

Komunikacijska elektronika

2012/2013

doc. dr. Matej Zajc

Power Amplifiers

XTRA™ Series XPA 4002

High powered, dual channel amplifiers for large installations

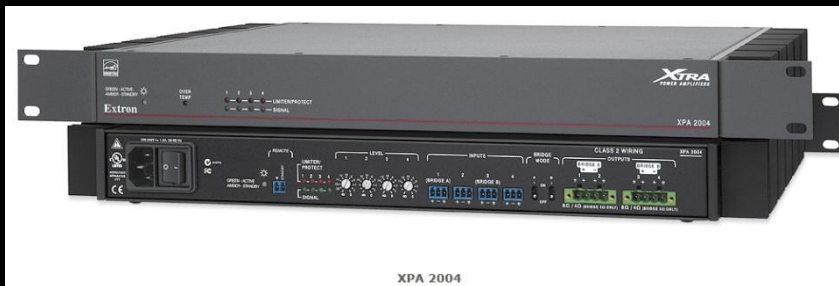
[LEARN MORE](#)



JMP 9600

Two-Channel JPEG 2000
HD Video Player

[LEARN MORE](#)



XPA 2004



SW2 HDMI LC - Two Input HDMI Switcher

Električna vezja

- Namen
- osnovni elementi vezij
- Kirchoffova zakona: napetostni in tokov
- teorem o ekvivalenci virov
- vzporedna in zaporedna vezava elementov vezij
- napetostni in tokov delilnik

- Literatura
 - J. Mlakar, *Linearna vezja in signali*, FER
 - N. Keršič, *Osnove elektrotehnike I in II*, FER

- Električno vezje
- Strnjeno vezje
- Opis vezja: vozlišče, veja, zanka, referenčne polaritete
- Temeljni električni signali
- Osnovni elementi vezij: neodvisni napetostni in tokov vir
- Kirchoffova zakona: napetostni in tokov
- vzporedna in zaporedna vezava elementov vezij
- napetostni in tokov delilnik

Električno vezje:

- medsebojna povezava električnih komponent
- zanima nas kako deluje vezje kot celota
- naloga električnega vezja je, da preoblikuje vhodni signal

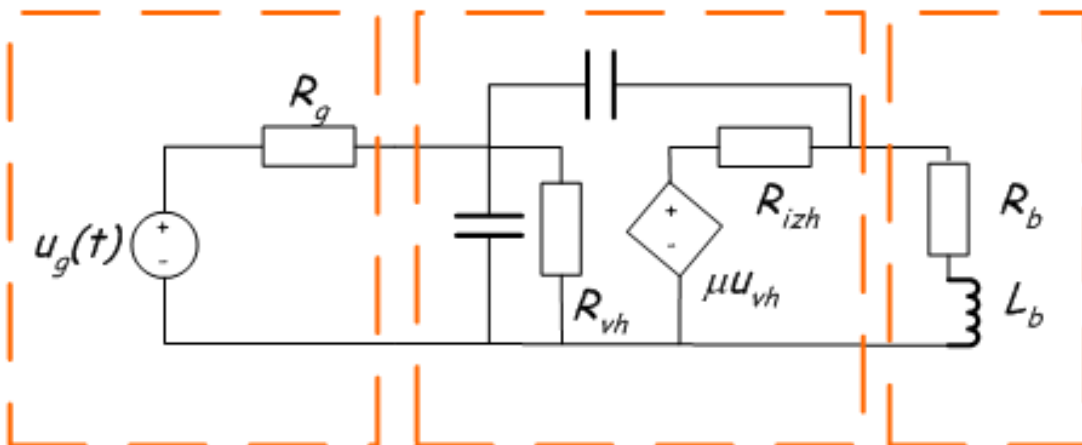
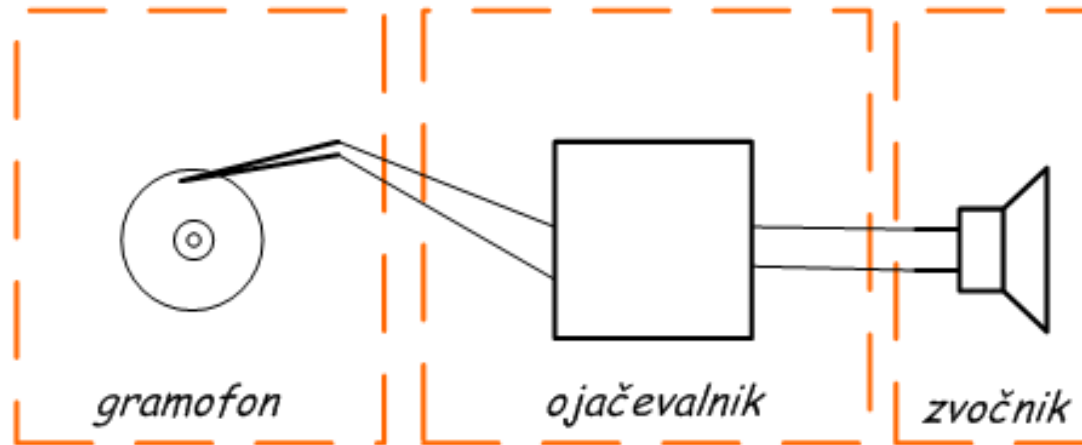


vzbujanje vezja:

- s priključenim električnim virom na vhodu, vhodni signal $x(t)$
- na izhodu opazujemo odziv, izhodni signal $y(t)$
- splošne tokove in napetosti imenujemo signali

elementi vezja:

- so idealizirane realne komponente vezja
- delovanje komponente opisuje model



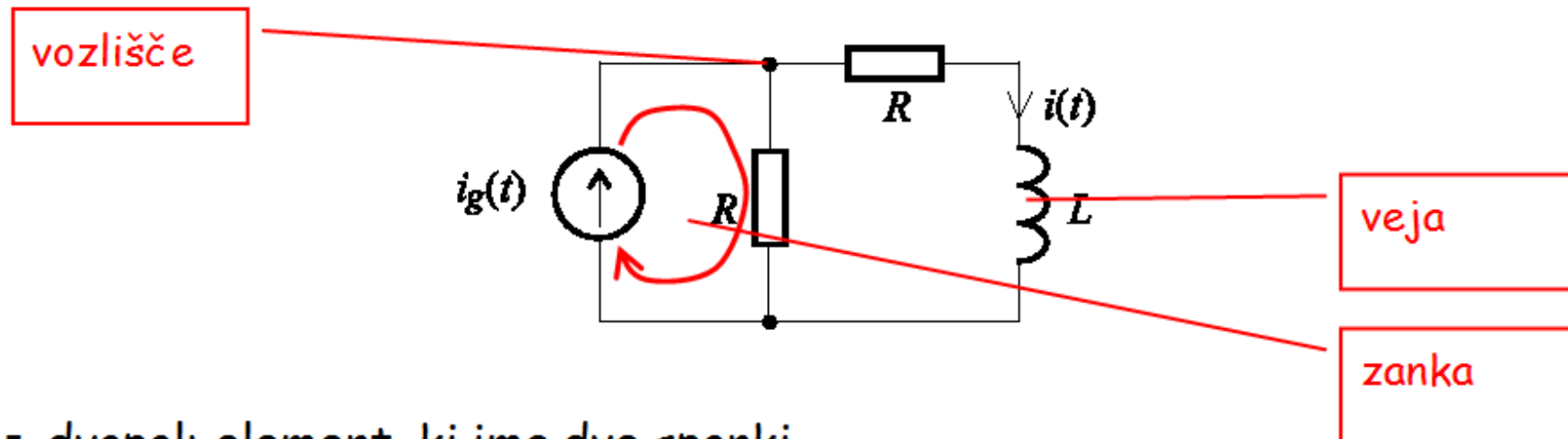
Strnjeno vezje

- vsi dinamični elektromagnetni pojavi imajo v svoji naravi valovni značaj
- funkcije, ki te pojave opisujejo, so funkcije časa in prostora
- pri obravnavi strnjenih (koncentriranih) vezjih prostorsko odvisnost funkcije zanemarimo
- model fizikalnih vezij, katerih dimenzije so zanemarljive
- v strnjenem vezju je največja dimenzija zanemarljivo majhna v primerjavi z valovno dolžino signala: napetosti in tokovi so definirani kot časovne funkcije

$$f \lambda = v$$

Opis vezja:

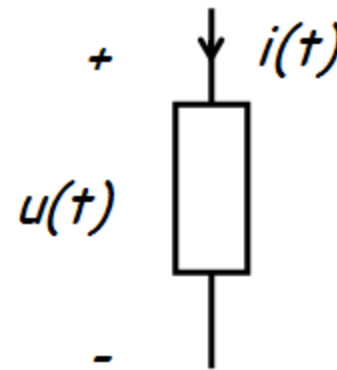
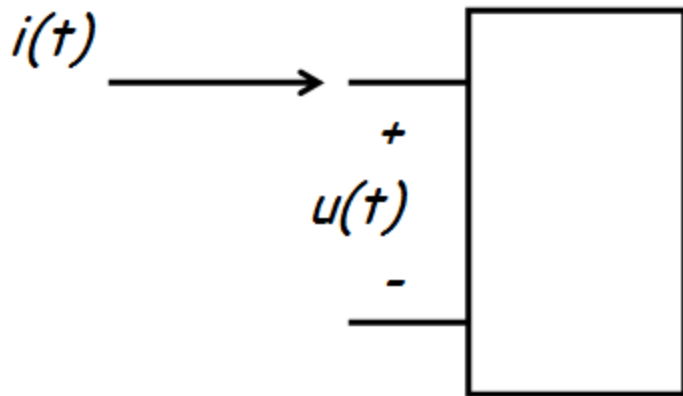
- vozlišče: spojišče dveh ali več elementov v vezju
- veja: povezava med vozliščema (element)
- zanka: sklenjeno zaporedje vej, ko se iz izhodiščnega vozlišča preko poljubnega števila vej vrnemo nazaj v izhodiščno vozlišče in pri tem prečkamo posamezna vozlišča in veje samo enkrat.
- okno: zanke, ki ne oklepajo nobene veje



- dvopol: element, ki ima dve sponki
- vejni tok: tok skozi vejo
- vejna napetost: napetost na veji

Referenčne polaritete

- tok: puščica označuje smer toka pozitivnih nabojev, kadar je vrednost $i(t)$ pozitivna
- napetost: sponka + označuje sponko višjega potenciala, ko je $u(t)$ pozitivna



Temeljni električni signali

Enosmerni signali

- matematično jih opredelimo kot konstante $f(t) = \text{konst.}$
- vezje, kjer opazujemo enosmerne signale, je v enosmernem stanju

Periodični signali

- za njih velja

$$f(t) = f(t+T),$$

kjer je T perioda signala

- poseben primer je izmenični ali harmonični signal za katerega velja

$$f(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$$

kjer je ω krožna frekvenca, podana s periodo signala $\omega = 2\pi/T$

- vezje, kjer opazujemo izmenične signale, je v izmeničnem stanju
- ostale signale uvrščamo med neperiodične signale

Linearno vezje

- aditivnost

če vezje vzbujamo sočasno z več signali je odziv enak vsoti odzivov na vzbujanja z vsakim signalom posebej

$$u = R i = R (i_1 + i_2) = R i_1 + R i_2 = u_1 + u_2$$

- proporcionalnost

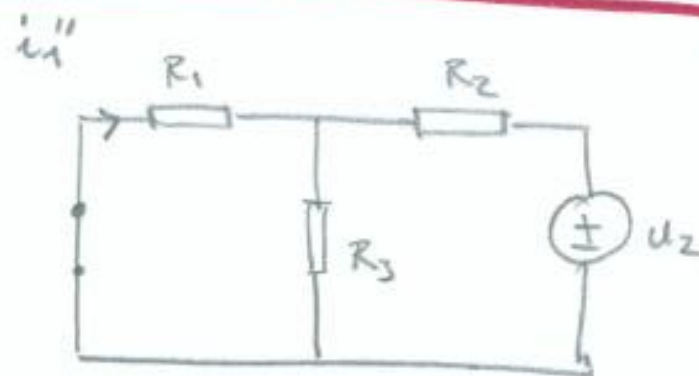
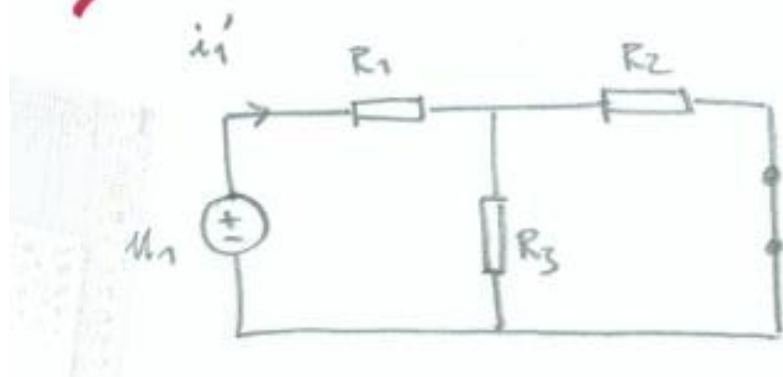
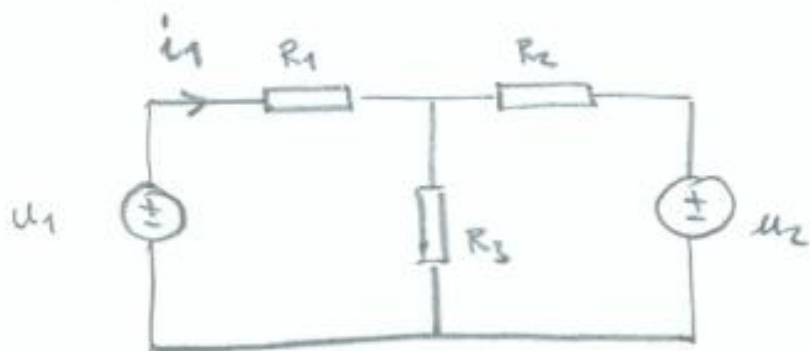
če vzbujanje pomnožimo s poljubno multiplikativno konstanto, se tudi odziv pomnoži z isto multiplikativno konstanto.

$$u = R i \rightarrow R (k.i) = k(R.i) = k.u$$

- linearno vezje opisujejo linearne enačbe
- linearno vezje sestavljajo samo linearni elementi

Teorem o superpoziciji

V vsakem linearnem vezju, ki ga sočasno vzbujamo z več signali, je odziv kjer koli v vezju enak vsoti odzivov na posamezna vzbujanja.



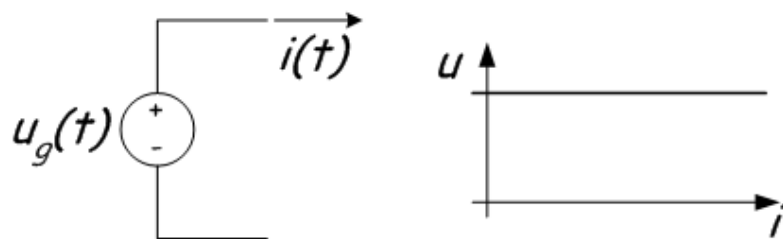
Elementi električnega vezja

- pasivni elementi: R
- reaktivni elementi: L, C
- aktivni elementi: izvori energije

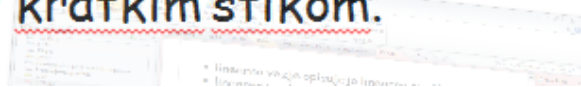
Neodvisni napetostni in tokov vir

Napetostni vir

- dvopolni element, ki daje napetost neodvisno od toka preko njegovih sponk
- polariteta toka je usmerjena obratno, kot pri splošnih dvopolih: trenutno moč $p = u \cdot i$ napetostni vir oddaja vezju
- aktiven nelinearen element
- izključene napetostne vire simboliziramo s kratkim stikom

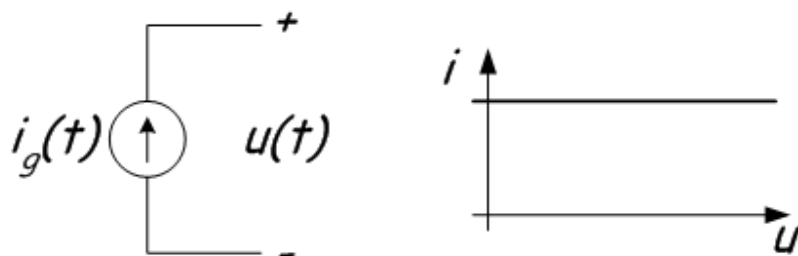


- napetostnemu viru po definiciji ne dopuščamo neskončnih tokov, zato ga ne smemo obremeniti s kratkim stikom.



Tokov vir

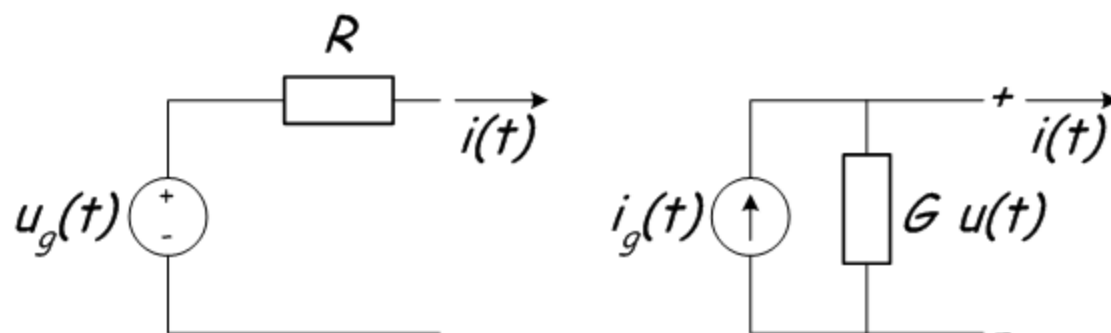
- dvopolni element, ki daje tok neodvisno od toka preko njegovih sponk
- polariteta toka je usmerjena obratno, kot pri splošnih dvopolih: trenutno moč $p = u \cdot i$ tokov vir oddaja vezju
- aktiven nelinearen element
- izključene tokove vire simboliziramo z odprtimi sponkami



- tokovemu viru po definiciji ne dopuščamo neskončne napetosti, zato ga ne smemo obremeniti z odprtimi sponkami

Teorem o ekvivalenci virov

Napetostni vir v zaporedni vezavi z dvopolnim elementom je možno nadomestiti s tokovim virom, ki je s tem dvopolnim elementom povezan vzporedno in obratno.



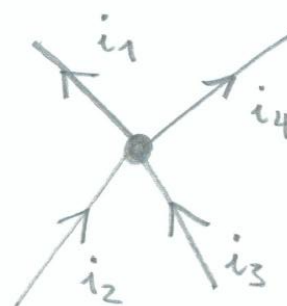
Tokov Kirchoffov zakon

V vsakem vozlišču vezja je v vsakem trenutku algebrajska vsota vejnih tokov enaka nič.

Za vezje z n vozlišči lahko zapišemo $n-1$ neodvisnih enačb na osnovi TKZ v $n-1$ vozliščih.

TKZ:

- velja za vsako strnjeno vezje
- zakon o ohranitvi naboja



$$i_1 - i_2 - i_3 + i_4 = 0$$

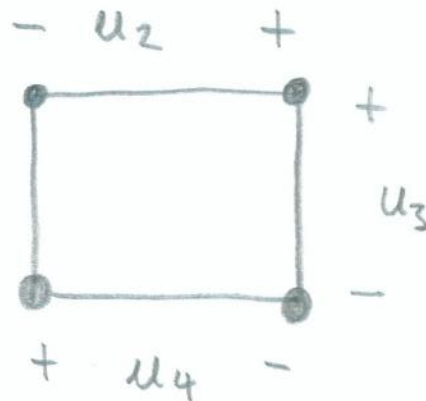
Napetostni Kirchoffov zakon

V vsaki zanki vezja je v vsakem trenutku algebrajska vsota vejnih napetosti enaka nič.

Za vezje s m okni lahko zapišemo m neodvisnih enačb na osnovi NKZ po zankah, ki so okna grafa.

NKZ:

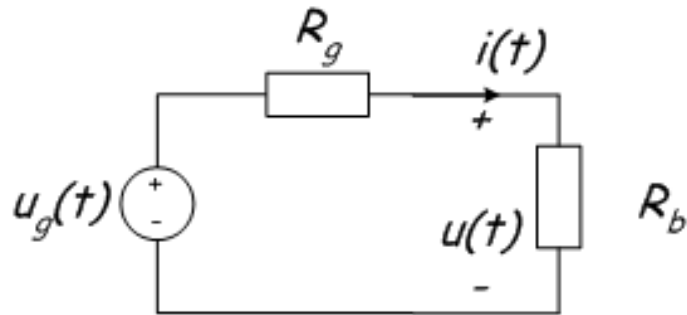
- velja za vsa strnjena vezja
- zakon o ohranitvi energije



$$u_1 - u_2 + u_3 - u_4 = 0$$

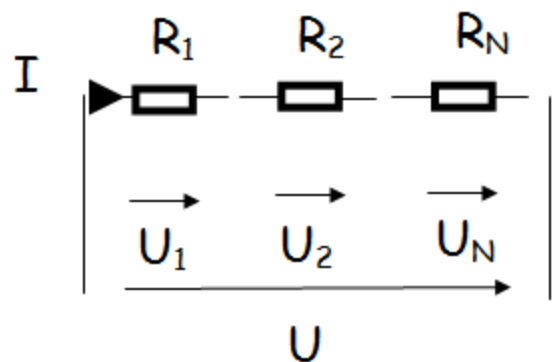
Teorem največje prenešene moči

Na breme prenešena moč je največja takrat, kadar je upornost bremena enaka notranji upornosti generatorja - breme je prilagojeno na generator.



Vzporedna in zaporedna vezava elementov

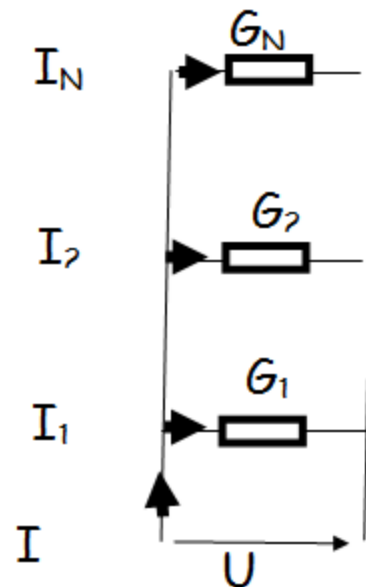
Zaporedna - serijska vezava



$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_N = \\ = I (R_1 + R_2 + R_N) = \underline{I \cdot R}$$

$$R = 1/G = 1/G_1 + 1/G_2 + 1/G_N$$

Vzporedna vezava

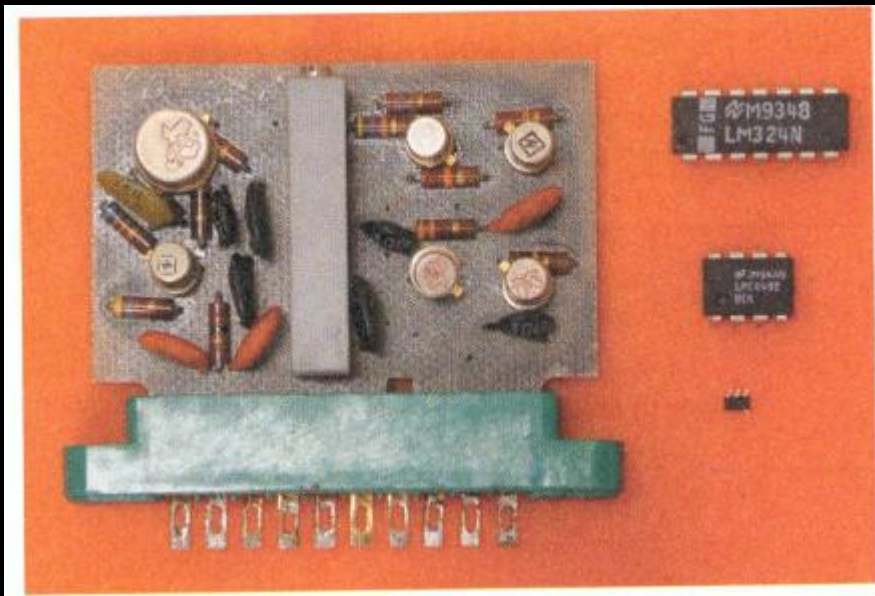


$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_N = \\ = U (G_1 + G_2 + G_N) = U G$$

$$G = 1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_N$$

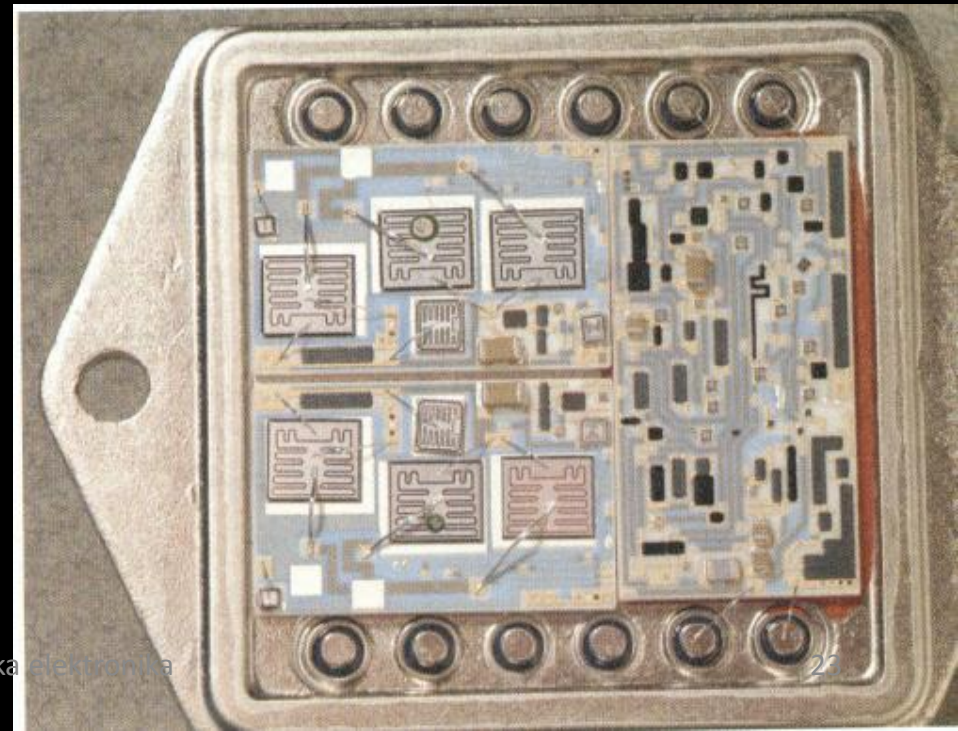
Operacijski ojačevalnik

- Namen
- opis in namen operacijskega ojačevalnika
- model operacijskega ojačevalnika
- delovanje operacijskega ojačevalnika
- vezja z operacijskim ojačevalnikom

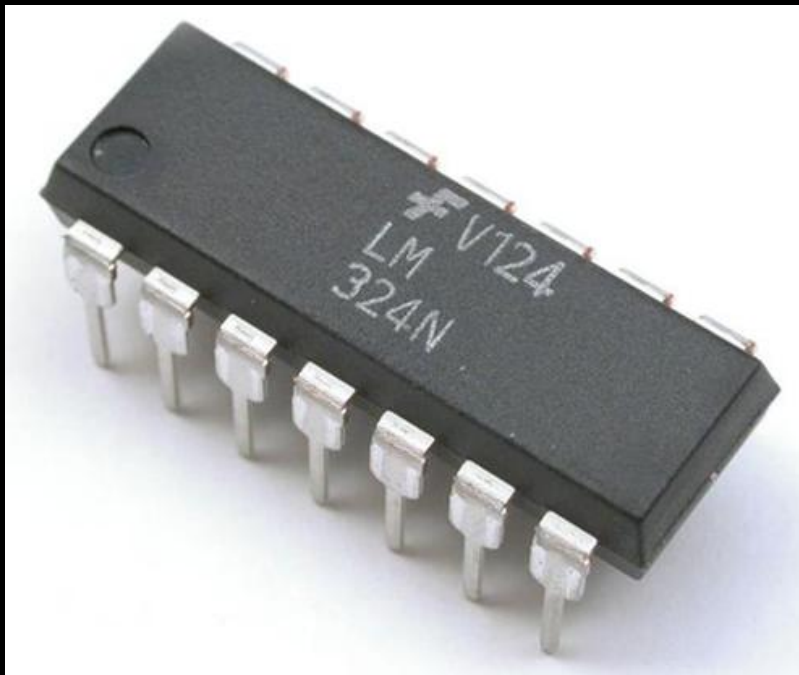


Diskretna realizacija operacijskega ojačevalnika
Pred letom '70

Integrirano vezje operacijskega ojačevalnika
Po letu '70



- integrirano vezje, ki ga sestavljajo tranzistorji in upori (cca 1970)
- pomemben element analogne elektronike
- prve so sestavljale elektronke
- v '50 letih elektronke zamenjajo tranzistorji – realizacija na PCB
- ime izhaja iz prvotnega namen: izvajanje matematičnih operacij: seštevanje, odštevanje, množenje, odvajanje in integriranje analognih signalov



LM124/LM224/LM324/LM2902 Low Power Quad Operational Amplifiers

General Description

The LM124 series consists of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, DC gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM124 series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional $\pm 15V$ power supplies.

Advantages

- Eliminates need for dual supplies
- Four internally compensated op amps in a single package
- Allows directly sensing near GND and V_{OUT} also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

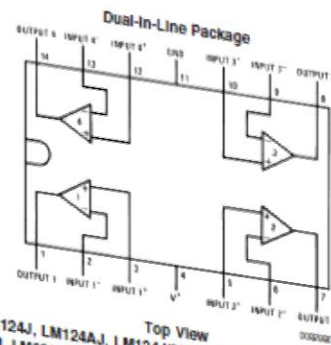
Features

- Internally frequency compensated for unity gain
- Large DC voltage gain 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain) 1 MHz (temperature compensated)
- Wide power supply range: Single supply 3V to 32V or dual supplies $\pm 1.5V$ to $\pm 16V$ independent of supply voltage
- Very low supply current drain (700 μA) — essentially independent of supply voltage
- Low input biasing current 45 nA (temperature compensated)
- Low input offset voltage 2 mV and offset current: 5 nA
- Input common-mode voltage range includes ground supply voltage
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing 0V to $V^+ - 1.5V$

Unique Characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage
- The unity gain cross frequency is temperature compensated
- The input bias current is also temperature compensated

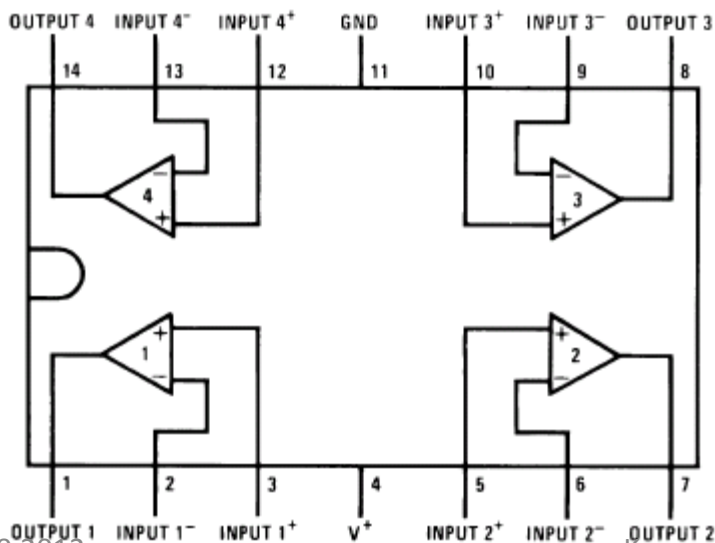
Connection Diagrams



Top View

Order Number LM124J, LM124AJ, LM124J/883 (Note 2), LM124AJ/883 (Note 1), LM224J, LM224AJ, LM324J, LM324AJ, LM324M, LM324MX, LM324AM, LM324AMX, LM2902M, LM2902MX, LM324AN, LM324AMT, LM324MTX or LM2902N LM124AJRQML and LM124AJRQMLV (Note 3)
See NS Package Number J14A, M14A or N14A

Dual-In-Line Package

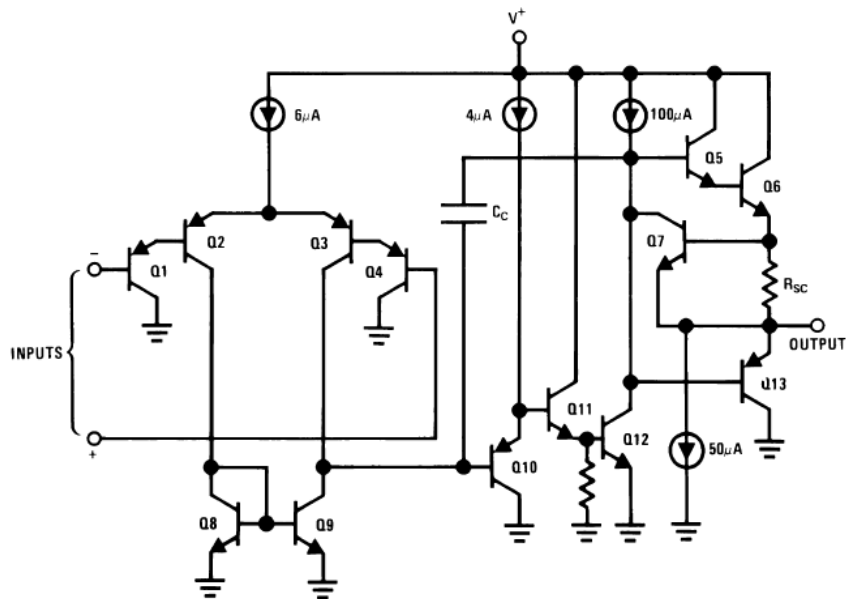


- Kako lahko preprosto razložimo delovanje operacijskega ojačevalnika, ki ga sestavlja (več) deset tranzistorjev in uporov?
- osnovna funkcija je napetostno krmiljeni napetostni vir – izhodna napetost je ojačana vhodna napetost: $u_{izh} = A_o (u_{vh+} - u_{vh-})$
- tipična vrednost za A_o je 10 000 – 100 000

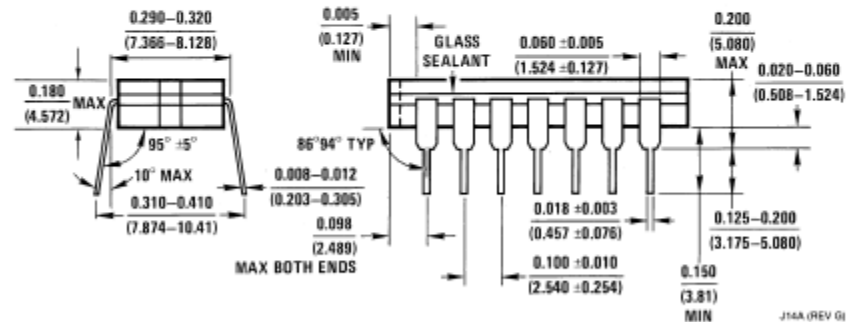
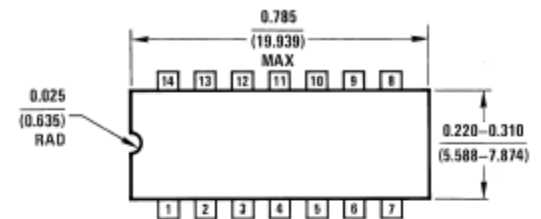
Primer: LM324

- ojačanje signala potrebuje vir energije: enosmerni napetostni vir na sponki Vcc.
- Nekatere različice potrebujejo tudi negativno napajalno napetost -Vee

Schematic Diagram (Each Amplifier)



Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted

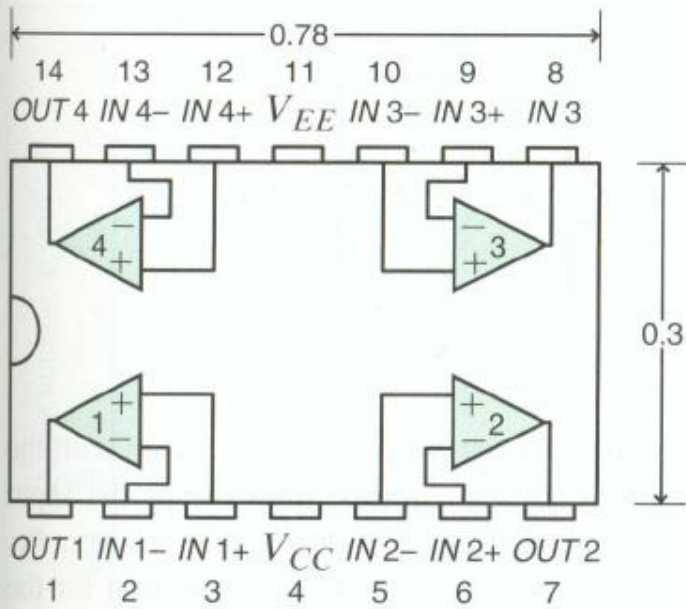


Ceramic Dual-In-Line Package (J)

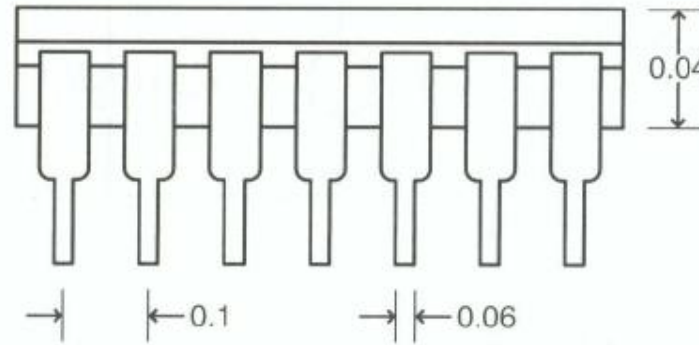
Order Number JL124ABCA, JL124BCA, JL124ASCA, JL124SCA, LM124J, LM124AJ, LM124AJ/883, LM124J/883, LM224J, LM224AJ or LM324J

NS Package Number J14A

J14A (REV GI)



(a)



(b)

Figure 4.2

The pinout (a) and dimensional diagram (b) of the LM324 quad op-amp. Note the pin pitch (distance pin-to-pin) is 0.1 inches—standard for DIP packages.

Model idealnega operacijskega ojačevalnika

1. $A_o = \infty \rightarrow u_{vh} = u_+ - u_- = 0$
2. $R_{vh} = \infty \rightarrow i_{vh} = i_+ = i_- = 0$
3. $R_{izh} = 0 \rightarrow u_{vh} = A_o u_{vh}$

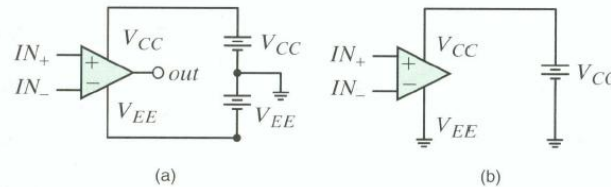


Figure 4.3
Schematics showing the power supply connections and ground location for (a) dual-supply and (b) single-supply implementations.

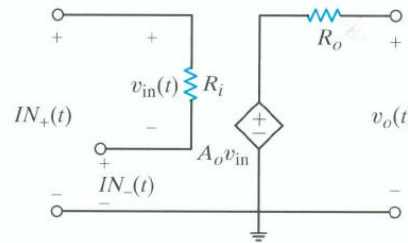


Figure 4.4
A simple model for the gain characteristics of an op-amp.

Primer invertirajočega ojačevalnika
Primer neinvertirajočega ojačevalnika

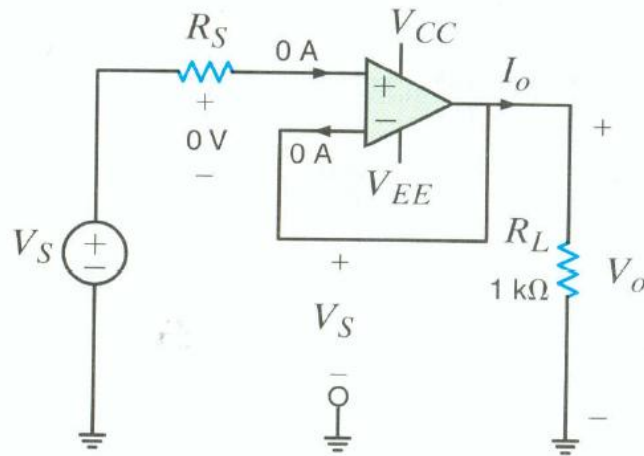


Figure 4.11
A unity gain buffer with a load resistor.

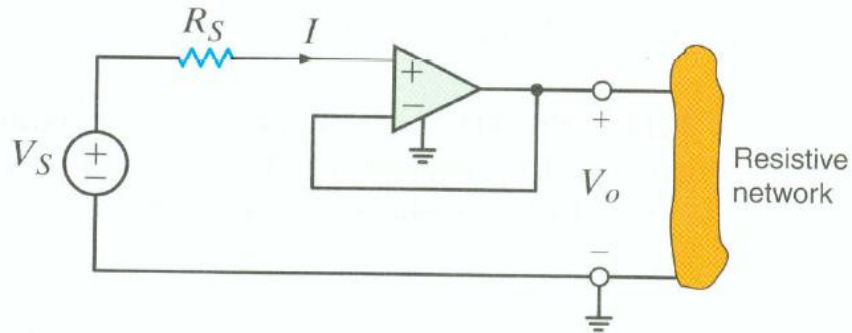
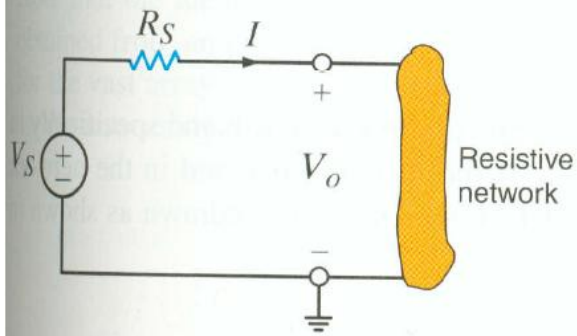


Figure 4.12
Illustration of the isolation capability of a voltage follower.