

Elektronika Lanjut

Pengkondisian Sinyal



Instrumen Pengkondisi Sinyal

- + Pengkondisian sinyal merupakan suatu konversi sinyal menjadi bentuk yang lebih sesuai yang merupakan antarmuka dengan elemen-elemen lain dalam suatu kontrol proses.
- + Pengkondisian sinyal analog
- + Pengkondisian sinyal digital



Pengkondisian Sinyal Analog

- + Prinsip Pengkondisi Sinyal Analog
- + Level Sinyal dan Perubahan Bias
- + Linierisasi
- + Konversi
- + Penyaringan dan Penyepadanan Impedansi
- + Konsep Pembebanan
- + Sirkuit Pasif



Prinsip Pengkondisi Sinyal Analog

- ✚ Prinsip kerja sensor ialah mengubah suatu besaran non elektrik yang terukur menjadi suatu besaran elektrik.
- ✚ Untuk membentuk sensor tersebut kita memanfaatkan variabel dinamik yang mempengaruhi karakteristik suatu bahan.
- ✚ Pengkondisi sinyal analog berperan penting sebagai pengubah keluaran sensor ke suatu bentuk yang merupakan antarmuka dengan elemen-elemen lain pada suatu kontrol proses.



Prinsip Pengkondisi Sinyal Analog

- ✚ Terkadang kita menggambarkan efek pengkondisi sinyal sebagai persamaan fungsi transfer.
- ✚ Melalui persamaan tersebut kita mengartikan efek suatu pengkondisi sinyal pada sinyal masukan.
- ✚ Jadi sebuah penguat tegangan sederhana mempunyai fungsi transfer dan suatu konstanta yang ketika dikalikan terhadap masukan tegangan akan memberikan keluaran tegangan.



Level Sinyal dan Perubahan Bias

- ✚ Satu dan sebagian besar tipe pengondisi sinyal melibatkan menyesuaikan level (magnitudo) dan *bias* (nilai nol) dan suatu tegangan yang mewakili sebuah variabel proses.
- ✚ Contohnya suatu keluaran tegangan sensor bervariasi antara **0,2 V sampai 0,6 V** sebagai perubahan variabel proses terhadap kisaran pengukuran.
- ✚ Bagaimanapun, suatu alat dengan sensor ini harus mempunyai keluaran tegangan bervariasi dari 0 volt sampai 5 volt untuk variasi yang sama pada variabel proses.



Level Sinyal dan Perubahan Bias

- ✚ Kita melakukan pengkondisi sinyal yang diperlukan dengan pertama mengubah menjadi nol ketika keluaran sensor adalah 0,2 V.
- ✚ Ini dapat dilakukan dengan **mengurangi 0,2** dan keluaran sensor, yang disebut pergeseran nol atau penyesuaian *bias*
- ✚ Sekarang kita mempunyai tegangan antara **0 V sampai 0,4 V**, sehingga kita perlu tegangan yang lebih besar.



Level Sinyal dan Perubahan Bias

- ✚ Jika kita **kalikan** tegangan dengan **12,5**, tegangan keluaran yang baru akan bervariasi antara **0 V sampai 5 V** seperti yang diperlukan.
- ✚ Hal ini disebut penguatan (*amplification*) dan 12,5 disebut perbesaran (*gain*).
- ✚ Dalam kasus lain kita perlu membuat keluaran sensor menjadi lebih kecil yang disebut dengan pelemahan (*attenuation*).



Level Sinyal dan Perubahan Bias

- + Dalam mendesain *bias* dan rangkaian penguat kita harus memperhatikan beberapa faktor antara lain :
 - + tanggap frekuensi,
 - + impedansi keluaran,
 - + impedansi masukan.



Linierisasi

- ✚ Seperti yang ditekankan diawal, suatu perancangan kontrol proses mempunyai sejumlah pilihan karakteristik keluaran sensor terhadap variabel proses. Sering kali hubungan yang terjadi antara masukan dan keluaran adalah tidak linier.



Linierisasi

- ✚ Menurut sejarah, sirkuit analog dikhususkan untuk melinierkan sinyal. Sebagai contoh, keluaran sensor bervariasi dengan tidak linier terhadap variabel proses, suatu sirkuit penglinier, idealnya adalah sebagai pengkondisi keluaran sensor sehingga tegangan yang dihasilkan menjadi linier terhadap variabel proses. Sirkuit demikian sulit untuk dirancang dan biasanya beroperasi dengan suatu batas.



Linierisasi

- + Pendekatan modem terhadap masalah ini adalah memberikan sinyal nonlinier sebagai *input* pada komputer dan melinierkannya menggunakan *software*



Konversi

- + Terkadang pengkondisi sinyal digunakan untuk mengkonversi satu tipe variasi listrik menjadi yang lain.
- + Sejumlah sensor mempunyai prinsip kerja sebagai perubahan resistansi terhadap variabel dinamik, diperlukan suatu sirkuit untuk mengonversi perubahan resistansi ini menjadi tegangan atau sinyal tertentu.



Konversi

- ✚ **Transmisi sinyal** merupakan tipe konversi yang penting yang berkaitan dengan control proses standar dan pentransmisian sinyal sebagai level arus 4-20 mA dalam kabel. Ini memberikan peningkatan kebutuhan untuk mengkonversi resistansi dan level tegangan; pada level arus yang sesuai pada akhir pentransmisian dan untuk konversi arus kembali ke tegangan pada akhir penerimaan. Sehingga, konversi tegangan ke arus, arus ke tegangan seringkali digunakan.



Konversi

- ✚ **Antarmuka digital**, penggunaan computer pada control proses memerlukan konversi format analog ke format digital, menggunakan IC yang disebut *analog to digital converter* (ADC) konversi sinyal analog biasanya memerlukan penyesuaian pengukuran sinyal analog agar sepadan terhadap input yang diperlukan untuk ADC



Penyaringan dan Penyepadanan Impedansi

- + Dua pengkondisi sinyal yang lain ialah penyaringan dan penyepadanan impedansi.
- + Seringkali sinyal-sinyal palsu dengan tingkat yang patut diperhitungkan nampak dalam lingkungan industri, seperti sinyal frekuensi 60 Hz. Dalam banyak kasus hal ini memerlukan *high-pass*, *low-pass* atau penyaring takik untuk menghilangkan sinyal-sinyal yang tak diinginkan. Penyaringan semacam itu dapat dilakukan filter pasif dengan hanya menggunakan resistor, kapasitor, dan induktor atau filter aktif, menggunakan *gain* dan *feedback*.



Penyaringan dan Penyepadanan Impedansi

- + Penyepadanan impedansi merupakan elemen penting dan suatu pengkondisi sinyal ketika impedansi internal transduser atau impedansi garis dapat menyebabkan error pada pengukuran dinamik variabel.
- + Kedua jaringan pasif dan aktif itu diterapkan untuk memberikan penyepadanan tersebut.



Konsep Pembebanan

- ✚ Satu dari yang paling penting berkaitan dengan pengkondisi sinyal analog adalah pembebanan dan satu sirkuit pada sirkuit yang lain.
- ✚ Secara kuantitatif pembebanan : Suatu keluaran sirkuit terbuka pada sebuah elemen adalah berupa tegangan V_s , ketika masukan suatu elemen adalah x .



Konsep Pembebanan

- ✚ Elemen ini dapat berupa sensor atau bagian lain dan sirkuit pengkondisi sinyal seperti sirkuit jembatan atau penguat. Sirkuit terbuka artinya bahwa tidak ada yang terhubung dengan keluaran.
- ✚ Pembebanan terjadi ketika kita menghubungkan dengan sesuatu, suatu beban terhadap keluaran dan tegangan keluaran dan suatu elemen jatuh pada suatu harga, $V_y < V_x$. pembebanan yang berbeda akan menghasilkan jatuh tegangan yang berbeda pula.



Konsep Pembebanan

- ✚ Secara kuantitatif, kita dapat mengevaluasi pembebanan sebagai berikut.
- ✚ **Teorema thevenin** mengatakan bahwa terminal keluaran dari dua buah terminal elemen yang dapat didefinisikan sebagai sebuah sumber tegangan yang sesuai dengan impedansi keluaran.
- ✚ Asumsikan ini adalah resistansi (resistansi keluaran) untuk membuat penggambaran menjadi lebih mudah diikuti. Ini disebut model rangkaian persamaan thevenin dan suatu elemen



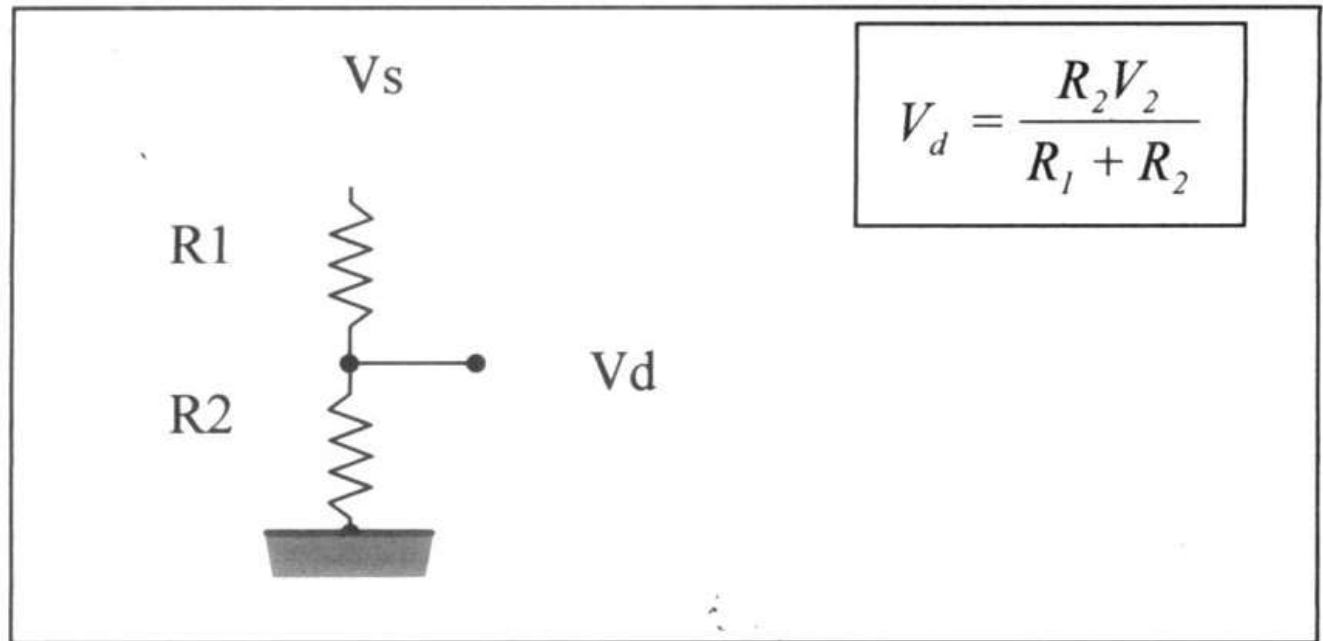
Sirkuit Pasif

- + Sirkuit jembatan dan pembagi adalah dua teknik pasif yang telah digunakan untuk pengkondisian sinyal selama bertahun-tahun.
- + Meski sirkuit aktif modem seringkali menggantikan teknik ini, namun masih banyak penerapan yang memberikan keuntungan sehingga metode ini masih berguna



Sirkuit Pembagi

- Prinsip rangkaian ini adalah perubahan nilai tegangan yang diakibatkan perubahan hambatan.

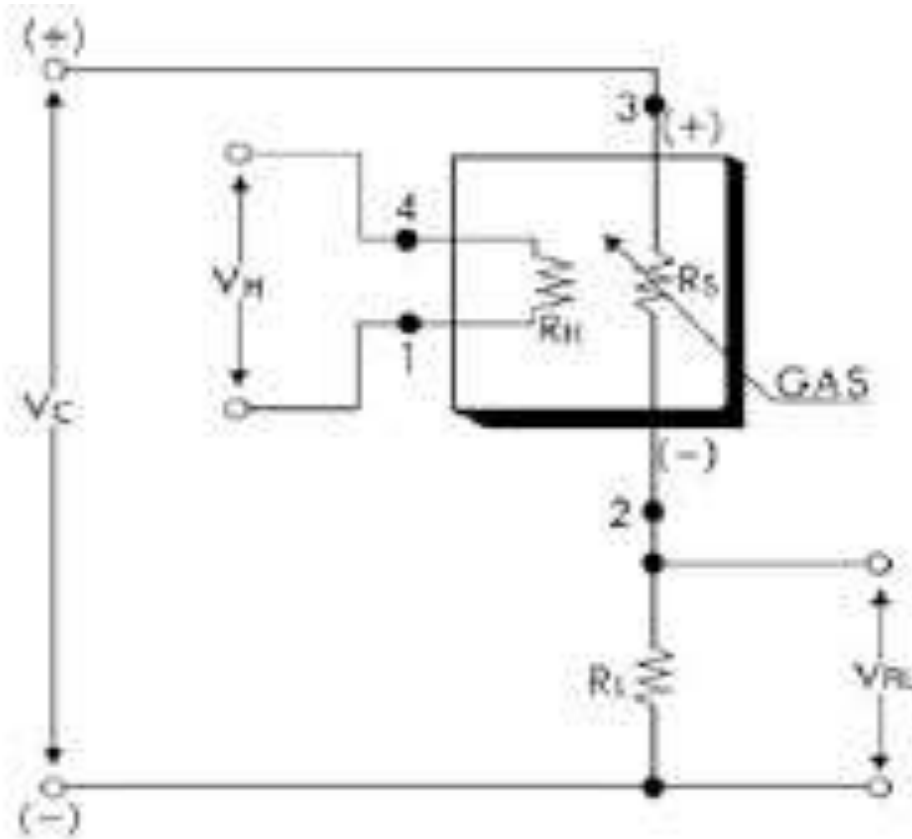




Sirkuit Pembagi

Contoh pada sensor Gas TGS 2620

- ✚ Contoh pada sensor Gas TGS 2620





Sirkuit Pembagi

Contoh pada sensor Gas TGS 2620

- ✚ Sensor TGS 2620 ini dapat mendeteksi gas methana, CO, Iso-butan, Hydrogen dan Ethanol.
- ✚ Sensor ini keluarannya berupa perubahan resistansi. Sensor ini dapat dibaca oleh mikrokontroller jika keluarannya berupa tegangan.
- ✚ Oleh karena itu diperlukan resitor dan tegangan sumber agar keluarannya dapat dibaca oleh mikrokontroller menggunakan fitur Analog to Digital Converter (ADC).



Sirkuit Jembatan

- ✚ Prinsip rangkaian ini adalah perubahan tegangan yang diakibatkan perubahan impedansi.
- ✚ Salah satu keuntungan rangkaian jembatan ini adalah bahwa rangkaian ini dapat didesain sedemikian rupa sehingga memberikan tegangan keluaran sekitar nol.
- ✚ Hal ini berarti bahwa penguatan dapat digunakan untuk meningkatkan level tegangan untuk meningkatkan sensitivitas terhadap perubahan impedansi. Salah satu rangkaian jembatan adalah **Jembatan Wheatstone**



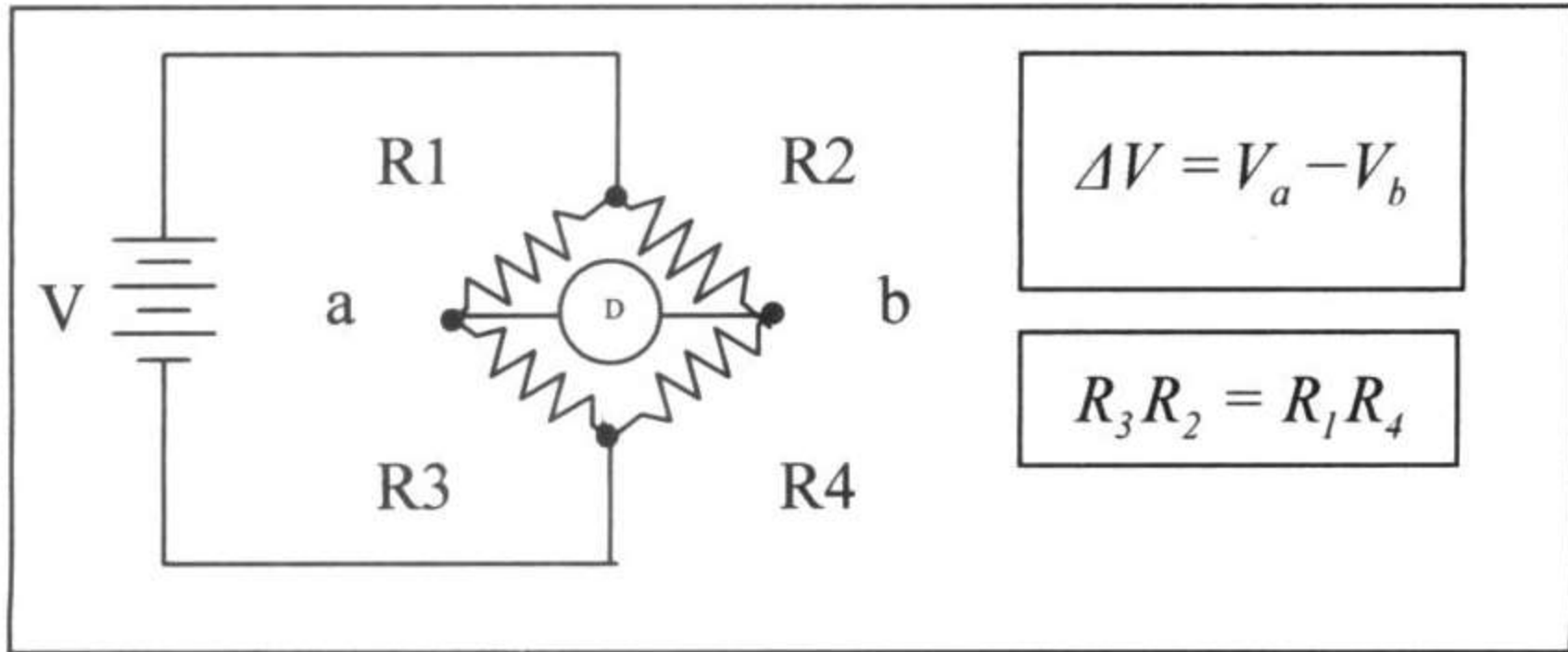
Sirkuit Jembatan

- ✦ Jembatan Wheatstone adalah suatu rangkaian listrik yang digunakan untuk mengukur suatu tahanan yang tidak diketahui besarnya. (Suryatmo, 1986).
- ✦ Jembatan ini digunakan untuk memperoleh ketelitian dalam melaksanakan pengukuran terhadap suatu tahanan yang nilainya relative kecil sekali. (Pratama, 2010)



Rangkaian Jembatan Wheatstone (DC)

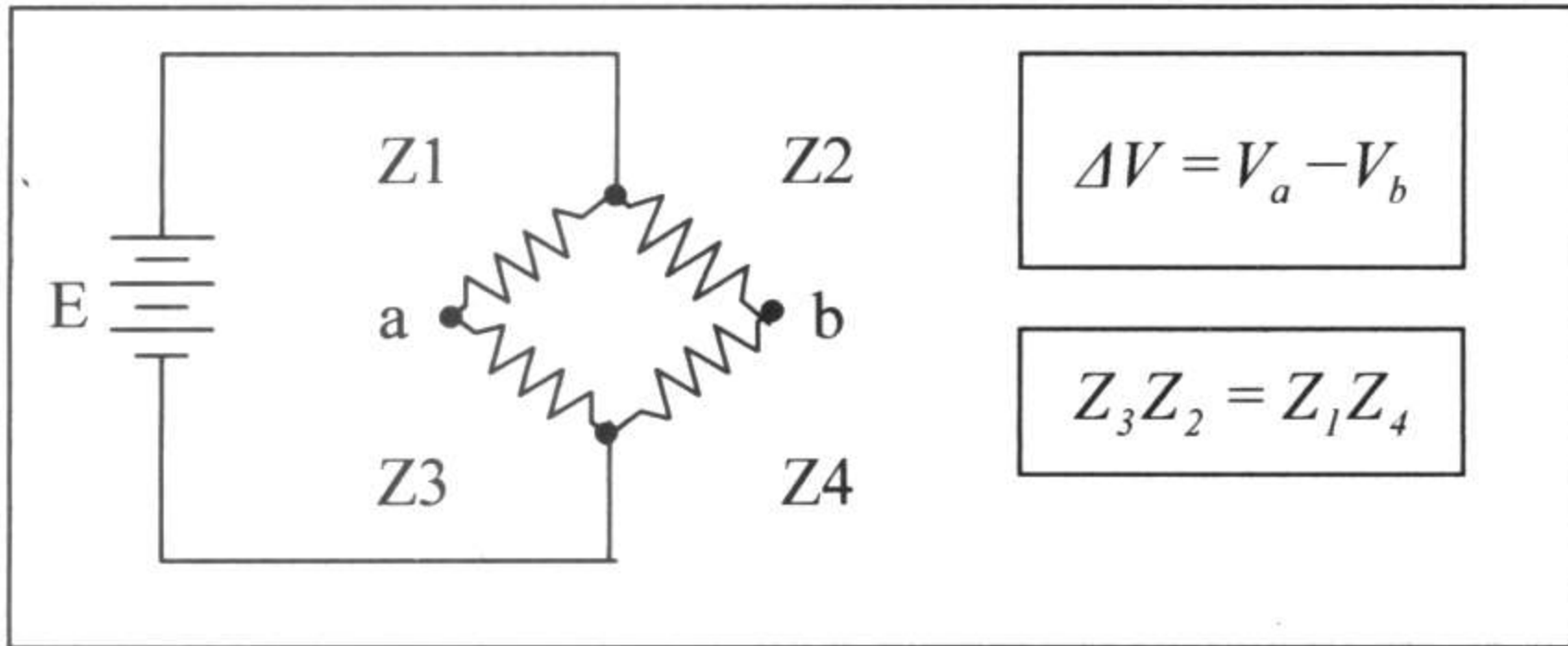
+ Untuk DC





Rangkaian Jembatan Wheatstone (AC)

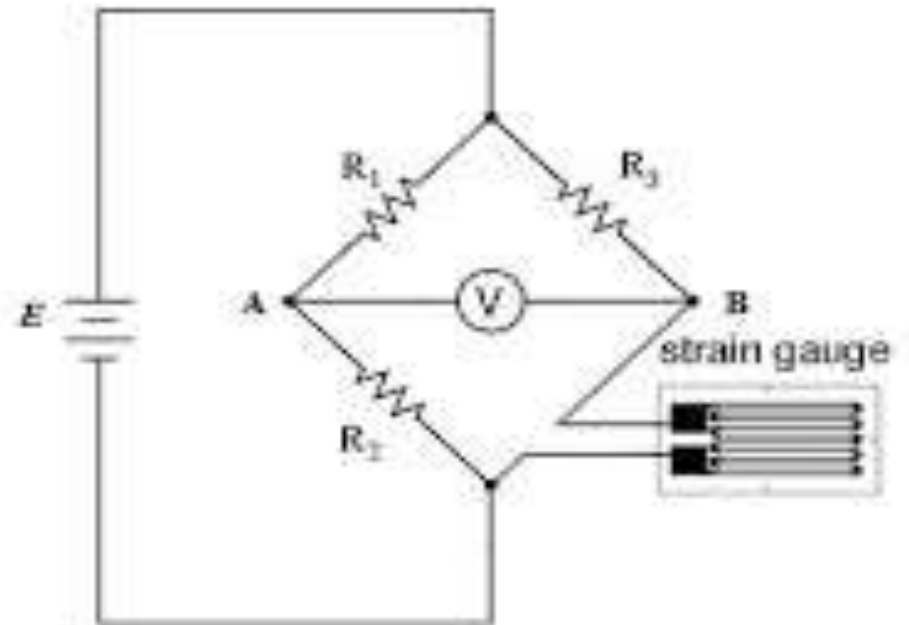
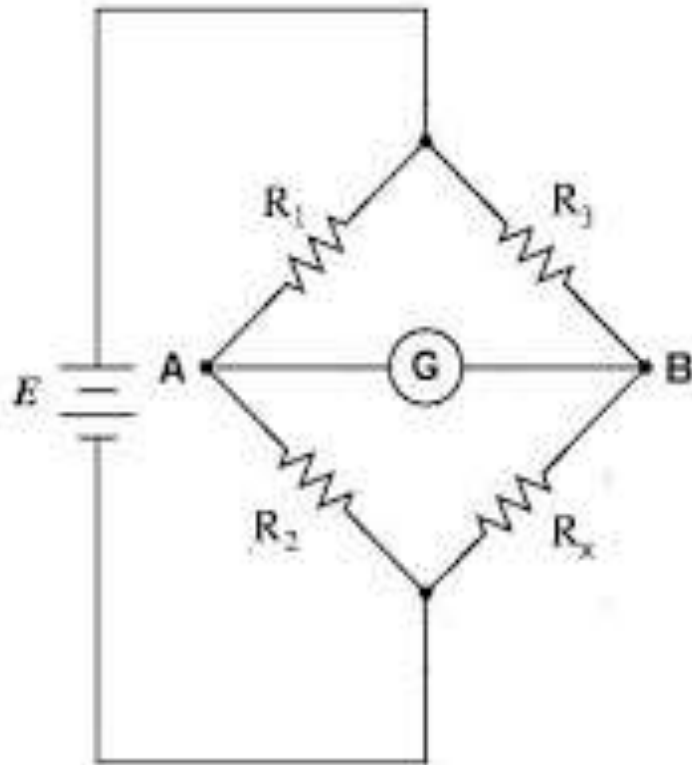
✚ Untuk AC





Rangkaian Jembatan Wheatstone pada sensor Strain - gauge

✚ Strain Gauge





Rangkaian Jembatan Wheatstone pada sensor Strain - gauge

- ✚ Perubahan tegangan yang terjadi pada strain gauge adalah sebanding dengan perubahan nilai hambatan pada strain gauge tetapi nilai perubahan hambatannya sangat kecil sehingga dibutuhkan rangkaian jembatan wheatstone agar dapat diukur



Rangkaian Jembatan Wheatstone pada sensor Strain - gauge

- + Alur penggunaan jembatan Wheatstone pada Strain-gauge yaitu:
- + Adanya tekanan atau gaya
- + Perubahan bentuk sensor
- + Perubahan resistansi sensor
- + Jembatan Wheatstone tidak seimbang
- + Tegangan muncul.



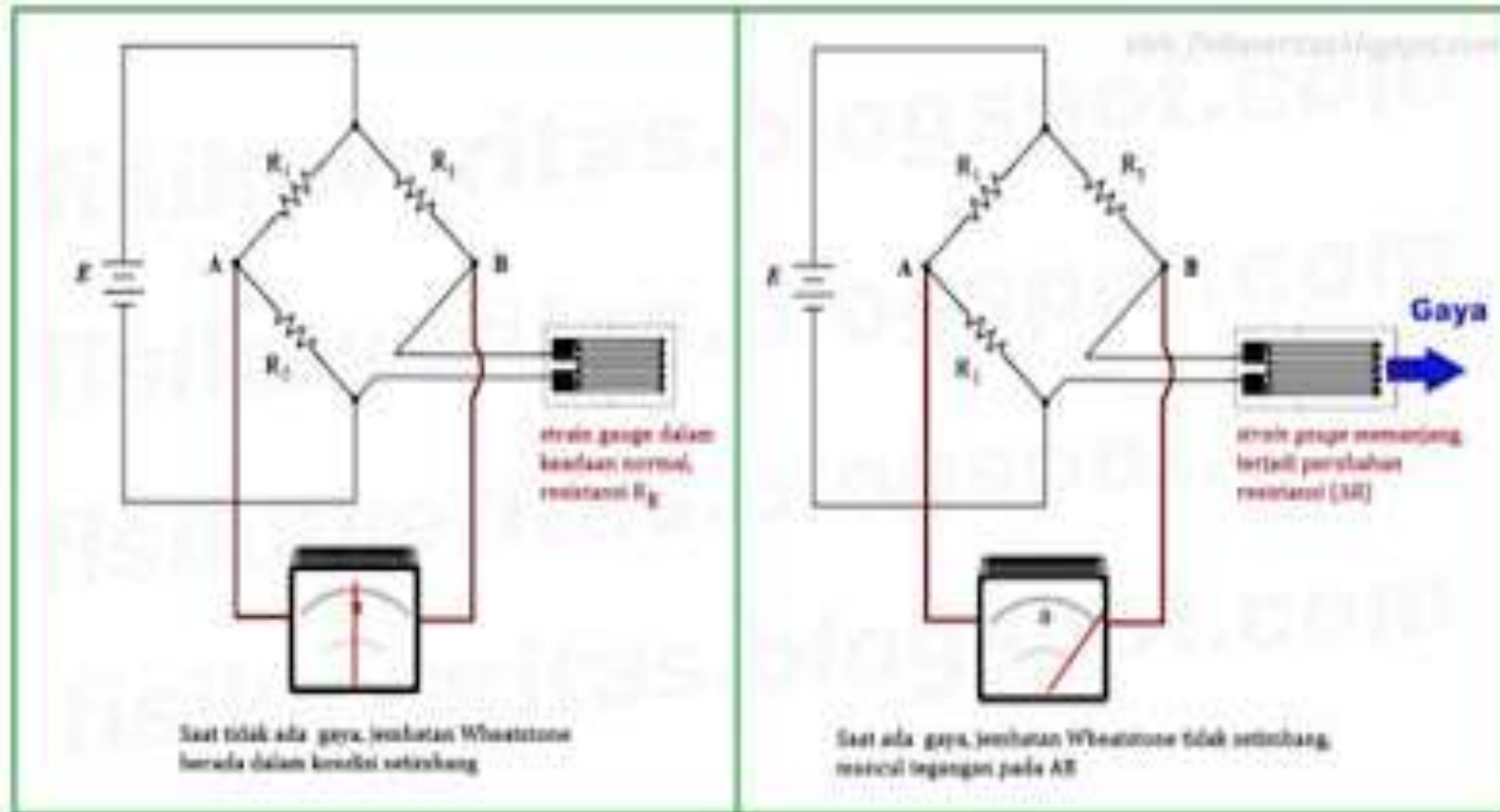
Rangkaian Jembatan Wheatstone pada sensor Strain - gauge

- + Tegangan yang muncul mempunyai rumus:

$$V_{AB} = \left(\frac{R_x}{R_3 + R_x} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) E$$



Rangkaian Jembatan Wheatstone pada sensor Strain - gauge





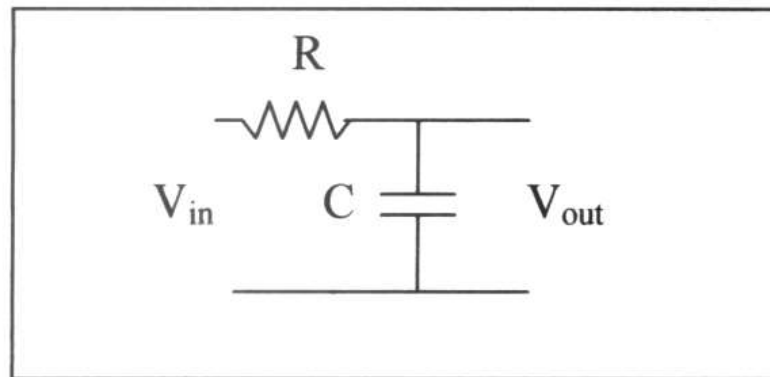
Filter

- + Filter adalah suatu rangkaian yang berfungsi untuk menyaring sinyal noise (derau) dan suatu pengukuran.
- + Secara sederhana, filter dapat disusun atas sebuah resistor dan sebuah kapasitor



Low Pass RC Filter

- ✚ Rangkaian *Low-pass RC filter* ini menahan frekuensi tinggi dan melewatkan frekuensi rendah.
- ✚ Dengan kata lain frekuensi yang melampaui frekuensi kritis akan ditahan, sedangkan frekuensi dibawah frekuensi kritis dibiarkan lewat.
- ✚ Secara sederhana, rangkaian low - pass *RCfilter*





Low Pass RC Filter

- + Frekuensi kritis adalah suatu frekuensi dimana perbandingan tegangan keluaran dan tegangan masukan kira-kira 0,707.
- + Dalam hubungannya dengan R dan C, frekuensi kritis diberikan dalam persamaan

$$f_c = \frac{1}{(2\pi RC)}$$



Low Pass RC Filter

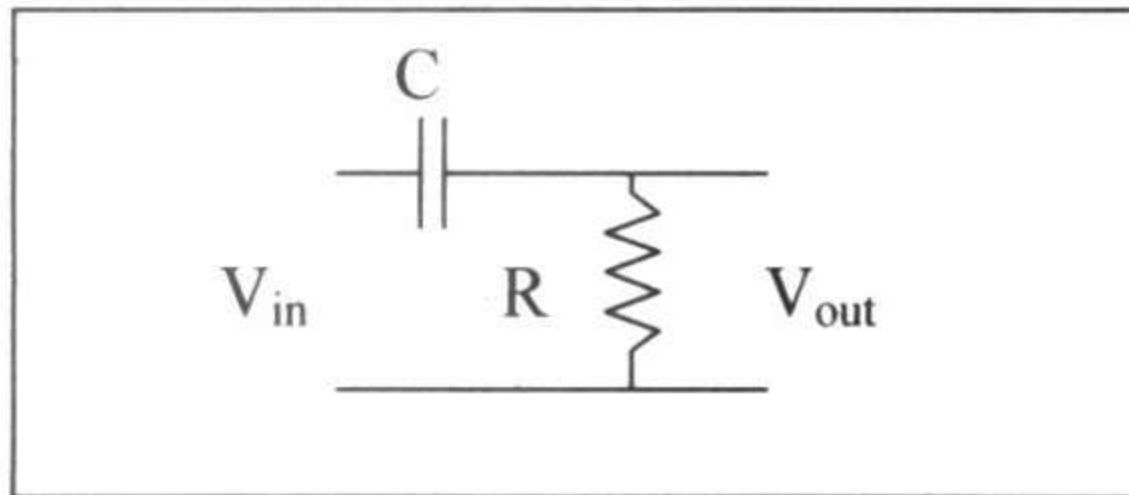
- + Dan perbandingan tegangan keluaran terhadap tegangan masukan untuk sinyal masukan apapun dapat ditentukan secara grafis

$$\left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right| = \frac{1}{\sqrt{[1 + (f/f_c)^2]}}$$



High-pass RC Filter

- + *High-pass RC Filter* melewatkan frekuensi tinggi dan menahan frekuensi rendah.
- + Secara skematis *High-pass RC Filter*





High-pass RC Filter

- ✚ Persamaan diatas memberikan hubungan perbandingan antara tegangan keluaran dan tegangan masukan sebagai fungsi frekuensi

$$\left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right| = \frac{(f/f_c)}{\sqrt{[1 + (f/f_c)^2]}}$$



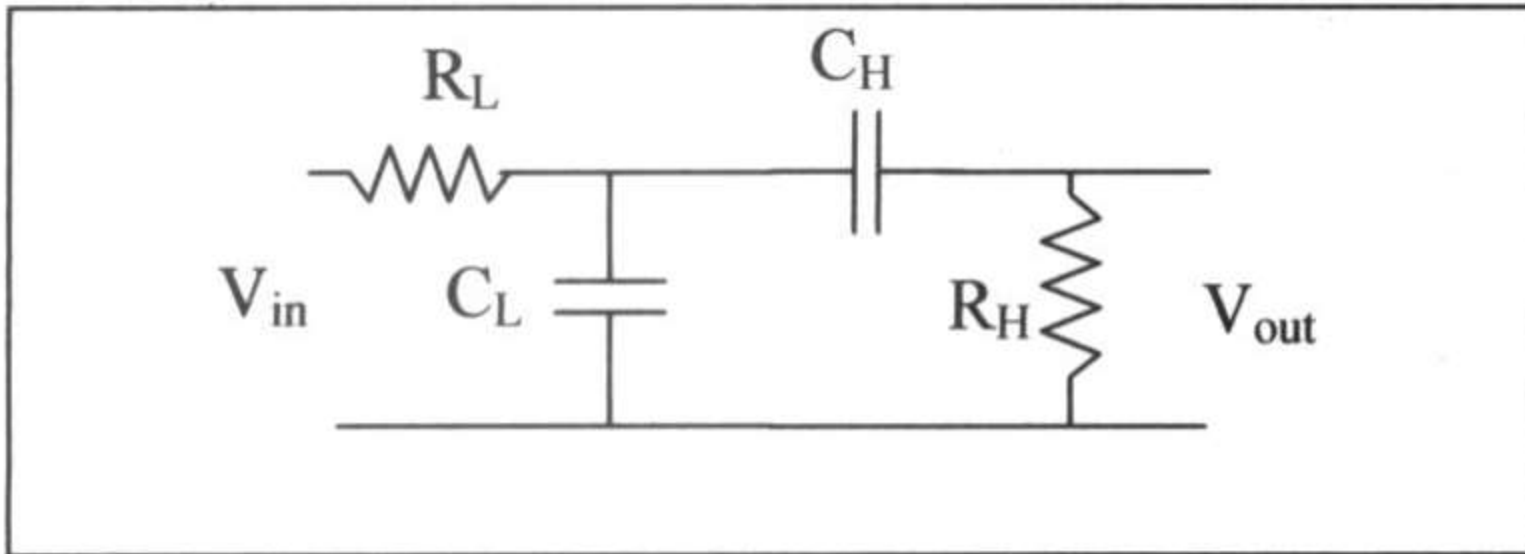
Band-pass RC Filter

- ✚ Prinsip kerja *Band-pass Filter* adalah menahan frekuensi rendah dan tinggi bila keduanya melewati suatu batas frekuensi tertentu.
- ✚ *Filter* jenis ini dapat dibuat dengan resistor dan kapasitor, tetapi penggunaan induktor dan / atau kapasitor dinilai memberikan hasil yang lebih efektif.
- ✚ Sebuah *Band-pass RC Filter* dapat disusun dengan gabungan rangkaian *high-pass filter* dan *low-pass filter*



Band-pass RC Filter

+ Band Pass RC Filter





Band-pass RC Filter

- ✚ Dan persamaan diatas memberikan hubungan antara tegangan keluaran dan tegangan masukan sebagai fungsi frekuensi

$$\left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right| = \frac{f_H \cdot f}{\sqrt{(f^2 - f_H f_L)^2 + [f_L + (1+r)f_H]^2 \cdot f}}$$

- ✚ Dengan

$$f_H = \frac{1}{(2\pi R_H C_H)} \dots\dots$$

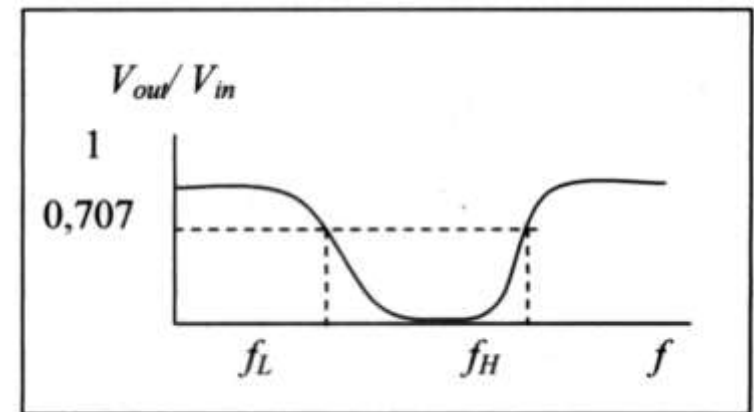
$$f_L = \frac{1}{(2\pi R_L C_L)} \dots\dots$$



Band-reject Filter

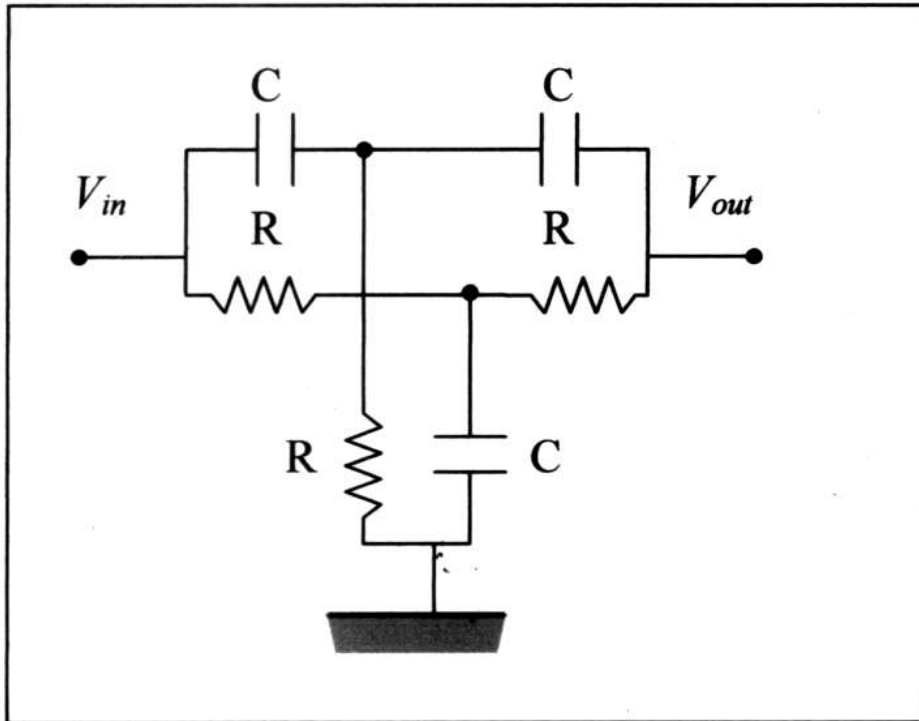
- + Band-reject *filter* adalah filter yang menahan frekuensi pada rentang tertentu.
- + Karena filter jenis ini menahan frekuensi pada rentang yang cukup lebar. Respon terhadap penahanan suatu *band* frekuensi tertentu seperti gambar dibawah ini.

$$f_L = 0,187.f_c \quad \text{dan} \quad f_H = 4,57.f_c$$



Band-reject Filter

+ Gambar rangkaian *RC-band reject filter*



$$R_1 = \frac{\pi R}{10}$$

$$C_1 = \frac{10C}{\pi}$$

$$f_n = 0,785 \cdot f_c$$

$$\text{dengan } f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$



Pengkondisian Sinyal Digital

- + Karakteristik ADC maupun DAC
- + Analog to Digital Converter (ADC)



Karakteristik ADC maupun DAC

- ✦ Operasi penting yang berhubungan dengan sinyal analog dan digital adalah konversi digital ke analog yang dilakukan oleh pengubah digital ke analog (DAC) dan konversi analog ke digital yang dilakukan oleh pengubah analog ke digital (ADC).
- ✦ Apabila yang akan kita proses besaran analog baik sebagai masukan ataupun keluaran analog sedang unit prosesing yang kita pakai berbasis digital, maka harus dipakai converter analog - ke - digital
- ✦ Apabila masukan adalah analog dan dibutuhkan converter digital – ke - analog jika keluaran yang dikehendaki adalah analog.



Karakteristik ADC maupun DAC

- ✦ Contoh besaran analog adalah temperatur, tekanan, kecepatan, suara dan lain sebagainya dimana besaran tersebut tidak dapat dinyatakan dengan nilai logika “1” ataupun logika “0”, maka dibutuhkan perubah / converter.
- ✦ Tentunya besaran-besaran temperatur, tekanan adalah berasal dan fenomena alam yang harus dirubah kebesaran listrik dengan suatu peralatan yang disebut transducer



Analog to Digital Converter (ADC)

- ✦ Sistem mikroprosesor hanya dapat mengolah (memproses) data dalam bentuk biner saja, atau lebih sering disebut besaran digital, oleh sebab itu setiap data analog yang akan diproses oleh mikrokomputer harus diubah terlebih dahulu kedalam bentuk kode biner (digital).



Analog to Digital Converter (ADC)

- ✚ Tegangan analog yang merupakan masukan dan ADC berasal dari transducer. Transducer inilah yang mengubah besaran kontinu seperti temperatur, tekanan, kecepatan, ataupun putaran motor menjadi tegangan listrik.
- ✚ Tegangan listrik yang dihasilkan oleh transducer yang berubah secara kontinu pada suatu range tertentu disebut tegangan analog, dan tegangan analog ini diubah oleh ADC menjadi bentuk digital yang sebanding dengan tegangan analognya.



Analog to Digital Converter (ADC)

- + Ada 3 karakteristik yang perlu diperhatikan dalam pemilihan komponen ADC, antara lain:
 - + Resolusi
 - + Akurasi
 - + Waktu konversi



Analog to Digital Converter (ADC)

Resolusi

- ✚ Merupakan spesifikasi terpenting untuk ADC, yaitu jumlah langkah dan sinyal skala penuh yang dapat dibagi, dan juga ukuran dan langkah-langkah.
- ✚ Boleh juga dinyatakan dalam jumlah bit yang ada dalam satu kata (digital word), ukuran LSB (langkah terkecil) sebagai persen dan skala penuh atau dapat juga LSB dalam mV (untuk skala penuh yang diberikan)



Analog to Digital Converter (ADC)

Akurasi

- + Adalah jumlah dan semua kesalahan, misalnya kesalahan non linieritas, skala penuh, skala nol dll.
- + Dapat juga menyatakan perbedaan antara tegangan input analog secara teoritis yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu kode biner tertentu terhadap tegangan input nyata yang menghasilkan tegangan kode biner tersebut



Analog to Digital Converter (ADC)

Waktu Konversi

- ✚ Waktu yang dibutuhkan untuk mendigitalkan setiap sampel atau yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu konversi



Digital to Analog Converter

- + Ada tiga karakteristik yang penting dan DAC adalah :
 - + Resolusi
 - + Kecermatan (akurasi)
 - + *Settling time*



Digital to Analog Converter

Resolusi

- ✦ Adalah perubahan terkecil pada output analog.
- ✦ Resolusi selalu sama dengan bobot dan LSB yang disebut besar langkah (step size).
- ✦ Harganya akan lebih kecil bila digunakan jumlah bit yang lebih banyak.
- ✦ Dengan menambah jumlah bit maka akan menambah jumlah step untuk skala penuh, karena hanya jumlah bit yang menentukan prosentase resolusi



Digital to Analog Converter

Kecermatan (akurasi)

- ✚ Kecermatan, menghubungkan keluaran analog yang diperoleh sebenarnya dengan keluaran yang diharapkan, biasanya dinyatakan dalam prosentase dan skala penuh keluaran.
- ✚ Makin kecil prosentase harga kecermatan, akan semakin akurat dan tentu saja semakin mahal harganya.
- ✚ Kadang-kadang kecermatan DAC dilihat dan linieritasnya. Kecermatan dan resolusi dan DAC haruslah sebanding



Digital to Analog Converter

Settling time

- ✦ Apabila input-input digital suatu DAC berubah, bagi level amplifier dan rangkaian internal lainnya memerlukan waktu untuk memberikan respon menghasilkan suatu harga keluaran analog yang baru.
- ✦ Waktu yang diperlukan keluaran tersebut untuk menstabilkan sampai 99,95 % dan harga barunya disebut settling time



Rangkaian Pengkondisi Sinyal / Rangkaian Penguat

- ✚ Rangkaian pengkondisi sinyal merupakan rangkaian untuk mengubah level tegangan sesuai dengan yang kita inginkan
- ✚ Aplikasi dari rangkaian pengkondisi sinyal ini banyak sekali kita jumpai misalnya dalam menghubungkan sensor LM 35 yang mempunyai output pada level tegangan 0 - 3,3 Volt dengan modul analog pada *Programmable Logic Control* (PLC) yang menerima input dengan level tegangan analog dengan range 0 - 10 Volt.



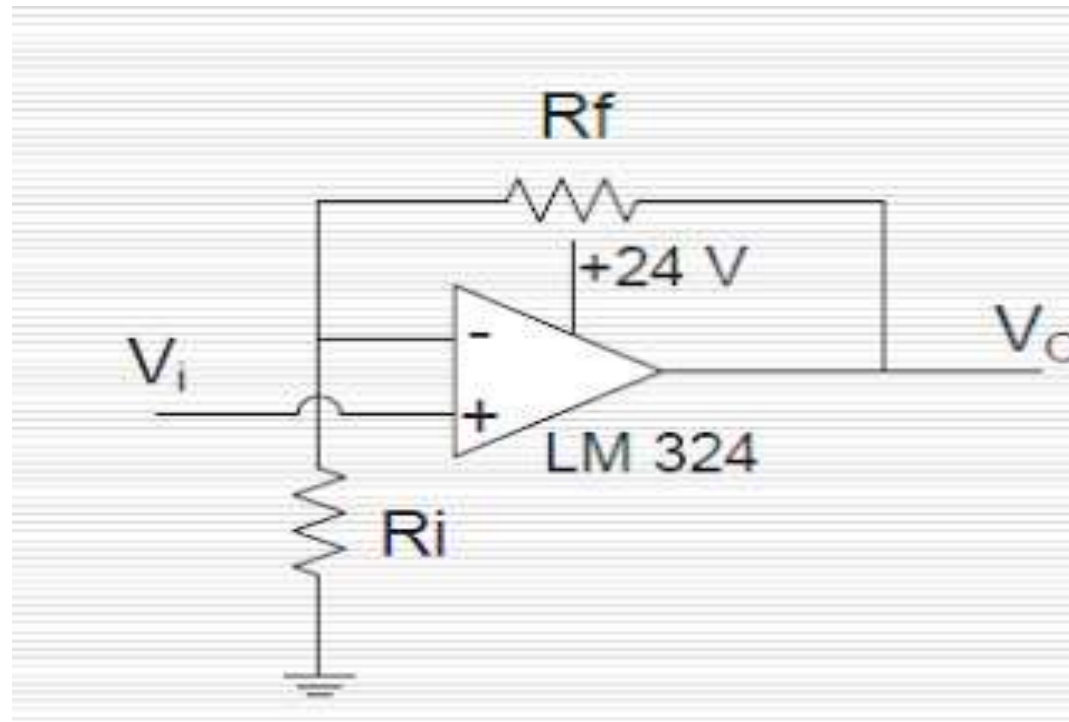
Rangkaian Pengkondisi Sinyal / Rangkaian Penguat

- ✚ Ketidaksesuaian level tegangan antara output analog sensor dan input analog PLC dapat diatasi dengan membuat rangkaian pengkondisi sinyal, dengan menggunakan penguat (amplifier) digunakan IC Non-Inverting Amplifier, LM 324, karakteristik dari IC ini dapat dilihat dari gambar dibawah



Rangkaian Pengkondisi Sinyal / Rangkaian Penguat

+ Rangkaian Pengkondisi Sinyal





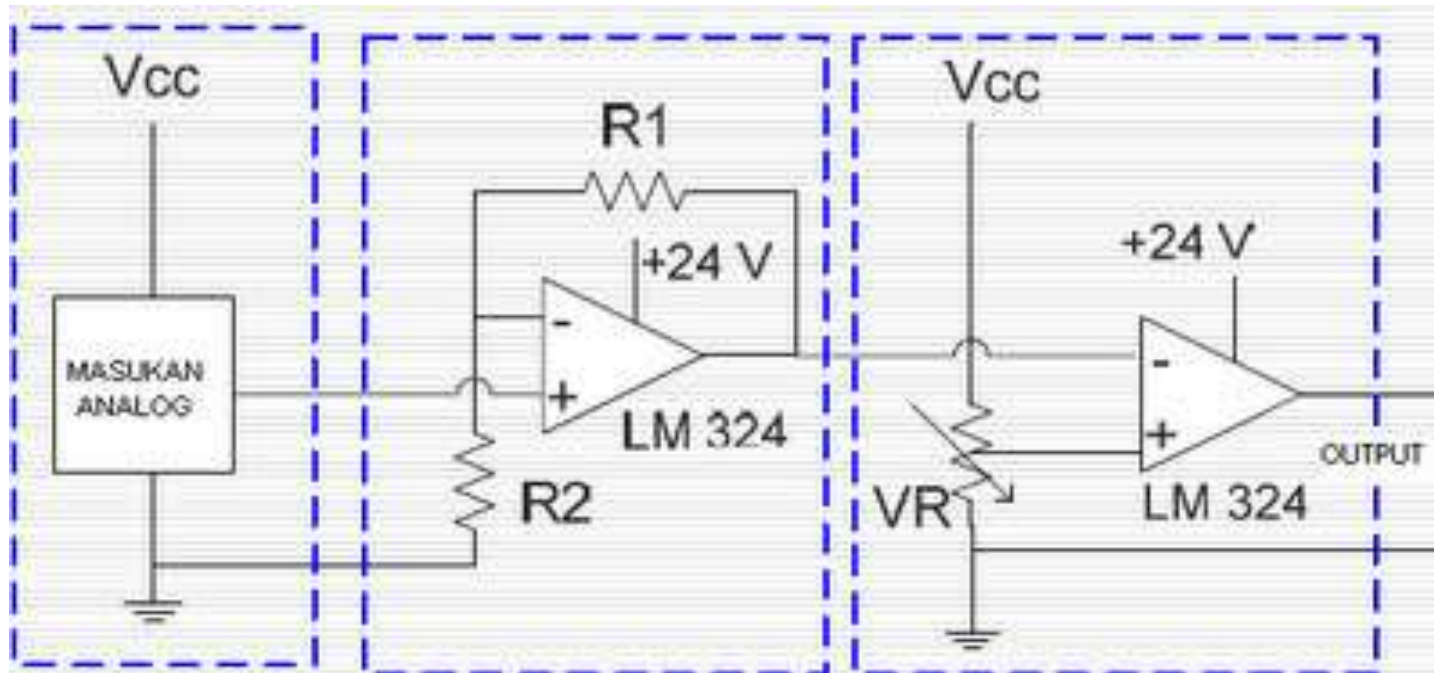
Rangkaian Pengkondisi Sinyal / Rangkaian Penguat

- + Komparator ialah konfigurasi komponen Op-Amp paling sederhana
- + Jika V_+ lebih besar V_- , maka $V_o = V_{saturasi}$
- + Jika V_- lebih besar V_+ , maka $V_o = - V_{saturasi}$
- + $V_{saturasi}$ besarnya mendekati tegangan supply dari Op-Amp
- + Tegangan supply harus diberikan supaya Op-Amp dapat bekerja
- + LM 324 ialah jenis Op-Amp dengan single supply (supply hanya tegangan + 24 VDC saja)
- + $V_o = (R_f / R_i + 1) \cdot V_1$
- + Dimana $(R_f/R_i + 1)$ adalah besar penguatan yang akan diberikan



Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Rangkaian Pengkondisi Sinyal



Penguat/pengkondisi

Pembanding



Rangkaian Pengkondisi Sinyal / Rangkaian Penguat

- ✚ Rangkainan diatas merupakan contoh rangkaian pengkondisi sinyal untuk keluaran sensor analog yang berlevel tegangan antara 0 sampai 3,3 Volt untuk dikondisikan dengan masukan analog PLC yang menerima masukan pada level tegangan antara 0 sampai 10 Volt, dengan begitu akan lebih mudah dalam proses perhitungan pada pembuatan program PLC.



Rangkaian Pengkondisi Sinyal / Rangkaian Penguat

- ✚ Pada R1 dipasang resistor sebesar 1 k Ohm sedangkan pada R2 dipasang resistor sebesar 500 Ohm, sehingga penguatan yang terjadi adalah:
- ✚ Penguatan = $(R_f / R_i + 1) = 1000 / 500 + 1$
- ✚ Penguatan = $(1000 / 500 + 1) = 3$
- ✚ Jadi penguatan yang terjadi adalah 3 kali dari V input



Pengkodean Data

- + Data digital, sinyal digital
- + Data analog, sinyal digital
- + Data digital, sinyal analog
- + Data analog, sinyal analog



Data digital, sinyal digital

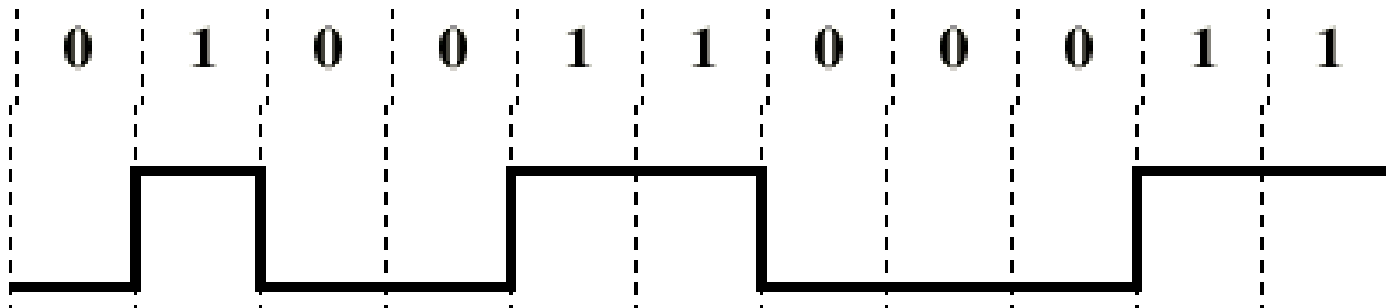
- + Nonreturn to Zero-Level (NRZ-L)
- + Nonreturn to Zero Inverted (NRZ-I)
- + Bipolar -AMI
- + Pseudoternary
- + Manchester
- + Differential Manchester



Data digital, sinyal digital

Nonreturn to Zero-Level (NRZ-L)

- + Dua perbedaan tegangan untuk bit 0 dan 1
- + Tegangan konstan selama interval bit
- + Tidak ada transisi
- + Contoh : tidak ada perubahan kembali ke tegangan nol

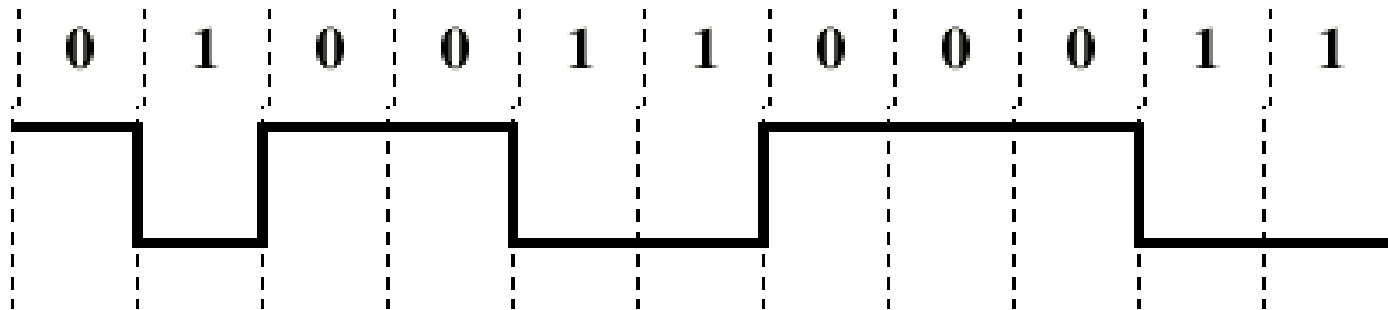




Data digital, sinyal digital

Nonreturn to Zero Inverted (NRZ-I)

+ Kebalikan dari NRZ-L

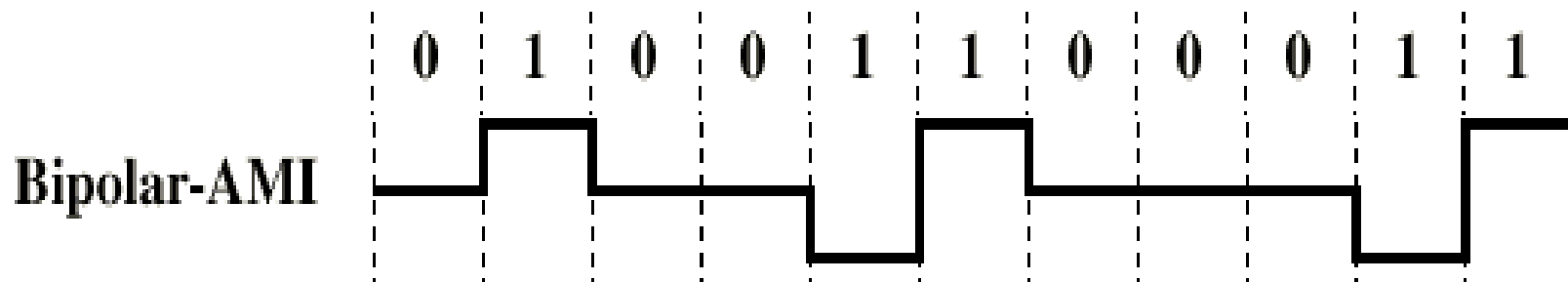




Data digital, sinyal digital

Bipolar - AMI

- + nol direpresentasikan dengan tidak ada sinyal garis
- + satu direpresentasikan dengan pulsa positif atau negatif
- + satu membentuk pulsa yang berubah-ubah polaritasnya

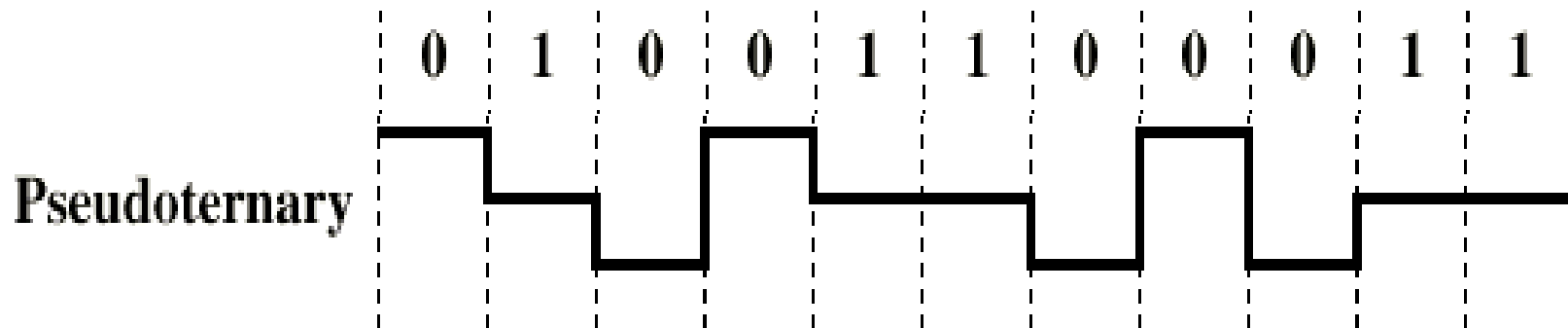




Data digital, sinyal digital

Pseudoternary

- + Biner 1 menyatakan tidak ada sinyal
- + Biner 0 menyatakan pulsa yang berganti-ganti negatif dan positif





Data digital, sinyal digital

Manchester

- ✚ Transisi di tengah-tengah setiap periode bit
- ✚ Transisi bermanfaat sebagai mekanisme detak dan data
- ✚ Transisi rendah ke tinggi menyatakan biner 1
- ✚ Transisi tinggi ke rendah menyatakan biner 0



Data digital, sinyal digital

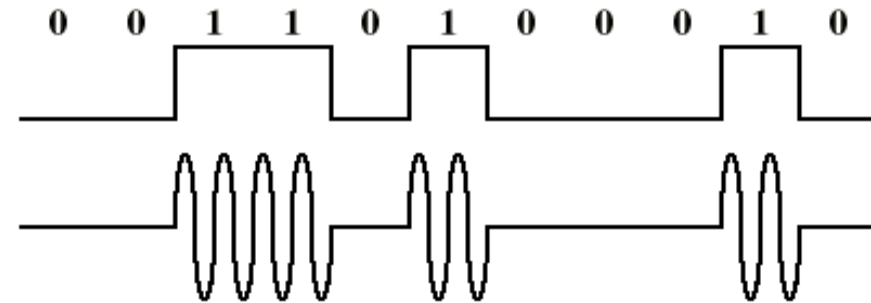
Differential Manchester

- ✦ Transisi pertengahan bit digunakan untuk menyatakan detak
- ✦ Transisi pada permulaan periode bit menyatakan 0
- ✦ Ketiadaan transisi pada permulaan periode bit menyatakan 1



Data Digital, Sinyal Analog

- ✚ Amplitude shift keying (ASK)
- ✚ Frequency shift keying (FSK)
- ✚ Phase shift keying (PSK)



(a) Amplitude-shift keying



(b) Frequency-shift keying



(c) Phase-shift keying



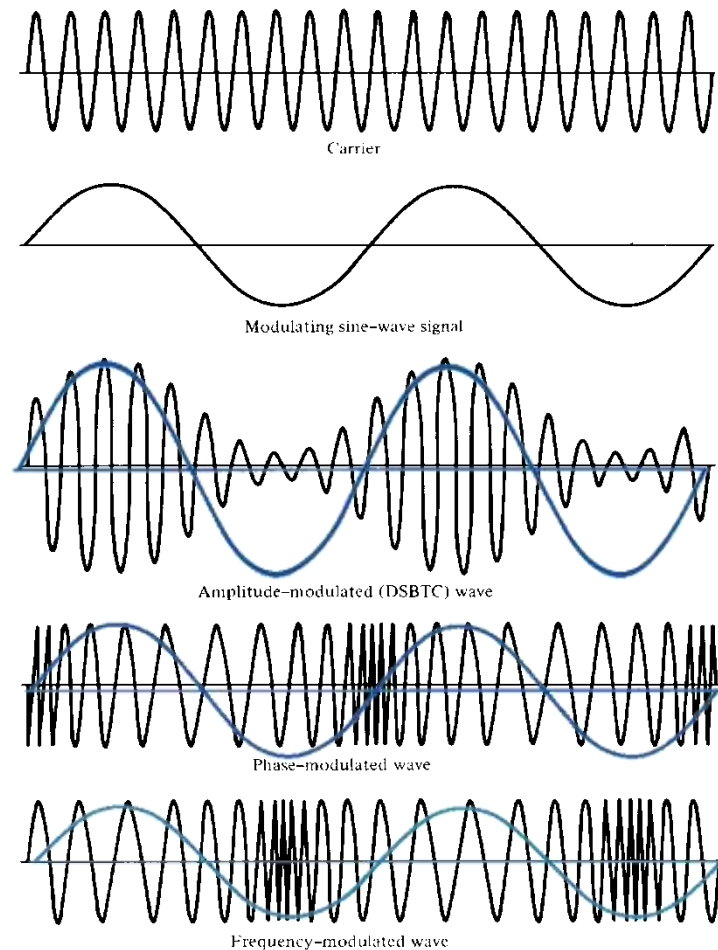
Data Analog, Sinyal Digital

- + Konversi analog ke digital dilakukan menggunakan codec
- + Pulse code modulation (PCM)
- + Delta modulation (DM)



Data Analog, Sinyal Analog

- ✚ Amplitudo Modulation (AM)
- ✚ Frekuensi Modulation (FM)
- ✚ Phase Modulation (PM)





- ✚ <http://goes-open.blogspot.com/2012/03/mengenal-sensor-gas-tgs2620.html>
- ✚ <http://sulistiyonurhidayat.blogspot.com/2014/03/dasar-teori-jembatan-wheatstone.html>
- ✚ <http://fisikaveritas.blogspot.com/2014/01/aplikasi-jembatan-wheatstone-pada.html>



Alhamdulillah....

Thanks!

A blue line-art cartoon character with a round face, a wide smile, and its arms raised in a gesture of joy or gratitude. The character is positioned below the word 'Thanks!' and has a small '©' symbol next to it.