگم که بحث در این مورد فقط برای کارهای خاصی میتونه مفید باشه و اگر کسی خواست کم هزینه کنه و کارش هم اندازه گیری با دقت میلی ولت نکشه و دنبال امکانات خاص و فرکانس متوسطه بهترین گذینه همین اسیلوسکوپ های آنالوگ هست . (لطفا سوالات اول مقاله رو دوباره از خودتون بپرسید)

سوال بعدی که باید جواب داده بشه ، فرکانس مورد نیاز کاربره :

فکر کنم این بخش از بحث جزو پر چالش ترین بحث ها هست چون ما شاید ندونیم که واقعا در چه حد قراره از یه اسیلوسکوپ کار بکشیم و آیا فرکانس بالاتر در یه اسیلوسکوپ به معنی بهتر بودن اون هست یا نه ؟!

دوباره باید در مورد هدف استفاده از اسیلوسکوپ از خودمون سوال کنیم، مثلا اگر کار من طراحی مدارات سوئیچینگ باشه پس حداکثر فرکانس کاری من در حد چند مگاهرتز هست و تقریبا بعد از این فرکانس دیگه در حوزه کاری من نیست پس نباید جیب خودم رو با خرید یه اسیلوسکوپ چند گیگاهرتزی خالی کنم یا اگر کار من در حوزه مخابراته و امکان داره که با فرکانس های در حد گیگاهرتز کار کنم پس عملا خرید یه اسیلوسکوپ سرعت متوسط یا سرعت پایین به معنی محدود کردن کارم و دور ریخته شدن پولم میشه. البته ناگفته نمونه که اگر قراره برای کارهای تخصصی مثل امور نظامی ، پزشکی یا صنعتی خرید انجام بشه مشکل خاصی در تعیین فرکانس مورد نیاز وجود نداره و طراحان و تعمیر کارای محترم هم اطلاع دقیقی از محدوده فرکانسی کارشون دارن و خیلی راحت میتونن از همکارای خودشون مشاوره های خیلی خوبی دریافت کنن ولی زمانی سوال پیش میاد که کسی خریدش رو میخواد واسه کارگاه های کوچیک یا خانگی انجام بده ، در اون زمان شما باید اول ببینی محدوده کاریت چیه و چقدر میتونی واسش پول خرج کنی . برای یک مهندس که تازه دانشگاه رو تموم کرده یا کسی که علاقه به کارهای الکترونیکی داره و تقریبا حوزه مشخصی تو نوع فعالیتش مشخص نیست ، میشه گفت تا حداکثر ۵۰ مگاهرتز کافیه (تقریبا هیچ وقت کارتون به این فرکانس نمیکشه و همون ۲۰ مگاهرتز زیاد هم هست) اما اگه کسی واسه فردا میخواد هزینه

کنه یا برای کاری که بعدا شاید توش ورود کنه (کاری با محدوده فرکانسی بالاتر) داره خریدش رو انجام میده یکم مباحث فرق میکنه.

امکانات مورد نیاز خریدار :

بحث در این مورد هم سلیقه ای هست و هم وابسته به میزان هزینه ها . قبلا در مورد امکانات موجود در اسیلوسکوپ های آنالوگ بحث شد و اینکه اکثر خواننده های این مقاله در مورد اونها میدونن یا باهاشون کار کردن پس این بخش از مقاله بیشتر روی امکانات موجود در اسیلوسکوپ های دیجیتال تمرکز داره.

امکاناتی که در مرحله اول تصمیم گیری اثرگذار هستن رو با هم بررسی میکنیم :

۱- تعداد ورودی های اسیلوسکوپ (تعداد کانال ها)
۲- بزرگی صفحه نمایش و دقت تفکیک تصویر (رزولوشن) یا همون کیفیت نمایش
۳- خروجی USB برای اتصال فلش یا خروجی پرینتر برای چاپ مستقیم یا خروجی برای شبکه و نرم افزارهای کامپیوتری یا خروجی های VGA و ...
۴- مقدار تفکیک یا دقت ورودی که برحسب بیت بیان میشه و هرچی مقدارش بالاتر باشه سیگنال ورودی با دقت بیشتری تبدیل و نمایش داده میشه (در مورد دقت و نحوه کار ADC یا مبدل آنالوگ به دیجیتال تحقیق کنید)
۵- میزان sample rate

حالا sample rate چیه اصلا ؟ یعنی تعداد نقاط و نمونه هایی که اسیلوسکوپ ما در هر ثانیه در حافظه داخلی خودش ثبت میکنه تا در همون لحظه به ما نشون بده. نرخ نمونه برداری از سیگنال ورودی رابطه مستقیم با بالاترین فرکانس اسیلوسکوپ داره اما به مراتب ازش بیشتره چون بالاترین فرکانس کاری ضریبی از نرخ نمونه برداری هست .

این مورد از حدود ۲۵۰ میلیون نمونه در ثانیه (۲۵۰MSa/s) شروع میشه و تا چندین گیگا سمپل در ثانیه میره که هر چی مقدار اون بالاتر باشه به معنی اینه که شما بیشتر و بیشتر میتونی در موج دریافتی از هر کانال زوم کنید (بعدا در مورد نمایش نقطه به نقطه و نمایش برداری و سینوسی توضیح میدم که ارتباط نزدیکی به زوم در سیگنال دارن)

حالا شاید شما برید تحقیق کنید و به مواردی از اسیلوسکوپ های دیجیتال بر بخورید که دوتا از این عدد دارن که یکی از اعداد در حد عموم اسیلوسکوپ هاست اما عدد دوم sample rate خیلی خیلی بزرگتر از عدد اول باشه و اینجاست که یا آدم گیج میشه و یا فکر میکنه شاید این مورد دارای ورودی با دقتهای وهشتناک بالاست (یه چالش جدید). (فکر کنم این مورد رو آخر مقاله تو یه مطلب دیگه مطرح کنم بهتر باشه)

۶- مقدار حافظه ذخیره سازی یا Memory Depth یا Record length (جهت نمایش و انجام توابع داخلی) در هر کانال. این مورد میتونه از چند کیلو تا چند مگ متغیر باشه و اگه هنوز مبحث نویز در اسیلوسکوپ های دیجیتال که قبلا بهش اشاره شد رو یادتون باشه ، باید گفت که دقت اشاره شده در مورد دوم همین حافظه هست و اگر شما اسیلوسکوپی رو که میخرید دارای حافظه ذخیره سازی بالاتری باشه میتونید در تنظیمات اون این مقدار رو کم و یا به بیشترین حالت تغییر بدین. هر چقدر که این حافظه مقدار بیشتری داشته انجام توابع (ریاضی و غیره) با دقت بالاتری انجام میشه.

۷- Segmented Memory : یک نوع حافظه دیگه در اسیلوسکوپ های دیجیتاله که برای بعضی ها مهمه و کار اون ذخیره نمونه های دریافت شده در طول زمان هست.

تفاوت موارد ۶ و ۷ :

حافظه ذکر شده در مورد ۷ یعنی حافظه ای که به دقت سیگنال ورودی از هر کانال کار نداره و این ما هستیم که به اسیلوسکوپ میگیم سیگنال ورودی رو تو یه مدت زمان خاص نمونه برداری و ذخیره کنه مثلا زمانی که می خوایم میزان تغییرات یه سیگنال رو توی ۲۵۰ سیکل یا یک ساعت بررسی کنیم از این حافظه کمک میگیریم . میزان قدرت و امکانات یا بود و نبود این نوع حافظه به مدل و سری ساخت یک اسیلوسکوپ برمیگرده . در مورد مورد ۶ هم باید گفت که به میزان دقت نمایش و نمونه برداری در هر تصویر (فریم) ربط داره .

۸- امپدانس ورودی هر کانال : تقریبا توی تمام موارد با کاربرد های عمومی و نیمه تخصصی مقدار امپدانس برابر با ۱ مگا اهم هست و فقط کمی در مقدار ظرفیت خازنی با هم تفاوت دارن (یه بحث دور و دراز که اون سرش به یه مقاله دیگه ختم میشه) اما در بعضی اسیلوسکوپ های گرون قیمت با کاربردهای خاص امپدانس ۵۰ اهم و حتی ۷۵ اهم هم دیده

میشه که فقط واسه موارد خاص هست. این مقدار امپدانسی که داره در مورد اون بحث میشه امپدانس ورودی هرکاناله و ربطی به مدار شما نداره (بالا بودن امپدانس ورودی هر کانال به دلیل عدم کشیدن جریان توسط خود اسیلوسکوپ هست (لطفا به مدارات و روش های اندازه گیری ولتاژ رجوع کنید)).

۹- کمترین و بیشترین تقسیم بندی محورهای ولتاژ و زمان : هر اسیلوسکوپ دارای ولومی برای انتخاب بازه زمانی (Time/Div) و یک ولوم دیگه برای انتخاب بازه ولتاژ (Volt/Div) هست که بازه زمان برای تمام کانال ها یکیه و با تغییر اون تمام کانال ها با هم در بازه زمان بزرگ نمایی و کوچک نمایی میشن و ولوم ولتاژ برای هر کانال یکی به صورت مجزا در نظر گرفته میشه ، اما با اینکه این مورد زیاد مهم نیست ولی باید دقت کرد که تقسیم بندی گام های هر ولوم به چه صورت هست که برای کاربردهای عمومی زیاد مشکل ساز نمیشه و میشه به سادگی از کنار این مورد رد شد .

۱۰-میزان خطا در اندازه گیری (DC Gain Accuracy) : موردی با اهمیت بالا که نشون میده مقادیر محاسبه شده و نمایش داده شده تا چه اندازه قابل اعتماد هستن.

۱۱- بیشترین مقدار مجاز ورودی در هر کانال : این مقدار اصلا ارتباطی با بالاترین ولتاژ قابل اندازه گیری نداشته و نداره و فقط به کاربر میگه که شما اگه بیشتر از این ولتاژ به هر کانال از اسیلوسکوپ خودتون اعمال کنید احتمال بسیار بالایی وجود داره(حتما) که اون کانال و یا حتی کل اسیلوسکوپتون بسوزه و این شاید در حدی هزینه بر باشه که مجبورتون کنه برید و یکی دیگه بخرید.

سوال : بیشترین ولتاژ قابل اندازه گیری و نمایش در یه اسیلوسکوپ چطوری بدست میاد؟ اگه شما تعداد خونه های عمودی (که هم تو صفحه نمایش و هم تو کاتالوگ قید شده) رو در بالاترین بازه ولوم Volt/div ضرب کنید ، بیشترین ولتاژ قابل اندازه گیری در یه اسیلوسکوپ رو بدست اوردین. مثلا اگه اسیلوسکوپ من دارای ۸ خونه عمودی باشه و بیشترین بازه اندازه گیری هم در ولوم ولتاژ برابر با ۱۰ ولت باشه میشه گفت تا ۸۰ ولت رو در صفحه نمایش میشه دید (هر ۸ بخش صفحه درگیر نمایش میشن). سوال : پس واسه ولتاژهای بالاتر چه کنیم ؟؟؟ از اینجا به بعد دیگه مربوط به پراب میشه که باید روی حالت تقسیم بر ۱۰ قرار بگیره و ولتاژ ورودی ما رو یک دهم مقدار واقعی کنه تا اسیلوسکوپ از پس نمایش سیگنال بر بیاد.

۱۲-Trigger : این مورد رو در تمام اسیلوسکوپ های دنیا میبینید . به معنی ماشه و شلیک کردنه و در عمل هم تقریبا همین کار رو میکنه (من سوادم دیگه قد نمیده) . بهترین و ساده ترین تعریف واسش اینه که بگیم ثابت کننده سیگنال در حال نمایش روی صفحه نمایش اسیلوسکوپه اما با توجه به نوع سیگنال دارای تنظیمات متفاوتیه مثل Edge, Pulse Width, Video, Runt, Rise & Fall, Alternative, Event-Delay بعضی از اسیلوسکوپ ها هم یه ورودی مجزا واسه تریگر خارجی دارن که جزو امتیازات محسوب میشه

۱۳-حالت x/y mode : این مورد تو تمام اسیلوسکوپ های آنالوگ دیده میشه (شاید مواردی خیلی قدیمی باشه که نداشته باشن) اما توی همه اسیلوسکوپ های دیجیتال دیده نمیشه (اکثرا دارن)

تا اینجا فقط از امکاناتی صحبت شده که توی تمام نمونه های موجود توی بازار دیده میشه و فقط در مقدار بالاتر یا پایین تر بودن اونها تفاوت هست ، اما از اینجا به بعد کمی در مورد امکاناتی که در هر نمونه ای از اسیلوسکوپ ها دیده نمیشه صحبت میکنیم که خالی از لطف نیست چون دنیای جدید اسیلوسکوپ ها داره به سمت امکانات بیشتر حرکت میکنه و بحث فقط سر امکانات ساده و همه گیر نیست .

عملیات ریاضی : تو اکثر اسیلوسکوپ های دیجیتال این مورد دیده میشه و تقریبا همه گیر شده و برای جمع ، تفریق ، ضرب و حتی تقسیم دو سیگنال ورودی تعبیه میشه و همیشه هم کاربرد نداره اما در جای خودش میتونه کار رو برای کاربر خیلی راحت و سریع کنه. عملیاتی مثل توان یا جذر یا لگاریتم و قدر مطلق و ... هم تو بعضی نمونه ها دیده میشه که کاربرد خاص خودشون رو دارن.

Waveform Update Rate : یعنی میزان آپدیت (نمایش) سیگنال ورودی بر حسب ثانیه . حالا به چه دردی میخوره ؟ بیشتر جنبه تبلیغاتی داره و تو کاربردهای عمومی تقریبا کارایی نداره اما در اصل به معنی سرعت نمایش صفحه نمایش هست و هرچی هم بیشتر باشه یعنی احتمال از دست دادن یا ندیدن سیگنال های بسیار گذرا کمتر میشه (پس به درد میخوره) اما در عمل اعدادی که تو تبلیغات بیان میشه با چیزی که در عمل تست میشه یکی نیست و شرکت ها تو حالت های

خاصی به این عدد میرسن که بیانگر اینه که من و شما در همه حالات این سرعت نمایش رو نمی تونیم داشته باشیم .

این سرعت نمایش که بهش اشاره شد چون یه کار سخت و هزینه بر برای شرکت های سازنده هست و توی فروش محصولات یک شرکت هم اثر گذاره پس شرکت ها میان و واسش زیاد تبلیغ میکنن و روش مانور میدن و حتی در بعضی موارد روش اسم هم میزارن مثل VPO در اسیلوسکوپ های شرکت Good will instek یا Ultra Vision در محصولات شرکت Rigol. توی بعضی دیگه از محصولات هم چون به این سرعتی از نمایش دست پیدا نمیکنن که لایق تبلیغات باشه یا سکوت میکنن و یا امکانات دیگه ای رو به صفحه نمایش اضافه میکنن و یه اسم خوب هم روش میزارن و شروع میکنن به تبلیغات.

Equivalent time sampling rate : توی مباحث بالا در مورد Sample rate صحبت کردم و در مورد موارد خاص با عددی از همین نوع ولی خیلی بزرگتر هم اشاره ای داشتم که الان میخوام این دوتا رو از هم دیگه تفکیک کنم . مورد اول که با اسم کامل Real time sample rate شناخته میشه یعنی تعداد نقاطی که ADC (مبدل آنالوگ به دیجیتال) هر کانال در یک ثانیه میتونه ثبت کنه و سرعت هر چه بیشتر اون یعنی از دست ندادن هر چه بیشتر اطلاعات یه سیگنال ورودی (اگر این بحث رو متوجه نمیشین ، یه سرچ کوچیک تو اینترنت با موضوع تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال داشته باشین) ، حالا توی بعضی از اسیلوسکوپ ها اومدن از تکنولوژی Equivalent time sampling استفاده کردن که یعنی اسیلوسکوپ ما که نمیتونه به صورت واقعی در یک ثانیه بیشتر از مقدار Real time sampling رو تحویل کاربر بده پس ما میایم و چندین بار یه سیگنال رو اسکن (بازخوانی) میکنیم و به کاربر تحویل میدیم با این تفاوت که اگه تو حالت اول مثلا فاصله هر دو نقطه مثلا x نانو ثانیه باشه با این کار ما این فاصله بین نقاط رو به x-۱۰ (مثلا) نانو ثانیه کاهش میدیم تا کاربر اسیلوسکوپمون با دقت و تفکیک پذیری بیشتری در واحد زمان سیگنال خودش رو ببینه و اسکن کنه.
در اصل تو این حالت دقت اسیلوسکوپ شما خیلی بالاتر میره اما فقط و فقط به شرطی که سیگنال ورودی ما کاملا پریودیک (با تناوب ثابت) باشه و در غیر این صورت شما نه اینکه سیکنالی با دقت بیشتر نخواهد داشت بلکه باعث نمایش دریف(لیز خوردن یک سیگنال در واحد زمان یا ولتاژ) سیگنال هم میشه (یه کاربرد غیر رسمی دیگه).

پس در کل جزو امکانات خوب و بدرد بخور در نظر گرفته میشه و فقط توی بعضی از مدل ها میشه این قابلیت رو دید.

FFT : این مورد مخفف Fast furrier transform هست که طبق ترجمه میشه تبدیل سریع فوریه که با روشن کردن اون شما میتونید تابع تبدیل فوریه مربوط به سیگنال ورودی کانال اسیلوسکوپ رو ببینید. در اصل این تابع از اسپکتروم آناالایزرها به اسیلوسکوپ ها وارد شده و تخصص اصلی اسیلوسکوپ نیست چون هدف کاری یه اسیلوسکوپ در واحد زمان هست و این تابع مربوط به حوزه فرکانس میشه. دقت کار این تابع ارتباط مستقیمی با Memory Depth یا Record length داره ، چون با داشتن نمونه های اسکن شده بیشتر خروجی FFT با جزئیات و دقت بیشتری نمایش داده میشه .

تابع تبدیل فوریه چیه و به چه دردی میخوره ؟

آقای فوریه اثبات کرده که تمام امواج از مجموع امواجی سینوسی تشکیل شدن و میشه از طریق فرمولی که آقای فوریه ارائه کرده این امواج سینوسی رو جدا جدا حساب کرد که چه فرکانس و دامنه ای دارن.

خوب به چه درد من میخوره ؟ این تابع زمانی کاربردی میشه که ما دنبال پیدا کردن اعوجاج و ناخالصی توی امواج سینوسی هستیم ، برای مثال : شما طراح یه UPS یا یه اینورتر با موج خالص سینوسی هستین و می خواید که دقت شکل موج خروجی رو از نظر فرکانس و اعوجاج بررسی کنید، تو این حالت یا باید سیگنال رو با چشم بررسی کنید که اصلا دقیق نیست و نمیتونید THD رو بدست بیارید یا باید از یه سیکل شکل موج خروجی مدارتون یه خروجی واسه نرم افزار های کامپیوتری، حالا یا با دستگاه دیگه ای یا با استفاده از پورت های خروجی خود اسیلوسکوپ بگیرید و توی یه نرم افزار اون رو تحلیل کنید و یا اینکه از تابع FFT کمک بگیرید و در زمان واقعی (Real time) مقدار اعواج ها رو توی فرکانس های مختلف رصد کنید .

روی این تابع خیلی مانور داده میشه و بسته به سری ساخت ، کیفیت ساخت و مدل اسیلوسکوپ دارای تفاوت عملکرد هست . در کل باید خروجی همه توابع FFT توی همه اسیلوسکوپ ها مثل هم باشه اما در عمل دقت خروجی ها متفاوته و بعضی مدل ها فقط دارن از اسم این تابع واسه تبلیغات

استفاده میکنن. به نظرم یه فیلم تو اینترنت در مورد تابع FFT ببینید تا دقیق متوجه بشید که خروجی به چه شکل هست و به چه دردی میخوره.

Logic analyzer : این مورد به صورت option هست و فقط توی بعضی مدل ها میشه اون رو دید که شامل کد و دیکد کردن پرتوکول های ارتباطی دیجیتال هست.

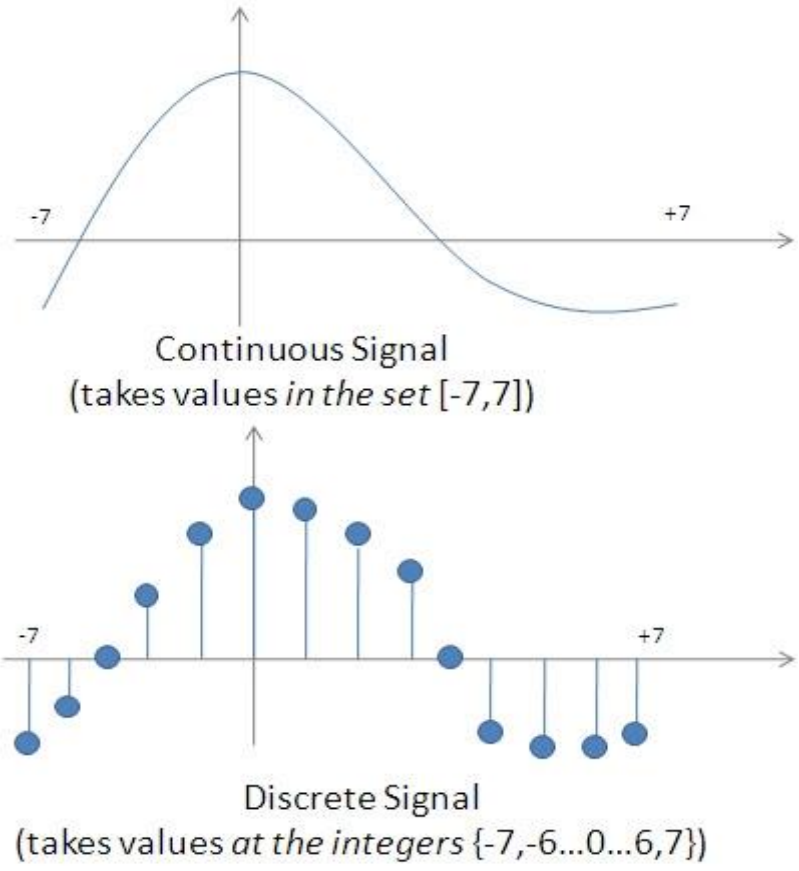
Function generator : این مورد هم به صورت option در نظر گرفته میشه و در صورت تعبیه توی یه اسیلوسکوپ قیمت اون رو به مقدار معنی داری افزایش میده و در حد یه فانکشن ژنراتور جدا (فقط فانکشن ژنراتور) نیست ، اما اگه جا در کارگاه برای شما مهم باشه میتونه یه مورد عالی باشه.

نحوه نمایش سیگنال در اسیلوسکوپ :

این مورد کمی گنگ هست و در نگاه اول پیدا کردن تفاوت در اون کمی سخته و توی فیلم هایی هم که توی تبلیغات شرکت ها منتشر شده اصلا قابل مشاهده و بررسی نیست. یه سیگنال آنالوگ کاملا پیوسته هست مثل شکل پایین :

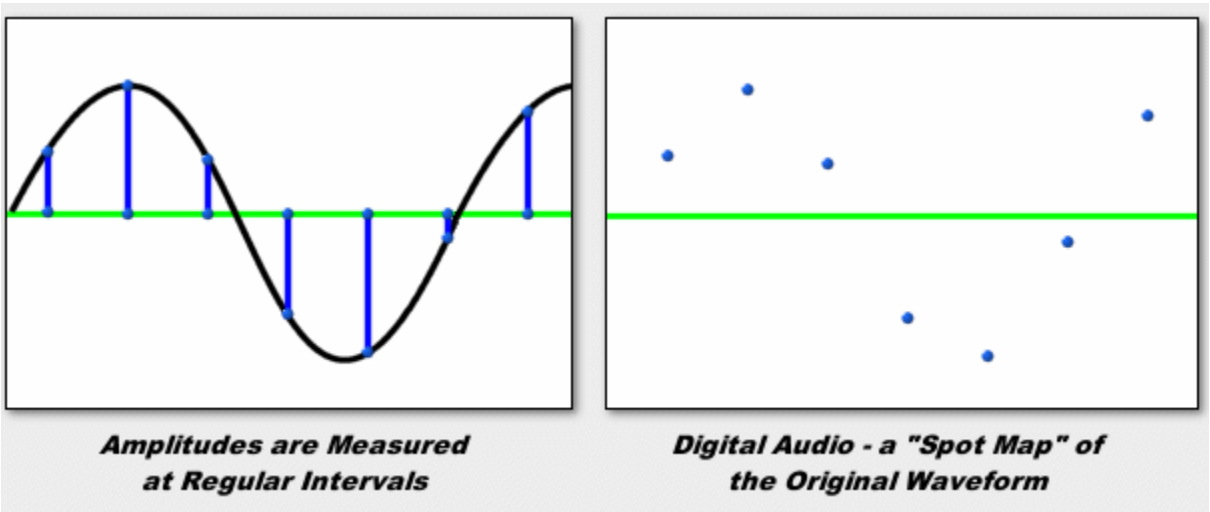
و یه سیگنال دیجیتال شده به شکل زیر :

که تبدیل شده موج آنالوگ بالا هم هست یا این عکس :

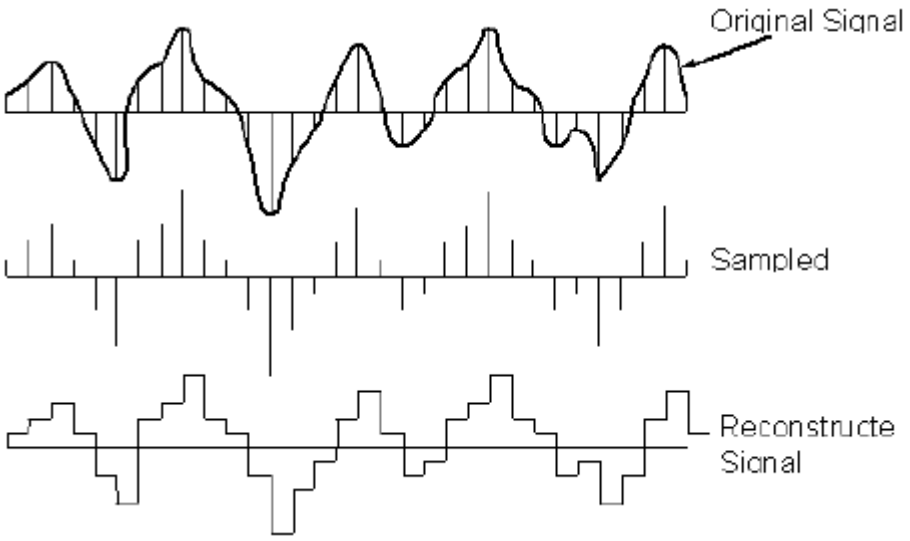


خب بریم سر اصل مطلب ، با دیدن شکل موج های بالا میشه فهمید که توی اسیلوسکوپ های دیجیتال چه اتفاقی موقع ورود سیگنال می افته و چه بلایی سر سیگنال میاد (ماهیت دیجیتال الزام میکنه) که این مورد رو شرکت ها با بالاتر بردن مقدار real time sampling تا جای ممکن نامحسوس کردن که من و شما توی دیدن سیگنال در نمایشگر، فکرمون به این مورد نمیرسه و از طرف دیگه شرکت های تولید کننده اومدن و یه سری امکانات بسری و پردازشی هم به محصولات خودشون اضافه کردن که حتی اگر شما کاربلد هم باشی ، نتونی این نقص رو درک کنی (به بزرگان اصلا جسارت نمیکنم) اما چطوری؟ اگه یکی بیاد و کاتالوگ یه اسیلوسکوپ رو زیر و رو کنه توی بخش مربوط به نمایشگر به نحوه نمایش سیگنال و انواع اون در اون محصول بر میخوره که فلان محصول داره به چه شکل برای نمایش تصویر روی نمونه های سیگنال کار میکنه . که انواع این نمایش ها به قرار زیره :

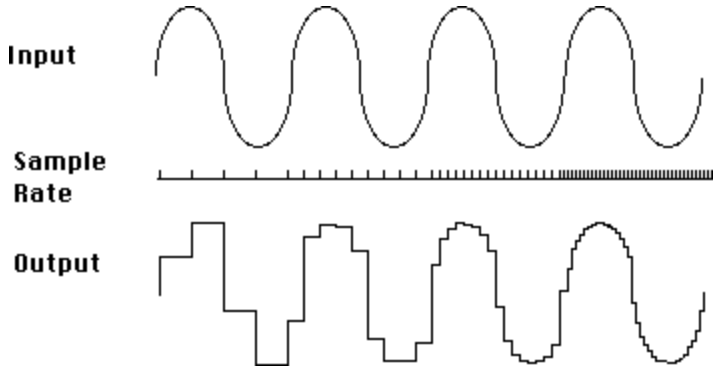
Dot view : این حالت از نمایش که ساده ترین نوع هم هست و توی تمام اسیلوسکوپ های دیجیتال بازار هم دیده میشه، میاد و هرچی نمونه توی ورودی نمونه گیری شدن رو به صورت مستقیم نمایش میده اما چون مقادیر نمونه گیری ها مثلا در حد ۵۰۰ مگا سمپل در ثانیه هست چشم بدون بزرگ نمایی (توسط ولوم Time/div) نمیتونه اون رو تشخیص بده و در فرکانس های پایین این نوع نمایش اصلا خللی تو کار هیچ کس بوجود نمیاره. اینم یه عکس که مطلب رو تفهیم کنه اما با نمونه گیری های بسیار بسیار کم :



Vector view : در این حالت از بردار برای اتصال بین نقاط استفاده میشه که معنی اسم اون هم دید برداری هست . تو این حالت اسیلوسکوپ میاد و بین نقاط نمونه گیری شده رو با خطوط برداری پر میکنه مثل

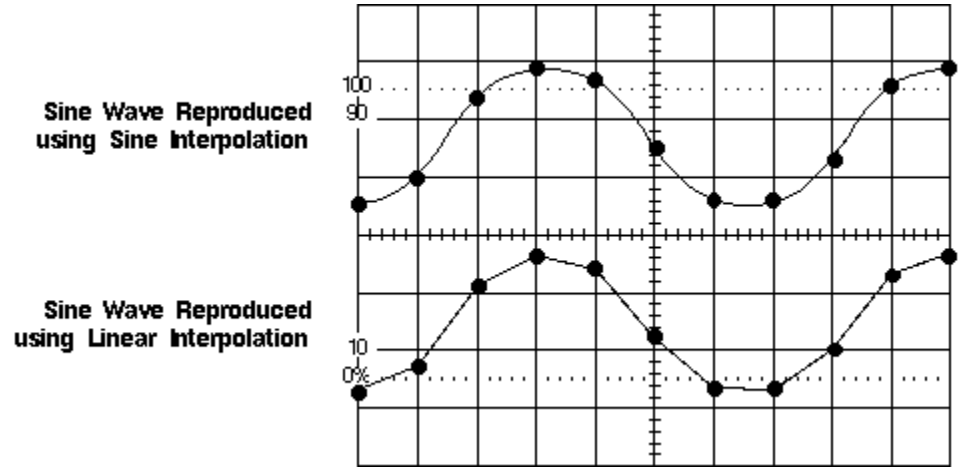


که هرچی هم مقدار نمونه گیری های انجام شده (real time sampling) توی ورودی بیشتر باشه شکل موج خروجی بیشتر شبه به سیگنال اصلی در میاد . به شکل زیر دقت کنید:



Sin(x)/x : این یکی کمی پیچیده تره و توی همه اسیلوسکوپ های دیجیتال دیده نمیشه، چون از پردازشگر تصویر بیشتر کار میکشه و طرز کار اون هم به این شکل هست که با در نظر گرفتن شیب دو نقطه (یا چند نقطه قبل و بعد) از طریق فرمول سینوس یه خط منحنی بین دو نقطه رسم میکنه که اگر یادمون بره که ماهیت دیجیتال چی هست (منظورم نقطه نقطه کردن سیگناله) اصلا متوجه گسسته شدن سیگنال نمیشیم .

اینم تفاوت مدل سینوسی با مدل برداری :



سه مورد بالا عمومی تر هستن وگرنه موارد دیگه ای هم هست.

موارد نا محسوس دیگه ای هم توی نمایشگر های اسیلوسکوپ های دیجیتال هست که به نظر من زیاد وقت خودتون رو صرف اونها نکنید ، چون هر شرکتی برای فروش بیشتر دنبال جلب مشتریه و روی جزئیات خاص خودش کار میکنه .

موارد بالا مواردی عمومی بود که تمام شرکت ها برای فروش سعی دارن با توجه به نسل و مدل اسیلوسکوپ خودشون اونها رو در نظر بگیرن اما یه سری توضیحات تکمیلی هم هست که باید بهش اشاره بشه . سعی بر این هست که خواننده این مقاله با ورود به بازار یا اینترنت از سوال در مورد موارد ساده و عمومی بی نیاز بشه و بره دنبال موارد تخصصی تر و تکمیلی که هم مهمتره و هم فروشنده ها (غیر فروشنده ها) سرشون کلاه نذارن (به هیچ فروشنده ای در هیچ فروشگاهی بی احترامی نمیکنم چون به حق و انصاف بعضی از این اطلاعات از همین فروشنده های محترم بدست اومده و واقعا با احترام تمام هم جواب مشتری ها رو میدن)

مدت زمان آماده به کار شدن (روشن شدن) و میزان صدای تولیدی فن اسیلوسکوپ و بزرگی و کوچیکی و توان مصرفی جزو موارد مهم در درجه بعدی قرار میگیرن (واسه ما ایرانیا از درجه اهمیت کمتری برخوردارن).

قابلیت آپدیت شدن نرم افزاری :

شاید کمتر برای کسی اهمیت داشته باشه اما وجود این قابلیت باعث رفع خطاهای احتمالی نرم افزاری در آینده میشه و نشون میده که یه شرکت تا چه اندازه روی فروش و آینده یه اسیلوسکوپ حساب باز کرده.

تا اینجا تمام موارد رو میشه توی کاتالوگ ها و اطلاعات فنی یه اسیلوسکوپ پیدا کرد اما زاوایای دیگه ای هم هست که باید آدم خیلی پیگیر بشه تا اونها رو بفهمه و ممکنه بعد از پیگیری کافی خریدار رو از انتخاب قبلی خودش منصرف کنه و یا شاید هم شخص و رو بیشتر مصر به خرید مدل انتخابی خودش کنه (اتفاقی که واسه خودم افتاد).

کیفیت ساخت و مدارات داخلی :

یه شرکت معتبر برای تولیدات خودش هم گارانتی و هم بازار یابی خوبی میکنه و سعی میکنه که مشتری رو با کیفیت بالاتر حفظ کنه که برای خرید سالهای بعد هم سراغ مارک های دیگه نره، پس میاد و توی طراحی و کیفیت ساخت بیشتر هزینه میکنه و محصولی با کمترین خطای نرم افزاری و سخت افزاری رو به بازار عرضه میکنه . برای فهمیدن این که یه محصول چقدر خطا داره (خطای اندازه گیری مد نظر نیست و در مورد خطای نرم افزاری و سخت افزاری صحبت میشه) باید دنبال تست و امتحان کردن یه اسیلوسکوپ باشیم که با توجه به اینکه توی ایران (کل کشور) نمایندگی فروش به صورت مستقیم (از خود تولید کننده) و یا نمایشگاه به اون صورت که باید باشه نداریم مجبوریم به فیلم های اینترنتی که مهندسای خارجی لطف کردن و ساختن بسنده کنیم و از نگاه اونها برای خرید کمک بگیریم. برای دیدن منو ها و طریقه کارکرد و ... باید بعد از نوشتن مدل مد نظرتون لغت review رو تایپ کنید که اگر بخت باهاتون یار باشه کلیپ های چند دقیقه ای تا چند ساعته رو میتونید پیدا کنید (بیشتر تو سایت youtube میشه این موارد رو پیدا کرد) و برای اینکه از مدارات داخلی و نحوه نویزگیری مدارات خود اسیلوسکوپ و اینکه ورودی ها (کانالها) به چه شکل بسته شدن و توی مباحث مدارات داخلی وارد بشید باید لغت Teardown رو بعد از مدل انتخابی خودتون تایپ کنید .

در مورد بازبینی یا review تقریبا هیچ کس مشکلی نداره اما در مورد Teardown شاید این سوال پیش بیاد که به چه کار من میاد که از مدار داخلی مطلع بشم و همین که یه اسیلوسکوپ کار کنه کافیه (حرف غلطی هم نیست) اما اگر کسی در این مورد دقیق بشه میتونه خیلی بهتر از دیگران دلیل تفاوت قیمت ها و نحوه کارکرد و نوع طراحی شرکت ها رو متوجه بشه (برای کسی که انگلیسی رو متوجه نمیشه و یا اینکه اطلاع کافی از مدارات الکترونیکی نداره اصلا پیشنهاد نمیکنم).

خوندن و رمزگشایی اسم یه اسیلوسکوپ : (بحث بیشتر برای مدل های دیجیتال مطرحه)

موقعی که من و شما میریم تو بازار و دنبال یه مدل واسه خرید میگردیم به اسامی کد شده خاصی برمیخوریم که تو نگاه اول شاید بی معنی باشن اما توی هر اسم تقریبا ۵ مشخصه از اطلاعات اون دستگاه دیده میشه و اگه بتونید اسم یه اسیلوسکوپ رو درست بخونید تو حداقل ۳ مورد دیگه سوالی از شخص فروشنده نمیکنید . دوتا اسم رو با هم مرور میکنیم:

: Rigol DS۱۰۵۴Z

لغت اول اسم شرکت سازنده هست و نیاز به توضیح نداره (به اول مقاله بخش معرفی شرکت ها رجوع کنید).

حروف بی معنی DS رو شرکت ها واسه خودشون تعریف میکنن که برای ما نشون دهنده یک خانواده از محصولات شرکت سازنده هست و اگه در مورد محصولات اون شرکت یکم بررسی بیشتری داشته باشیم به راحتی این سری از محصولات شرکت مذکور رو با نگاه اول تشخیص میدیم .

عدد ۱۰۵۴ : عدد اول که ۱ هم هست از نسل ساخت صحبت میکنه، که نسل ساخت برای ما به این معنیه که تو این سری چه امکاناتی با چه دقت و کلاس کاری وجود داره . عدد دوم و سوم ۰۵ نشون دهنده فرکانس کاری اسیلوسکوپ هست که باید این دو عدد رو ضرب در ۱۰ کنیم تا مقدار بالاترین فرکانس (برای این مدل) بدست بیاد ، که با ضرب اون مقدار ۵۰ مگا هرتز مشخص میشه.

و اما عدد چهارم که تعداد کانال های این مدل رو مشخص میکنه. یعنی این مدل دارای ۴ کانال به عنوان ورودی سیگنال هست.

حرف آخر (اینجا حرف Z) تفاوت بین مدل های این سری از این شرکت هست و همیشه هم تو اسم گذاری ها نمیاد.

GW instek GDS۲۱۵۲e :

طبق توضیحات بالا میشه نتیجه گرفت که این مدل ساخت شرکت گودویل هست و جزو نسل ۲۰۰۰ اسیلوسکوپ های این شرکت . دارای فرکانس ۱۵۰ مگاهرتز و دو کانال ورودی داره و تو دسته اسیلوسکوپ های سری E هم هست

با کمی دقت توی محصولات میشه فهمید که هر شرکت دارای چندین نسل ساخت هست و هر نسل هم با امکانات به روزتر و بیشتری معرفی و تولید میشه . از نسل های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ گرفته تا ۸۰۰۰ هم در تولیدات بعضی شرکت ها وجود داره . نسل یه اسیلوسکوپ به معنی ضعیف بودن اون نیست و فقط به نوع طراحی و امکانات و دقت و کلاس کاری اون نسل اشاره داره که مشتری هم با نوع نیازش مشخص میکنه از چه محصولی استفاده کنه .

اگه از خوندن این مقاله راضی هستین و اینکه تونسته به علم یا دید شما کمک کنه، یه فاتحه برای پدرم بفرستین که از صدتا تشکر برام با ارزش تره (ممنون)