



EURÓPSKA ÚNIA

Program  
celoživotného  
vzdelávania



# Pracovný list pre meranie na operačnom zosilňovači

Vypracovala: Ing. Ingrid Kolečusová

Tento edukačný materiál vznikol v rámci projektu Programu celoživotného vzdelávania  
Leonardo da Vinci – č. 11323 1208  
„Európske skúsenosti a zručnosti v elektrotechnických školách“

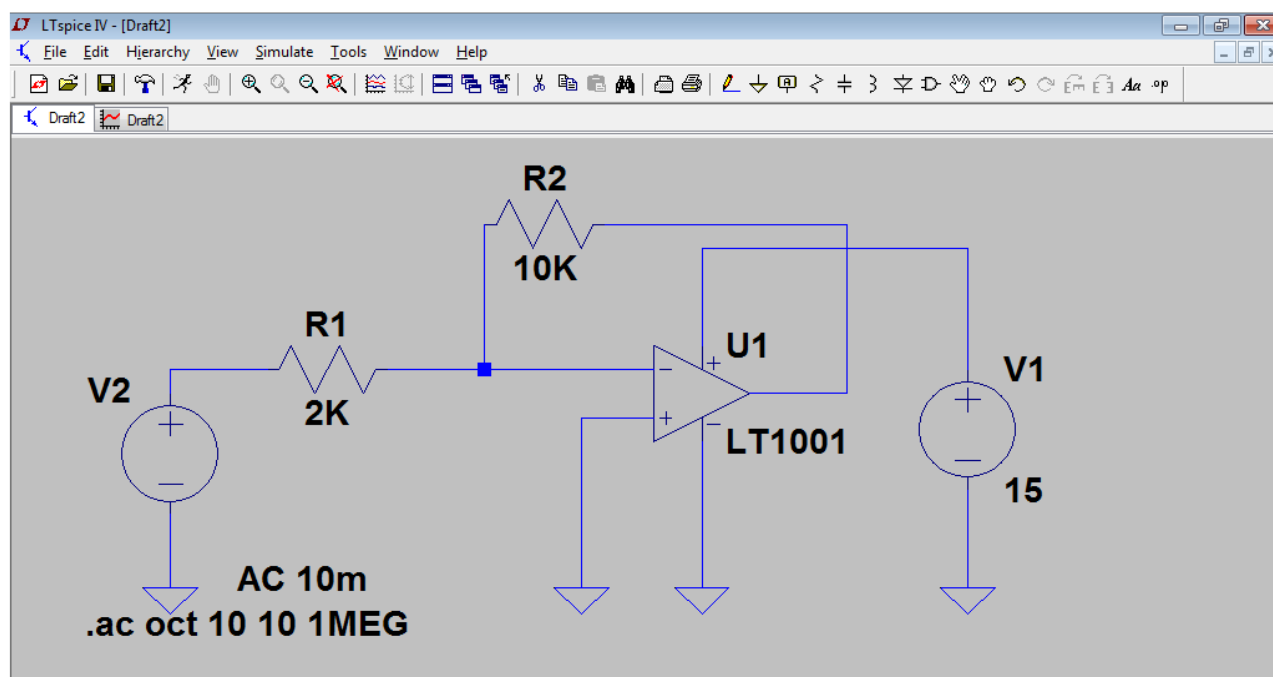
## OVERENIE VLASTNOSTÍ OPERAČNÉHO ZOSILŇOVAČA POMOCOU SIMULAČNÉHO PROGRAMU LT – spice IV

**CIEĽ HODINY :** Overenie vlastností operačného zosilňovača v invertujúcom zapojení.  
Precvičenie zručností v programe LT – spice IV.

### DANÁ ÚLOHA:

1. Navrhnete obvod pre meranie amplitúdovo-frekvenčnej (AF) charakteristiky OZ v invertujúcom zapojení.
2. Nakreslite navrhnutý obvod v programe LT – spice IV.
3. Pomocou programu LT – spice IV zobrazte AF charakteristiku OZ v invertujúcom zapojení.

### SCHÉMA ZAPOJENIA MERACIEHO OBVODU:



### TEORETICKÝ ROZBOR:

Operačný zosilňovač sa skladá z niekoľkých zosilňovacích stupňov, ktoré sú na seba priamo naviazané. Vstupný stupeň je vždy diferenciálny zosilňovač, budiaci stupeň je napäťový zosilňovač a koncový stupeň je väčšinou tvorený komplementárnym zosilňovačom. Operačný zosilňovač sa využíva v riadiacej a regulačnej technike ako komparátory, v meracej technike, v číslicovej technike ako klopné obvody, ako NF predzosilňovače, NF koncové zosilňovače. Operačné zosilňovače sa vyznačujú vysokým zosilnením – až  $10^5$ , vysokým vstupným odporom –  $10^6\Omega$ , nízkym výstupným odporom – pod  $10^2\Omega$ , frekvenčnou nezávislosťou. Vývody operačného zosilňovača sú: invertujúci vstup (označený znamienkom mínus), neinvertujúci vstup (označený znamienkom plus), výstup – meria sa výstupné napätie medzi výstupom a zemou, symetrické napájanie. Invertujúce zapojenie operačného zosilňovača otáča fázu (pri zosilnení  $A=-2$  je  $U_1=2V$ ,  $U_2=-4V$ ).  $U_1=2V$ ,  $U_2=4V$ ).

**Zosilnenie pre invertujúce zapojenie odvodíme nasledovne:**

$$A_U = \frac{U_2}{U_1}$$

$$i_{vst} = i_1 + i_2$$

$$i_{vst} = 0 \text{ v ideálnom prípade}$$

$$u_{vst} = 0 \text{ v ideálnom prípade}$$

- z toho vyplýva, že  $i_1 = -i_2$

$$i_1 = \frac{u_1}{R_1}$$

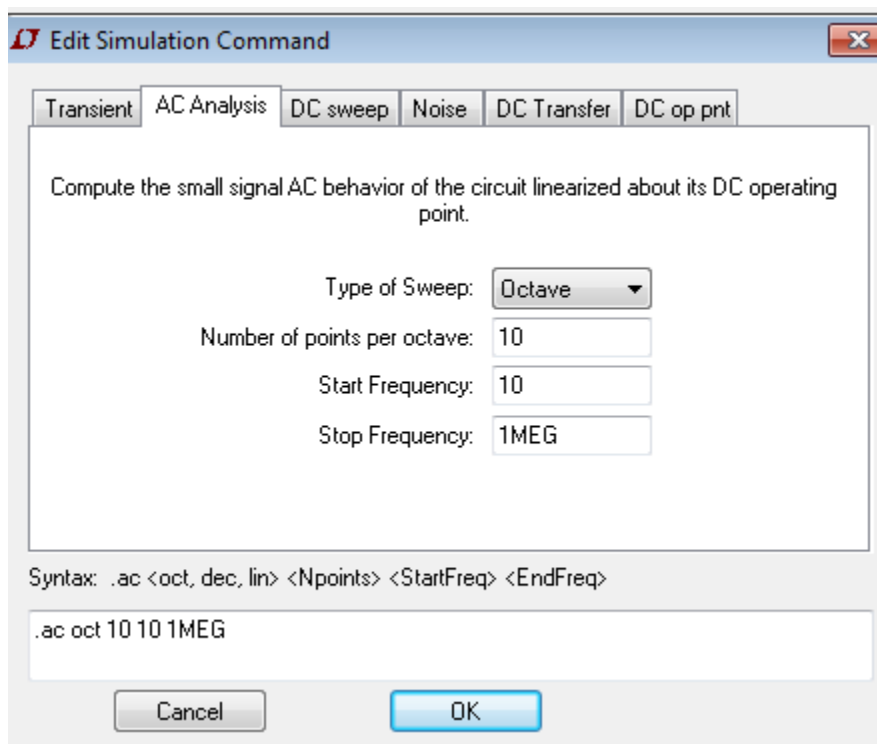
$$i_2 = \frac{u_2}{R_2}$$

$$\frac{u_1}{R_1} = -\frac{u_2}{R_2} \Rightarrow \frac{u_2}{u_1} = -\frac{R_2}{R_1}$$

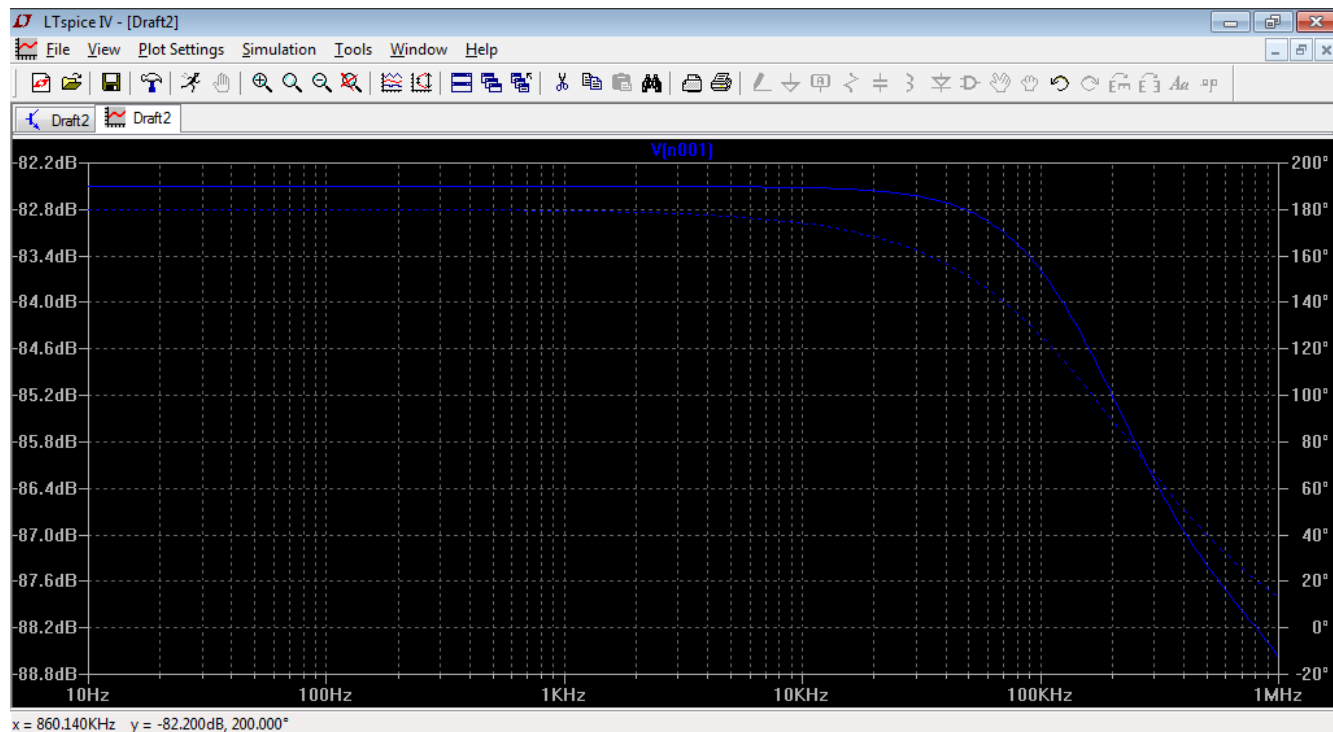
Z uvedeného vyplýva, že zvolené zosilnenie volíme pomocou rezistorov  $R_1$  a  $R_2$ .

### POSTUP PRI MERANÍ :

- 1) Nakreslíme obvod na pracovnú plochu programu LT – spice IV.
- 2) Použijeme analýzu – AC ANALYSIS: horná lišta – Simulate – Edit Simulation Cmd, kde nastavujeme:
  - a) Type of Sweep : Octave
  - b) Number of points per octave : 10
  - c) Start Frequency : 10
  - d) Stop Frequency : 1MEG
  - e) OK



- f) Horná lišta – ikonka „bežec“ – spustiť simuláciu,
- g) Kurzor presunúť na obvod – kurzor sa zmení na červené pero – klik ľavým tlačidlom myši – ukáže sa charakteristika pre príslušnú vetvu obvodu.



### VZOROVÉ VÝPOČTY:

$$A_u = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$a_{dB} = 20 \cdot \log A_u$$

**VYHODNOTENIE :** – žiak na základe výsledkov merania jednotlivých úloh vyjadří svoj názor na overovanú vlastnosť meraného obvodu.