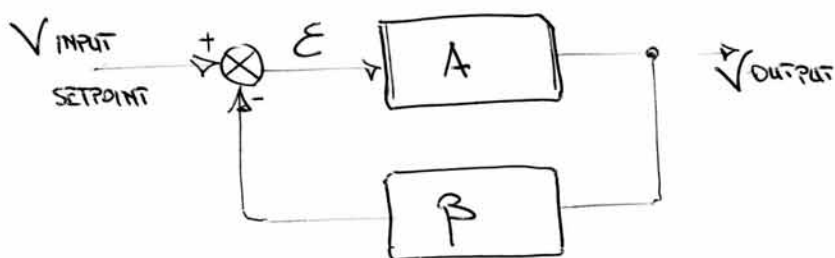


## ☑ FEEDBACK AND OPERATIONAL AMPLIFIERS.

Në sistemet e kontrollit fjala "FEEDBACK" nënkupton krahasimin e output-it të sistemit me input-in e tij, në këtë mënyrë bëhet korrëgjimi i vlerës së output-it. Me kontrollisht ky koncept spërshet në skemën e mëposhtme:



↓ [OPEN LOOP GAIN]  
 $A \triangleq$  PROCESI AMPLIFIKUES  
 NË UNAZË TË HARD  
 $B \triangleq$  BLOKU  
 FEEDBACK.

$E \triangleq$  DIFFERENCE.

$$\begin{cases} V_{OUTPUT} = E \times A \\ E = V_{INPUT} - B \times V_{OUTPUT} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} V_{OUT} &= A \times [V_{IN} - B \times V_{OUT}] \\ V_{OUT} &= A \times V_{IN} - A \times B \times V_{OUT} \\ \downarrow \\ V_{OUT} [1 + A \times B] &= A \times V_{IN} \end{aligned}$$

$A \times B \triangleq$  AMPLIFIKIMI I UNAZES  
 [CLOSED LOOP GAIN]

$$G = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{A}{1 + A \times B} \quad \begin{matrix} \text{AMPLIFIKIMI NË UNAZË} \\ \text{TË MBYLLUR} \\ \text{[CLOSED LOOP GAIN]} \end{matrix}$$

$$\lim_{A \rightarrow \infty} \frac{A}{1 + A \times B} \approx \frac{1}{B} \Rightarrow \left| \frac{V_{OUT}}{V_{INPUT}} \right|_{A \rightarrow \infty} \approx \frac{1}{B}$$

Për, për vlerën shumë të mëdha të  $A$  dalja output nuk varet më nga blloku  $A$  por varet vetëm nga blloku i kthimit  $B$ . Ky rezultat u arrit për herë të parë në vitin 1927 nga HAROLD BLACK.

Teoria e FEEDBACK negativ është një proces i ciftëzimit të daljes me hyrjen e sistemit në mënyrë të tillë që mund të mendohet se ky veprim po zvogëlon vlerën e sinjalit hyres.

Çdokush do të mendonte se ky veprim vetëm mund të zvogëlojë vlerën e AMPLIFIKIMIT nga blloku A dhe se nuk sjell asnjë avantazh në kontrollin e sistemit.

Është e vërtetë që efekti amplifikues zvogëlohet por në këmbim përfitueshëm pavarësia e procesit nga efekte jolinerare të bllokut A.

Duke folur në terma të përgjithshëm mund të thuhet se variabli i cili kthehet nëpunjet bllokut FEEDBACK në hyrjen e sistemit është njëkohësisht edhe variabli i cili përfiton nga avantazhet e sistemit me FEEDBACK. Pra, nevojëse përdoret si sinjal FEEDBACK-u një sinjal proporcional me korrentin afër të kësaj realizuar një gjenerator të mirë korrenti.

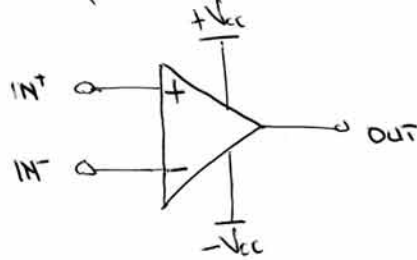
FEEDBACK-u mund të jetë edhe pozitiv, dhe si shembull përdorimi mund të përmendim realizimin e OSHILATOREVE. Megjithatë, rëndësia e përdorimit të FEEDBACK-IT POZITIV nuk përdorimi dhe rëndësia e përdorimit të FEEDBACKUT NEGATIV.

Pas këtyre komentëve të përgjithshme mbi sistemet të cilat përdorin FEEDBACK NEGATIV. Mund të vazhdojmë më tej me shembuj aplikimi duke përdorur AMPLIFIKATORE OPERACIONALE.



Në pjesën më të madhe të restere sistemet dhe konfigurimet elektrike që do të trajtojmë do të përbëjnë Amplifikatoret Operacionale. Diferenciali me një dalje të vetme.

Simboli elektronik që përdoret për të përfaqësuar një OPAMP është simbol : me poshtem.



Vlerat e Amplifikimit për një OPAMP normal janë rreth  $10^5 \div 10^6$ . Në daljet e shtime OPAMP gjenden në qindra lloje dhe modele të ndryshme edhe pse simboli në qark uletet i njëjti.

Dy hyrjet e OPAMP-it, përkatësisht hyrja jo-invertuese (+) dhe ajo invertuese (-) përcaktojnë shenjen e signalit në dalje.

Në rastin kur hyrja jo-invertuese (+) ka shenjë më shumë pozitive sesa hyrja ~~jo~~ invertuese atëherë në dalje do të kemi një signal pozitiv dhe anasjelltas.

Lidhjet e ushqimit të OPAMP-it, përkatësisht  $+V_{cc}$  dhe  $-V_{cc}$  zakonisht nuk përdoren në simbol, gjithashtu nuk ekziston terminali i tokës (GND). Amplifikatoret Operacionale kanë një performancë (GAIN) shumë të madhe dhe përdoren shpesh pa PZEDBACK.

## \* RREGULLAT E ARTA TË PËRDORIMIT TË OPAMP.

Mepashtë do të përcaktojmë disa nga rregullat baze në përdorimin e OPAMP - eve. Kur ata përdoren në konfigurim me ~~FEEDBACK~~ FEEDBACK.

Së pari,

Amplifikimi i tensionit në një OPAMP është aq i madh sa edhe një diferencë e vogël midis terminalëve të hyrjes do të bëjë që dalja e OPAMP-it të arrijë vlerën maksimale dhe me pas të saturonte në  $+V_{cc}$ . Duke injoruar këtë diferencë të vogël tensioni midis terminalëve të hyrjes mund të përcaktojmë rregullën e parë:

I. Dalja mundohet të bëjë sdo gjë që është e mundur për të bërë zero diferencën midis terminalëve të hyrjes.

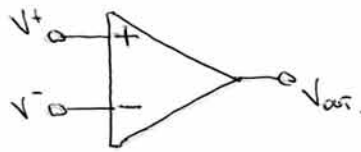
Së dyti, në terminalët hyrës të OPAMP kalon një rrymë shumë e vogël e cila është e rendit të  $10\text{ nA}$  për OPAMP të ndërtuar me tranzistore BJT dhe e rendit të  $10\text{ pA}$  për OPAMP të ndërtuar me MOSFET. Duke mos marrë parasysh faktin e mësipërm mund të formulohet rregulla e dytë:

II. Në dy terminalët hyrës të një OPAMP IDEAL nuk kalon korrent/rry

### SHËNIM:

Në rastin e rregullës së parë duhet saktësuar se OPAMP-i nuk mund të ndryshojë vlerën e tensionit në terminalët hyrës, ai mundet vetëm të "shitë" hyrjet dhe të përshkoshë vlerën e daljes në mënyrë që rrjeti FEEDBACK të reagojë dhe diferencën në terminal hyrës të bëjë zero.

Si të gjithë amplifikatorët e tensionit, edhe amplifikatori diferencial duhet të paraqesë një impedencë të lartë në dy terminalët e hyrjes.



Në të kundërt, dalja e amplifikatorit duhet të paraqesë një impedencë të ulët për të gjeneruar tensionin.

Le të përcaktojmë tensionin diferencial midës dy terminalëve të hyrjes si mëposhtë:

$$V_D = V^+ - V^-$$

Potenciali mesatar ndërmjet dy terminalëve dhe masës në përgjithësi nuk është zero, përkundrazi ka një vlerë dhe përcaktohet si: sinjali COMMON MODE.

$$V_{CM} = \frac{V^+ + V^-}{2}$$

Në një amplifikator IDEAL sinjali common mode nuk do të kishte asnjë efekt në dalje dhe sinjali  $V_{out}$  do të ishte thjesht proporcional me sinjelin diferencial  $V_D$ .

$$V_{out}(t) = G_D \cdot V_D$$

Amplifikatorët diferenciale realë, për fat të keq amplifikojnë edhe sinjelin common mode. edhe pse pjesërisht.

$$V_{out}(t) = G_D \cdot V_D + G_{CM} \cdot V_{CM}$$

$\downarrow$   
 SINJALI NË DALJË

$\downarrow$   
 AMPLIFIKIMI COMMON MODE.

$\downarrow$   
 AMPLIFIKIMI DIFFERENCIAL

Një Amplifikator i marrë diferencial ka një amplifikim të madh diferencial dhe një amplifikim të vogël  $G_{cm}$ .

Le të supozojmë se sinjali diferencial ka një vlerë  $V_D = 50\mu V$  ndërkohë që sinjali common mode është  $V_{cm} = 500mV$ .

Për të evituar që në dalje sinjali CM të mbulojë komplet sinjalin diferencial raport  $\frac{G_D}{G_{cm}}$  duhet të jetë më i madh se  $\frac{500mV}{50\mu V} = 10^4$

Raporti  $\frac{G_D}{G_{cm}}$  është një karakteristikë shumë e rëndësishme për një amplifikator diferencial dhe quhet COMMON MODE REJECTION RATIO

$$\triangleq CMRR = \left| \frac{G_D}{G_{cm}} \right| \text{ dB.} \quad N \ 80 \div 110 \text{ dB.}$$

Normalisht  $G_D \gg G_{cm}$  për këtë arsye shpesh vlera e CMRR shprehët në [dB]. Rezistenca në terminalët hyrës të OPAMP zakonisht është disa  $k\Omega$  dhe rezistenca të terminalit të daljes është rreth  $10\Omega$ .

Amplifikatorët Operacionalë OPAMP quhen "OPERACIONAL" për shkak se nëoftese lidhen dhe përdoren në konfigurime të përcaktuara legjone realizimin e reprimere matematike mb: sinjalit. (psh. DERIVIM, INTEGRIM, SHUMA, DIFERENCA)

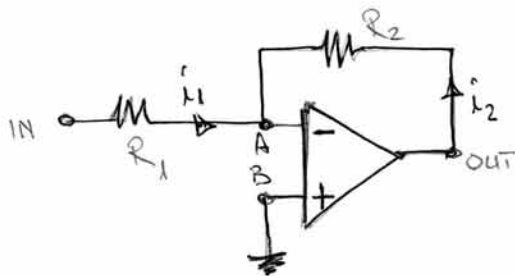
Për të përmbledhur esencën e funksionimit të OPAMP-eve mund ti konsiderojmë si AMPLIFIKATORE DIFERENCIALE IDEALE.

$$G_D \rightarrow \infty \quad Z_{in} \rightarrow \infty$$

$$G_{cm} \rightarrow 0 \quad Z_{out} \rightarrow 0$$

## ☐ KONFIGURIMI MË OPAMP INVERTUES

Duke u bazuar në rregullat e përmendura më sipër mund të analizojmë qarkun e mëposhtëm.



Pika B është e lidhur me tokën



edhe pika A do të gjendet në të njëjtin potencial.

Kjo do të thotë që rezenca e tensionit në  $R_2$  është  $V_{out}$  dhe rezenca e tensionit në  $R_1$  është  $V_{in}$ .

Duke shkruar bilancën e rrymave në pikën A kemi:

$$\begin{aligned} i_1 &= \frac{V_{in}}{R_1} \Rightarrow i_1 = -i_2 \\ i_2 &= \frac{V_{out}}{R_2} \Rightarrow \frac{V_{in}}{R_1} = -\frac{V_{out}}{R_2} \Rightarrow \boxed{\frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_2}{R_1}} \end{aligned}$$

Analiza e qarkut deri në këtë pikë duket shkurt e thjeshtë!

Por të kuptojmë se çfarë po ndodh realisht, dhe se si po funksionon **FEEDBACK** në këtë qark le të imagjinojmë një tension prej +1V në terminalin invertues. Në të njëjtën kohë le të supozojmë se terminali i dalje të OPAMP-it nuk "bindet" dhe është fiksuar në 0V.

Le të japim vlera reale për dy rezistenca, përkatësisht  $R_1 = 10k\Omega$   $R_2 = 100k\Omega$ . Çfarë po ndodh në qark?

$R_1$  dhe  $R_2$  luajnë rolin e një partitori tensioni dhe vlera e tensionit në pikën A është:

$$V_A = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 1V \times \frac{100k\Omega}{110k\Omega} \approx 0,91V.$$

Në këtë situatë OPAMP-i e gjen veten në një  $\neq$ kuilibër të madh në terminalin e tij hyrës dhe reagon duke shkruar në -10V në terminalin e dalje në mënyrë që të balancojë pikat A dhe B.

### \* IMPEDENCA NE HYRJE.

Pika A është gjatuesë në zero volt dhe quhet "TOKE VIRTUALE",  
Pra impedanca në hyrje është  $Z_{in} = R_1$ .

A.) PËRCAKTONI TRANSMERIMIN  $V_{out}/V_{in}$  DHE RAPORTIN  $R_2/R_1$  NE MENYRE QË  
TË REALIZOHET NJË AMPLIFIKIM TENSIONI I BARABARTË ME  $-10$ .

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_2}{R_1} = 10 \Rightarrow R_2 = 10R_1.$$

B.) DUEZ SUPORUAR QË GJENERATORI I SINJALIT TË KËTË NJË REZISTENÇË NE SERI  $R_s$   
MAKSIMALISHT ME VLERË  $100\Omega$  TË DISKUTOHET EFEKTI MBI AMPLIFIKIMIN DHE  
TË DIMENSIONOHET STADI NE MENYRE QË AMPLIFIKIMI TË SPOSTOHET NGA VLERË  
E DESHIRUAR MAX 5%.

Nëqoftesë gjeneratori i sinjalit nuk do të ishte IDEAL por do të kishte  
një rezistencë në seri  $R_s$  amplifikimi i stadi do të ishte:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_2}{(R_1 + R_s)}$$

Pra, për të evituar që amplifikimi të ndryshojë më pak se 5%  
duhet që  $R_s \ll R_1$ . Nëqoftesë duhet garantuar një amplifikim  $(-10)$   
brenda 5% me një rezistencë  $R_s = 100\Omega$  në rastin më të keq  
duhet zgjedhur  $R_1$  të paktën  $20R_s = 2k\Omega \Rightarrow R_2 = 20k\Omega$ .

### DETYRA.

Për skemën e mëposhtme të analizohet qarku dhe të zgjidhen  
të njëjtat problematika të ushtrimit të mëparshëm.

