

Resistor Pull Up dan Pull Down

Bayati

bayati_b@yahoo.com

Chairinisa Napitupulu

chairinisakoto@yahoo.com

Khairina Ulfa Nst

ukhairina@gmail.com

Lisensi Dokumen:

Copyright © 2003-2014 IlmuKomputer.Com

Seluruh dokumen di IlmuKomputer.Com dapat digunakan, dimodifikasi dan disebarkan secara bebas untuk tujuan bukan komersial (nonprofit), dengan syarat tidak menghapus atau merubah atribut penulis dan pernyataan copyright yang disertakan dalam setiap dokumen. Tidak diperbolehkan melakukan penulisan ulang, kecuali mendapatkan ijin terlebih dahulu dari IlmuKomputer.Com.

Pendahuluan

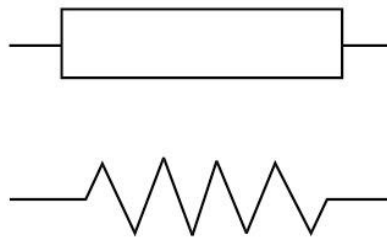
Ketika menggunakan suatu switch, push button, sebagai data input ke microcontroller terkadang terjadi masalah nilai tidak terbaca. Nilai input tersebut mengambang (*float state*) antara *high* dan *low*. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat digunakan resistor pull-up atau pull-down.

Pada dasarnya fungsi resistor pull up dan pull down adalah untuk mengatasi kondisi *floating* (mengambang antara *low* dan *high*) yang terjadi pada suatu rangkaian agar menjadi terdefinisi ke sinyal *high* dan *low*.

Pembahasan

2.1. Resistor

Resistor ditemukan oleh ilmuwan fisika asal Jerman bernama Georg Simon Ohm. Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. Resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Resistor biasanya di desain dengan lambang R dan satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm yang dilambangkan dengan simbol Ω (Omega).



Gambar : Simbol Resistor

Fungsi lain resistor adalah sebagai pembatas arus listrik, dapat dijadikan sebagai pembagi dari tegangan listrik dan sebagai penurun dari tegangan arus listrik.

2.2. Resistor Pull Up dan Resistor Pull Down

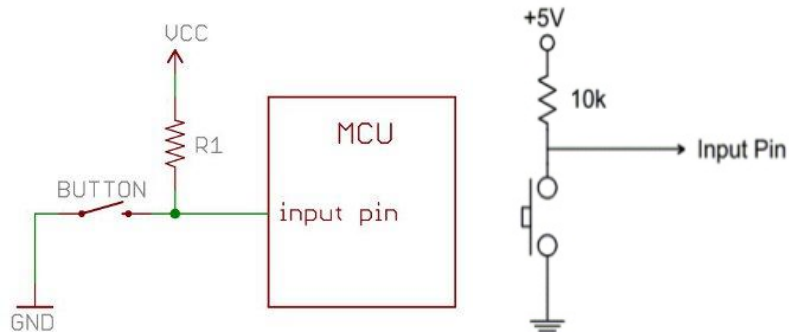
Dalam rangkaian digital dikenal sinyal “high” dan “low” atau “1” dan “0”. Pada umumnya rangkaian digital memiliki sumber tegangan (VCC) sebesar 5 volt atau 3,3 volt. Pada rangkaian digital 5 volt sinyal “high” adalah 5 volt dan sinyal “low” adalah 0 volt, sedangkan pada rangkaian digital 3,3 volt sinyal “high” adalah 3,3 volt dan sinyal “low” adalah 0 volt. Tentunya sinyal “high” tidak harus persis 5 volt atau 3,3 volt, tergantung dari toleransi rangkaian dan IC (Integrated Circuit) yang digunakan.

Pada suatu rangkaian digital, ketika menggunakan suatu switch, push button, sebagai data input ke microcontroller terkadang terjadi masalah nilai tidak terbaca. Nilai input tersebut mengambang (float state) antara high dan low. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat digunakan resistor pull-up atau pull-down.

1. Resistor Pull Up

Resistor pull-up digunakan untuk mencegah nilai float pada kondisi high dengan menambahkan

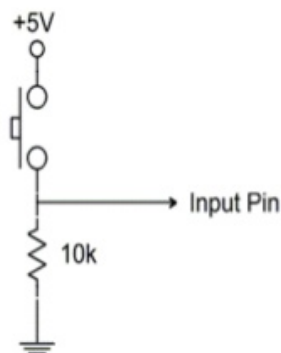
sebuah resistor pada jalur sumber tegangan dan paralel dengan jalur input ke microcontroller. Dengan pull-up resistor, pin input akan terbaca high saat tombol tidak ditekan. Dengan kata lain, sejumlah kecil arus mengalir antara VCC dan pin input (tidak ke ground), sehingga pin input dibaca mendekati VCC. Ketika tombol ditekan, maka akan menghubungkan pin input langsung ke ground. Arus mengalir melalui resistor ke ground, sehingga pin input akan terbaca dalam keadaan low. Jika tidak ada resistor, jika switch ditekan maka VCC akan terhubung langsung dengan ground, sehingga arus yang sangat besar akan mengalir antara VCC dan ground. Kondisi ini disebut short circuit. Kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan fisik suplai daya dan rangkaian itu sendiri. Dengan adanya resistor maka arus yang sangat bear tersebut akan dapat dibatasi.



Gambar : Resistor Pull Up

2. Resistor Pull Down

Reistor pull down digunakan untuk mengatasi floating pada kondisi low. Perhatikan rangkaian pull down resistor berikut :



Gambar : Resistor Pull Down

Pada rangkaian diatas saat switch button ditekan pin input akan membaca high dan pin input akan membaca low saat switch button dilepas.

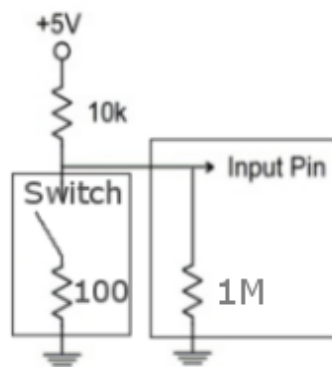
Pilihan antara pull up atau pull down tergantung pada rangkaian yang ingin ditambahkan. Pada rangkaian diatas untuk mengatasi floating harus ditambahkan pull down. Penambahan pull up tetap akan mengatasi floating, akan tetapi saat switch ditekan atau pun tidak pin input akan tetap membaca high, sehingga mikrokontroller tidak mengetahui apakah swith ditekan atau tidak.

2.3. Penentuan Nilai Resistor Yang Harus Ditambahkan Pada Pull up atau Pull down

Umumnya nilai 10 k Ω cukup untuk sebagian besar rangkaian. Tetapi untuk rangkaian digital yang kompleks dan “high speed”, nilai resistor standar tidak bisa digunakan. Beberapa hal berikut harus dipertimbangkan ketika memilih nilai resistor untuk “pull up” atau “pull down” :

Idealnya switch memiliki resistansi seri nol dan pin input mikrokontroller memiliki impedansi input tak hingga. Tetapi pada kenyataanya rangkaian switch memiliki resistansi seri yang tidak nol dan input pin mikrokontroller memiliki impedansi input tidak tak hingga. Contohnya pada gambar dibawah resistansi seri switch adalah 100 ohm dan impedansi internal pin input mikrokontroller adalah 1 M Ω . Level tegangan ketika switch ditutup adalah 0,05 volt dan ketika switch dibuka adalah 4,95 volt.

1. Level tegangan setelah ditambahkan “pull up” atau “pull down”



Gambar : Rangkaian switch tidak ideal

Level tegangan ini harus dipertimbangkan karena chip digital seperti mikrokontroller biasanya memiliki batas level tegangan input yang dianggap sebagai sinyal low (biasanya batas sinyal input low ditulis VIL, batas sinyal input high ditulis VIH pada datasheet mikrokontroller dan

chip digital lainnya). Umumnya sinyal low harus sedekat mungkin dengan nol volt dan sinyal high harus sedekat mungkin dengan tegangan supply.

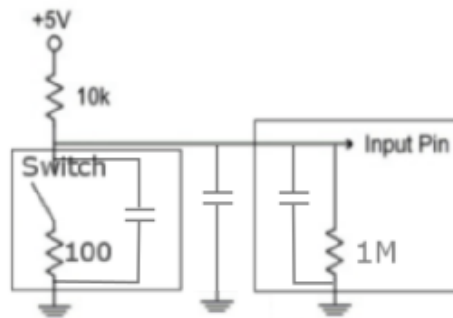
Symbol	Parameter	Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
V_{IL}	Input Low Voltage, except XTAL1 and RESET pin	$V_{CC} = 1.8V - 2.4V$ $V_{CC} = 2.4V - 5.5V$	-0.5 -0.5		$0.2V_{CC}^{(1)}$ $0.3V_{CC}^{(1)}$	V
V_{IH}	Input High Voltage, except XTAL1 and RESET pins	$V_{CC} = 1.8V - 2.4V$ $V_{CC} = 2.4V - 5.5V$	$0.7V_{CC}^{(2)}$ $0.6V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$ $V_{CC} + 0.5$	V
V_{IL1}	Input Low Voltage, XTAL1 pin	$V_{CC} = 1.8V - 5.5V$	-0.5		$0.1V_{CC}^{(1)}$	V
V_{IH1}	Input High Voltage, XTAL1 pin	$V_{CC} = 1.8V - 2.4V$ $V_{CC} = 2.4V - 5.5V$	$0.8V_{CC}^{(2)}$ $0.7V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$ $V_{CC} + 0.5$	V
V_{IL2}	Input Low Voltage, RESET pin	$V_{CC} = 1.8V - 5.5V$	-0.5		$0.1V_{CC}^{(1)}$	V
V_{IH2}	Input High Voltage, RESET pin	$V_{CC} = 1.8V - 5.5V$	$0.9V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$	V
V_{IL3}	Input Low Voltage, RESET pin as I/O	$V_{CC} = 1.8V - 2.4V$ $V_{CC} = 2.4V - 5.5V$	-0.5 -0.5		$0.2V_{CC}^{(1)}$ $0.3V_{CC}^{(1)}$	V
V_{IH3}	Input High Voltage, RESET pin as I/O	$V_{CC} = 1.8V - 2.4V$ $V_{CC} = 2.4V - 5.5V$	$0.7V_{CC}^{(2)}$ $0.6V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$ $V_{CC} + 0.5$	V
V_{OL}	Output Low Voltage ⁽³⁾ except RESET pin	$I_{OL} = 20\text{ mA}, V_{CC} = 5V$ $I_{OL} = 10\text{ mA}, V_{CC} = 3V$			0.9 0.6	V
V_{OH}	Output High Voltage ⁽⁴⁾ except Reset pin	$I_{OH} = -20\text{ mA}, V_{CC} = 5V$ $I_{OH} = -10\text{ mA}, V_{CC} = 3V$	4.2 2.3			V

Tabel batas level tegangan untuk sinyal high dan low dari datasheet ATmega 328P

Oleh karena itu, dalam memilih nilai resistor “pull up” atau “pull down” disarankan untuk menghitung berapa jangkauan nilai resistor yang dibutuhkan untuk memenuhi syarat level tegangan sinyal high dan low. Hal ini dapat dilakukan dengan metode “trial and error” menggunakan voltage tester atau dengan menggunakan metode analisis rangkaian “KVL” dan “KCL”. Walaupun pengaruh resistansi internal switch dan pin input mikrokontroler sangat kecil, jika rangkaian yang digunakan semakin kompleks perubahan level tegangan karena “pull up” atau “pull down” bisa menjadi semakin signifikan.

2. Kecepatan rangkaian yang digunakan

Jika rangkaian yang di “pull up” atau “pull down” diperlukan untuk mengubah sinyal dari low ke high atau dari high ke low dengan cepat, misalnya untuk keperluan switching, komunikasi, PWM, nilai resistor untuk “pull up” dan “pull down” sangat menentukan apakah rangkaian tersebut bisa berfungsi dengan baik.



Gambar : Rangkaian switch tidak ideal dengan kapasitor parasitik

Hal ini terjadi karena adanya komponen kapasitor parasitik tidak diinginkan yang ada pada setiap komponen. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar diatas. Komponen switch, pin input mikrokontroller, dan jalur dari switch ke pin input semuanya mempunyai komponen kapasitor parasitik. Komponen kapasitor parasitik ini dapat memperlambat perubahan sinyal di jalur tersebut. Hal ini disebabkan karena sifat kapasitor yang tidak dapat merubah tegangan pada dirinya secara tiba-tiba.

Seperti pada cara pemilihan resistor untuk menyesuaikan dengan batas tegangan input chip digital, terdapat dua cara yaitu metode “trial and error” dan metode kalkulasi. Metode “trial dan error” untuk memilih nilai resistor pada rangkaian kecepatan tinggi adalah dengan menggunakan osiloskop. Jalur yang diukur harus dibiarkan switching dengan kecepatan yang diinginkan, lalu sinyal di jalur tersebut dilihat dengan osiloskop. Pada layar osiloskop dapat dilihat apakah level tegangan low dapat mendekati 0 volt dan apakah level tegangan high dapat mendekati tegangan suplai pada kecepatan tinggi.

Sedangkan metode kalkulasi adalah dengan menggunakan rumus dibawah ini. Pertama-tama, kita harus mengukur atau menebak berapa nilai kapasitansi parasitik dari datasheet chip, lalu menghitung berapakah kecepatan maksimum rangkaian yang diperlukan. Lalu nilai resistor dapat dihitung dengan rumus ini.

$$R \leq 1/2.2Cf$$

R adalah nilai resistor “pull up” atau “pull down” yang diinginkan, C adalah nilai kapasitansi parasitik dan f adalah frekuensi switching rangkaian yang diinginkan.

3. Konsumsi energi rangkaian

Misalnya suatu rangkaian yang kompleks menggunakan 100 “pull up” resistor dimana setiap resistor bernilai 1 k Ω . Jika tegangan suplai rangkaian tersebut adalah 5 volt, maka konsumsi daya satu resistor adalah $5 / 1 \text{ k}\Omega = 5 \text{ mA}$. Sehingga konsumsi daya 100 “pull up” resistor adalah 500 mA. Walau konsumsi daya resistor “pull up” dan “pull down” terlihat kecil, jika diakumulasi konsumsi daya resistor tersebut bisa signifikan.

Banyak contoh rangkaian di dunia nyata yang menggunakan jumlah resistor “pull up” atau “pull down” yang signifikan. Contohnya rangkaian LED matriks, mikrokontroler dengan jumlah pin yang banyak, FPGA, dll. Oleh karena itu, setelah mempertimbangkan point nomor 1 dan 2 diatas dan mendapatkan jangkauan nilai resistor yang bisa digunakan, pilih nilai resistor paling besar untuk menghemat energi yang digunakan.

2.4. Menghitung Nilai Pull Up atau Pull Down Resistor

Anggaplah bahwa kita ingin membatasi arus sekitar 1mA saat tombol ditekan pada rangkaian pull up atau pull down, sedangkan tegangan yang digunakan pada rangkaian adalah 5 Volt (VCC = 5V). Berapa nilai resistor yang akan kita gunakan?

Untuk menghitung nilai pull-up resistor menggunakan Hukum Ohm sebagai berikut:

$$V = I \cdot R$$

Mengacu pada rumus diatas maka rumus yang kita gunakan adalah:

$$VCC = (\text{ arus yang mengalir pada } R_1) \times R_1$$

Berdasarkan persamaan diatas diperoleh rumus :

$$R_1 = VCC / (\text{ arus yang mengalir pada } R_1)$$

Sehingga hasilnya seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned} R_1 &= 5V / 0,001A = 5.000 \Omega \\ &= 5k\Omega \end{aligned}$$

Ingatlah bahwa kita harus selalu mengkonversi semua unit satuan tegangan ke Volt, arus ke Ampere dan tahanan ke Ohm sebelum melakukan perhitungan (misalnya $1\text{mA} = 0,001\text{A}$ dan $5.000\Omega = 5\text{k}\Omega$). Maka nilai pull-up resistor yang digunakan adalah sebesar $5\text{k}\Omega$.

Kesimpulan

Baik resistor pull-up maupun pull-down, keduanya sama-sama digunakan untuk mencegah terjadinya nilai float. Perbedaan keduanya lebih pada penggunaannya. Resistor pull-up digunakan untuk mencegah nilai float pada kondisi high dengan menambahkan sebuah resistor pada jalur sumber tegangan dan paralel dengan jalur input ke microcontroller. Sedangkan resistor pull-down digunakan untuk mencegah nilai float pada kondisi low dengan menambahkan sebuah resistor pada jalur ke ground dan paralel dengan jalur input ke microcontroller.

Referensi

- [1] <https://embenesia.wordpress.com/2015/12/22/pull-up-dan-pull-down/>
- [2] <https://learn.sparkfun.com/tutorials/pull-up-resistors>
- [3] <http://www.hendriono.com/blog/post/pull-up-resistor>
- [4] http://www.resistorguide.com/pull-up-resistor_pull-down-resistor/
- [5] <http://lang8088.blogspot.co.id/2014/12/mengenal-perbedaan-resistor-pull-up.html>
- [6] <http://rici28.blogspot.co.id/2010/03/resistor.html>

Biografi Penulis

Bayati, A. Md merupakan alumni dari D3 Manajemen Informatika Politeknik Negeri Medan, setelah menyelesaikan program diploma, ia melanjutkan perkuliahan untuk mengambil program sarjana di Ekstensi S1 Ilmu Komputer Universitas Sumatera Utara.



Chairinisa Napitupulu, A. Md merupakan alumni dari D3 Manajemen Informatika Politeknik Negeri Medan, setelah menyelesaikan program diploma, ia melanjutkan perkuliahan untuk mengambil program sarjana di Ekstensi S1 Ilmu Komputer Universitas Sumatera Utara.

Khairina Ulfa Nst, A. Md merupakan alumni dari D3 Manajemen Informatika Politeknik Negeri Medan, setelah menyelesaikan program diploma, ia melanjutkan perkuliahan untuk mengambil program sarjana di Ekstensi S1 Ilmu Komputer Universitas Sumatera Utara.



Biografi Pembimbing



Drs. Dahlan Sitompul, M. Eng menyelesaikan S1 di Universitas Sumatera Utara (USU), Medan Indonesia pada tahun 1993 pada Fakultas MIPA jurusan Fisika, dan S2 di University of Wollongong (UOW), Australia pada tahun 2002 pada Fakultas Informatika (School of Electrical and Computer Engineering). Beliau sampai saat ini bekerja sebagai staff pengajar di Universitas Sumatera Utara. Beliau berminat dan juga telah melaksanakan beberapa penelitian pada bidang Elektronika Analog dan Digital, antar muka komputer, dan pemrograman. Penulis juga telah menulis beberapa karya tulis pada beberapa jurnal Ilmiah Nasional.