

منابع کلاک در AVR به طور کلی به دو بخش داخلی و خارجی طبقه بندی میشود. منبع داخلی همان اسیلاتور RC است که کالیبره شده و ثبات تقریباً خوبی نیز دارد. در اکثر میکروکنترلرهای خانواده AVR این اسیلاتور در فوکانس های ۴ Mhz، ۲ Mhz، ۱ Mhz و ۸ Mhz وجود داشته و توسط فیوزبیت‌های مربوطه در زمان برنامه‌ریزی قابل انتخاب است. این اسیلاتور داخلی کاربر را از اسیلاتور خارجی بی نیاز میکند. قابل ذکر است که معمولاً به طور پیشفرض اسیلاتور داخلی با فوکانس ۱ Mhz از سوی کارخانه سازنده در زمان تولید انتخاب میشود

در جدول زیر نحوه مقدار دهی فیوز بیت‌های CKSEL3..0 برای انتخاب اسیلاتور داخلی با فوکانس های مختلف نشان داده شده..

CKSEL3..0	Nominal Frequency (MHz)
0001 <sup>(1)</sup>	1.0
0010	2.0
0011	4.0
0100	8.0

منابع خارجی متنوع بوده و شامل اسیلاتور کریستالی/سرامیکی فوکانس بالا، اسیلاتور کریستالی فوکانس پائین، اسیلاتور RC خارجی و کلاک دهی خارجی به پین XTAL2 میباشد.

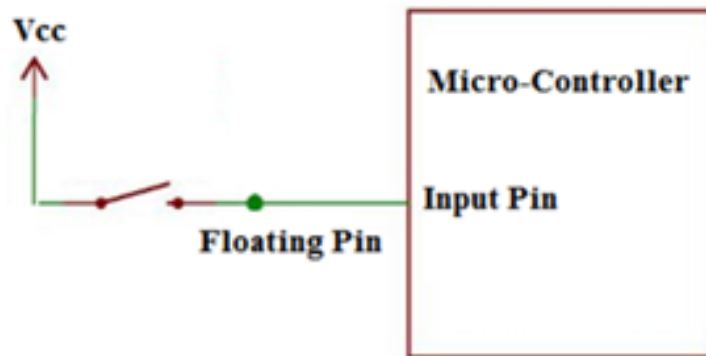
به طور معمول و مخصوصاً زمانی که به فوکانس کاری بالا نیاز باشد یک کریستال فوکانس بالا به پینهای XTAL1 و XTAL2 متصل می‌گردد. در این وضعیت جهت پایداری اسیلاتور بین هر کدام از این پین‌ها بازمین مدار باید یک خازن با ظرفیت ۱۵ الی ۳۰ PF متصل گردد. نحوه انتخاب انواع اسیلاتور در جدول زیر آمده است.

Device Clocking Option	CKSEL3..0
External Crystal/Ceramic Resonator	1111 - 1010
External Low-frequency Crystal	1001
External RC Oscillator	1000 - 0101
Calibrated Internal RC Oscillator	0100 - 0001
External Clock	0000

کلاک اصلی سیستم ابتدا ولرد واحد کنترل کلاک و سپس به صورت انشعابات ولرد بخش های مختلف می شود . دلیل این امر این است که تنها در زمانی که بخش مربوطه باید عمل پردازشی را انجام دهد ، کلاک به آن اعمال شود تا فعال شده و عمل مربوطه را انجام دهد و سپس مجدداً غیر فعال شود تا به این وسیله حداکثر صرفه جویی در توان مصرفی تراشه صورت پذیرد.

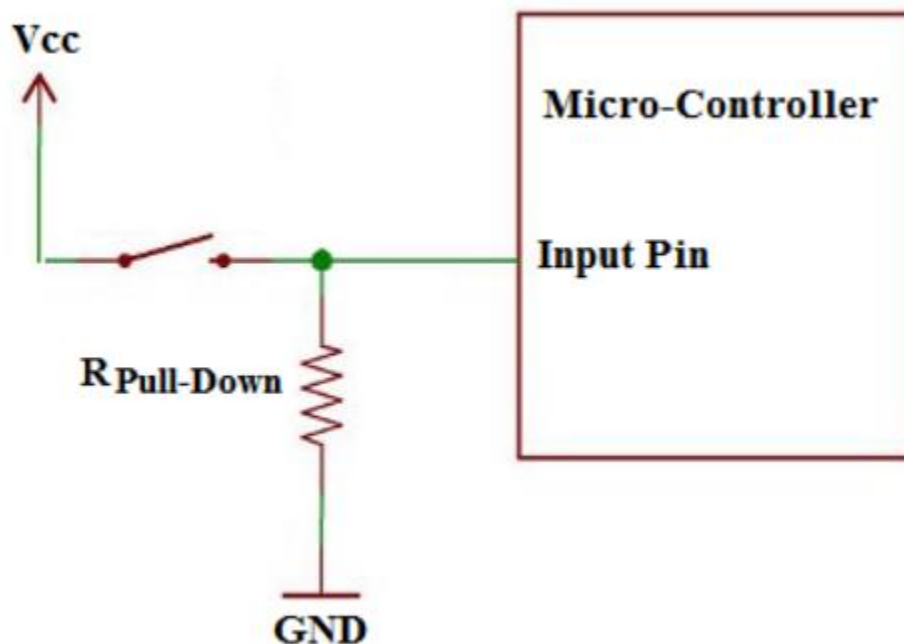
## ۵.

فرض کنید که در حال استفاده از یک میکروکنترلر هستید و یک پین خاص آن را به صورت ورودی تعریف کرده باشید. در صورتی که هیچ مقاومت Pull Up یا Pull Down بر روی پین ورودی وجود نداشته باشد و پین توسط شما به GND و یا VCC متصل نباشد، مقدار دیجیتال این پین که توسط میکروکنترلر خوانده می شود تحت تاثیر نویز و وضعیت پایه های کناری و غیره قرار می گیرد و به طور کلی مقدار خوانده شده قابل پیش بینی نیست. معمولاً میکروکنترلرها امکان اتصال مقاومت Pull Up و یا Pull Down به صورت داخلی را برای کاربر فراهم می کنند که حجم مدار خارجی را کم و مشکلی که در بالا ذکر شد را بر طرف می نمایند. اما فرض کنید که پین به صورت ورودی تعریف شده و هیچ مقاومت بالاکش و یا پایین کش به آن وصل نشده و اصطلاحاً به صورت شناور (Floating) است. در صورتی که بخواهیم وضعیت یک کلید را توسط این پین بخوانیم، مشکل ذکر شده باعث می شود که در زمان باز بودن کلید (پین شناور خواهد بود) مقدار دیجیتال خوانده شده قابل پیش بینی نباشد و هر دو مقدار “۰” و یا “۱” منطقی ممکن است خوانده شود. بنابراین نمی توان با خواندن مقدار پین ورودی، وضعیت کلید را تشخیص داد. برای رفع مشکل بیان شده باید از مقاومت Pull Up و یا Pull Down استفاده کرد .



شکل بالا: پین ورودی شناور

با اتصال یک مقاومت Pull Down به مدار بالا، زمانی که کلید باز باشد، پین ورودی توسط مقاومت به GND متصل می شود و بنابراین مقدار "۰" توسط میکروکنترلر خوانده می شود. در صورتی که کلید فشرده شود، پین مستقیماً به Vcc متصل می شود و مقدار "۱" توسط میکروکنترلر خوانده می شود. در زمان فشرده بودن کلید، مقاومت Pull Down نیز بین Vcc و GND قرار می گیرد و بسته به مقدار آن و مقدار Vcc، جریانی از آن عبور می کند.

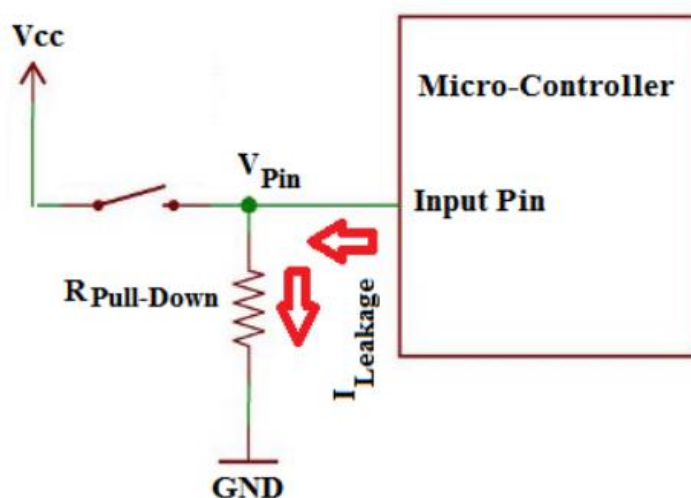


شکل بالا: پین ورودی با مقاومت Pull Down خارجی

در صورتی که مقدار مقاومت Pull Down کوچک باشد، با فشردن کلید، جریان بیشتری در آن جاری می شود. از یک منظر دیگر، برای بالارفتن ولتاژ دو سر این مقاومت طبق قانون اهم به جریان بیشتری نیاز است بنابراین این چنین مقاومتی، مقاومت Pull Down قوی گفته می شود. به طور مشابه در صورتی که مقدار مقاومت بزرگ باشد، برای بالا بردن ولتاژ دو سر آن به جریان کمتری نیاز است و به این مقاومت Pull Down ضعیف گفته می شود.

مزیت مقاومت Pull Down قوی آن است که در برابر نویز ناشی از کوپلینگ و اقای الکترومغناطیسی از سیگنال روی پین حفاظت می کند و همچنین خطای قرائت احتمالی در اثر جریان نشست و ورودی پین را رفع می کند. در عوض از منبع تغذیه مدار جریان بیشتری دریافت می کند و همچنین در پین را در برابر نویز زمین آسیب پذیر تر می کند.

خطای قرائت در اثر جریان نشست پین در زمانی که مقدار مقاومت Pull Down خیلی بزرگ باشد خود را نشان می دهد. مدار زیر را نگاه کنید. فرض کنید که مقدار مقاومت Pull Down برابر ۴,۷ مگا اهم باشد و جریان نشست پین برابر ۰,۵ میکرو آمپر و ولتاژ تغذیه ۵ ولت باشد. ولتاژ روی مقاومت Pull Down در اثر جریان نشست برابر ۲,۳۵ ولت است که این ولتاژ تقریباً برابر نصف ولتاژ تغذیه است. در این صورت ممکن است مقدار منطقی خوانده شده در حالتی که کلید قطع است لزوماً "۰" نباشد.



شکل بالا: اثر جریان نشستی پین و مقاومت Pull Down بسیار بزرگ

بسیاری از میکروکنترلرها دارای مقاومت Pull Up داخلی هستند و نیازی به مقاومت Pull Up/Down خارجی نیستند. این مقاومت های داخلی در میکروکنترلرها اصولاً مقاومت های بزرگی هستند و Pull

Up/Down ضعیف محسوب می شوند. بنابراین ممکن است در برخی از کاربردها نیاز به مقاومت خرجی باشد. برای تعیین مقدار مقاومت Pull Down به مولد زیر توجه می شود:

1- میزان جریانی که از منبع تغذیه دریافت می کند. این موضوع به ویژه در دستگاه هایی که با باتری کار می کنند اهمیت فراوان دارد.

2- وضعیت سیستم از نظر وجود انواع راه های نفوذ نویز

3- مقاومت ورودی پین که معمولا در دیتاشیت قطعات بیان شده است.

## pulldown

فرض کنید به میکروکنترلر داریم و یکی از پایه هاش رو به صورت ورودی تعریف کردیم. اگه هیچی به این پایه وصل نباشه و کد شما جوری باشه که وضعیت این پایه رو بخونه. حالا موقعی میخونیم این پایه ۱ هست یا ۰ ؟ معلوم نیست. ممکنه به لحظه یک باشه ممکنه به لحظه صفر. برای این که از این وضعیت ها جلوگیری کنیم از مقاومت Pull up یا Pull down استفاده میکنیم تا مطمئن بشیم که یا صفره اون پایه و یا یک. ضمن این که جریان بسیار کمی هم این مقاومت مصرف میکنه .

البته مفاهیمشون کاملا یکسانه و تنها تفاوتشون اینه که مقاومت Pull up وصل میشه به VCC ( معمولاً ۵ ولت هست و یا ۳,۳ ولت) و مقاومت Pull down وصل میشه به ( GND زمین )  
مقاومت های Pull up اغلب با سوییچ ها و کلیدها استفاده میشن.

با مقاومت Pull up موقعی کلید رو فشار نداده باشیم پایه ورودی در وضعیت منطقی ۱ یعنی سطح ولتاژ VCC که ۵ ولت یا ۳,۳ ولت میتونه باشه قرار میگیره. به عبارت دیگه به مقدار جریان بین پایه VCC و پایه ورودی جا به جا میشه بنابراین پایه ورودی وقتی کلید فشار داده نشده مقداری نزدیک به VCC رو میخونه اما وقتی که کلید رو فشار بدیم مستقیم وصل میشه به زمین و به مقدار جریان جاری میشه از طریق مقاومت به زمین و پایه ورودی مقدار GND رو میخونه. حتما یادتون باشه که اگه این مقاومت نباشه VCC مستقیم به GND وصل میشه و باعث میشه مدارتون اتصال کوتاه بشه و بعدش چه اتفاقی بدی میتونه بیفته .

مقدار مقاومت Pull up چقدر باید باشد؟

اگه بخوایم به جواب کوتاه و سریع بگیم اینه که مقدار مقاومت باید به چیزی در حدود  $10K\Omega$  باشه. ولی اگه می خواید خیلی کامل بدونید مقدارش چقدر باید باشه پس ادامه مطلب رو بخونید:  
نکته:

اگر مقدار مقاومت انتخاب شده کوچک باشد، چون مقدار زیادی جریان جاری میشود به آن مقاومت

Pull up قوی ( Strong Pull up ) و اگر مقدار مقاومت بزرگ باشد چون جریان کمی جاری میشود به آن مقاوم Pull up ضعیف ( weak pull up ) گفته میشود

برای انتخاب یه مقاومت Pull up مناسب باید دو تا شرط زیر ارضا بشن:  
موقعی کلید فشرده شد پایه ورودی مستقیما به زمین وصل میشه. مقدار مقاومت R1 تعیین میکنه که چه جریانی بین VCC و GND از طریق کلید جاری میشه.

موقعی کلید فشار داده نشده پایه ورودی در سطح منطقی ۱ قرار میگیره. مقدار مقاومت Pull up ، ولتاژی که روی پایه ورودی میفته رو کنترل میکنه.

برای شرط ۱ ما نباید از یه مقاومت خیلی کوچک استفاده کنیم، مقاومت خیلی کوچیک باعث میشه توان بیشتری مصرف بشه وقتی کلید رو میزنیم. شما معمولا به یه مقاومت با اندازه بزرگ احتیاج دارید) مثلا ۱۰KΩ. همچنین نمیتونیم یه مقاومت خیلی بزرگ هم انتخاب کنیم چون باعث بشه ولتاژ روی پایه ورودی اونقدر کم بشه که نزدیک به صفر برسه و در واقع در تضاد با شرط ۲ باشه. مثلا یه مقاومت ۴MΩ برای Pull up خوب نیست. چون باعث میشه اصلا ولتاژی روی پایه ورودی نیفته موقعی کلید بزنه.

قانون عمومی برای شرط ۲ اینه که مقدار مقاومت Pull up ای که انتخاب میکنیم (R1) باید کمتر از ۱۰/۱ امپدانس داخلی پایه مورد نظر ما باشه. امپدانس داخلی پایه ها در میکروکنترلرهای مختلف چیزی حدود ۱۰۰ کیلو تا ۱ مگا اهم هست.

وقتی کلیدی رو فشار ندادیم یه جریان خیلی کمی از VCC به سمت پایه ورودی از طریق مقاومت R1 جاری میشه. مقاومت R1 که Pull up هست و مقاومت R2 که امپدانس داخلی پایه مورد نظر ما هست تشکیل یه مقسم ولتاژ میدن و ولتاژی که روی پایه ایجاد میشه باید به اندازه کافی بزرگ باشه که پایه مقدار سطح ولتاژ ۱ رو بخونه.

مثلا اگه مقاومت Pull up که انتخاب میکنید مقدارش ۱M اهم باشه و امپدانس داخلی پایه مورد نظر ما هم ۱M اهم باشه. در این حالت طبق فرمول مقسم ولتاژ، ولتاژی حدود ۲/۱ ولتاژ VCC میفته روی پایه ورودی که معلوم نیست پایه مورد نظر ما بتونه اون رو به صورت سطح منطقی ۱ تشخیص بده. مثلا اگه میکرو با ۵ ولت کار کنه آیا ۲,۵ ولت رو سطح منطقی ۱ تشخیص میده یا سطح منطقی ۰ ؟ ولی اگه ما بیاییم و یه مقاومت ۱۰ کیلو یا ۱۰۰ کیلو بذاریم دیگه این مشکل رو نداریم.

چون مقاومت Pull up خیلی کاربرد داره اکثر میکروکنترلرها مثل Atmega328 که در بردهای arduino هم استفاده میشه خودشون یه Pull up داخلی دارن که میتونه فعال یا غیر فعال بشه.