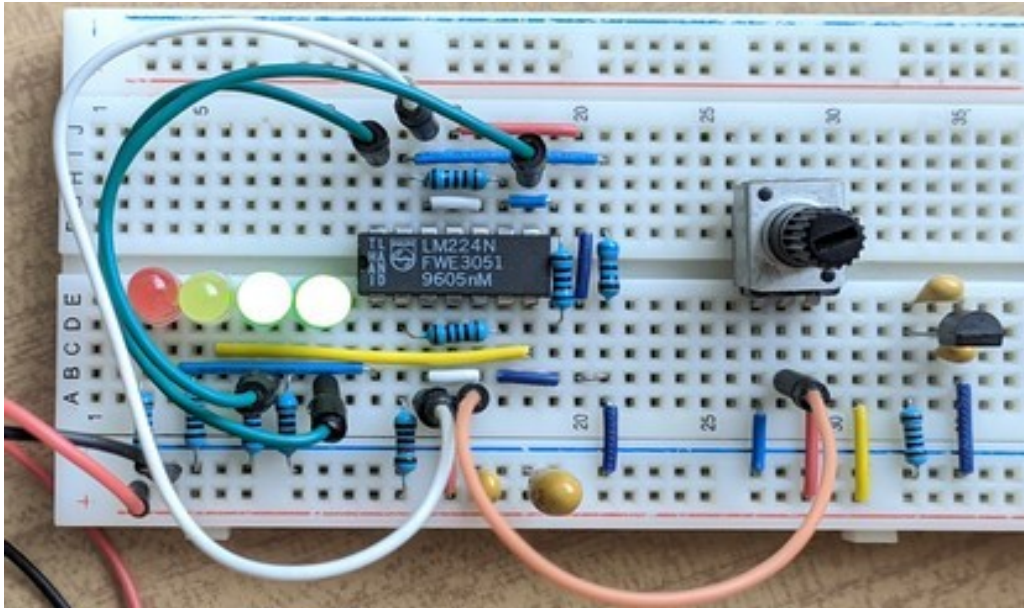


Bevezetés az elektronikába



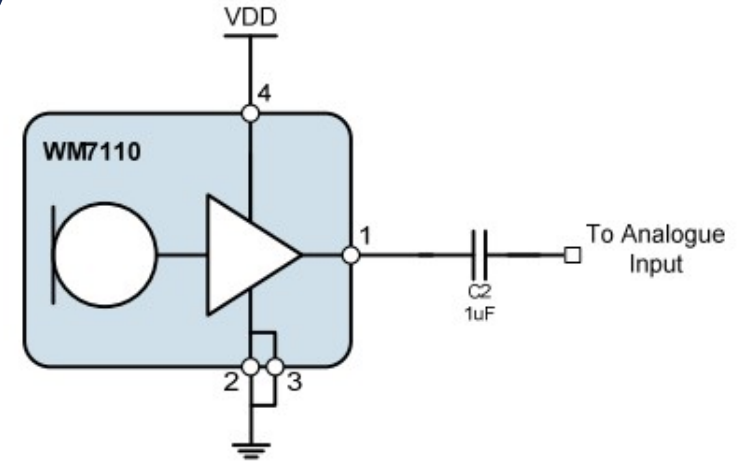
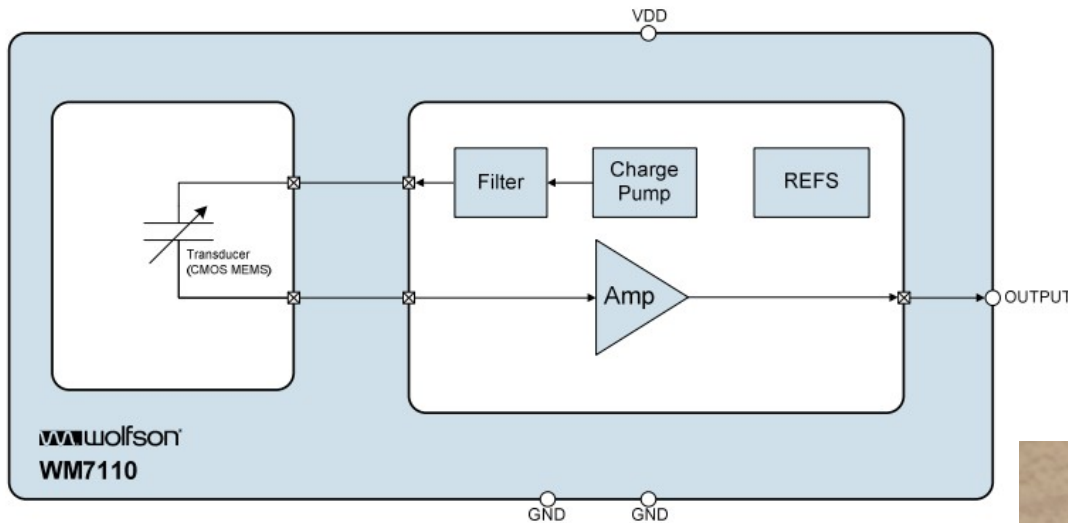
16. Műveleti erősítők – 3. rész

Felhasznált és ajánlott irodalom

- ❑ Sulinet Tudásbázis: [A műveleti erősítők alapjai, felépítése, alkapcsolások](#)
- ❑ Borbély Gábor: [Elektronika II](#)
- ❑ Berta Miklós: [Műveleti erősítők alkapcsolásai, A Miller effektus](#)
- ❑ Mike Gábor: [Mérőerősítők](#)
- ❑ Electronics Tutorials: [Operational Amplifier Basics](#)
- ❑ Talking Electronics: [The OP-AMP](#)
- ❑ Texas Instruments: [Analog Engineer's Circuit Cookbook: Amplifiers](#)
- ❑ Texas Instruments: [Op Amps for Everyone](#)
- ❑ Paul Falstad: [Circuit Simulator Applet](#)

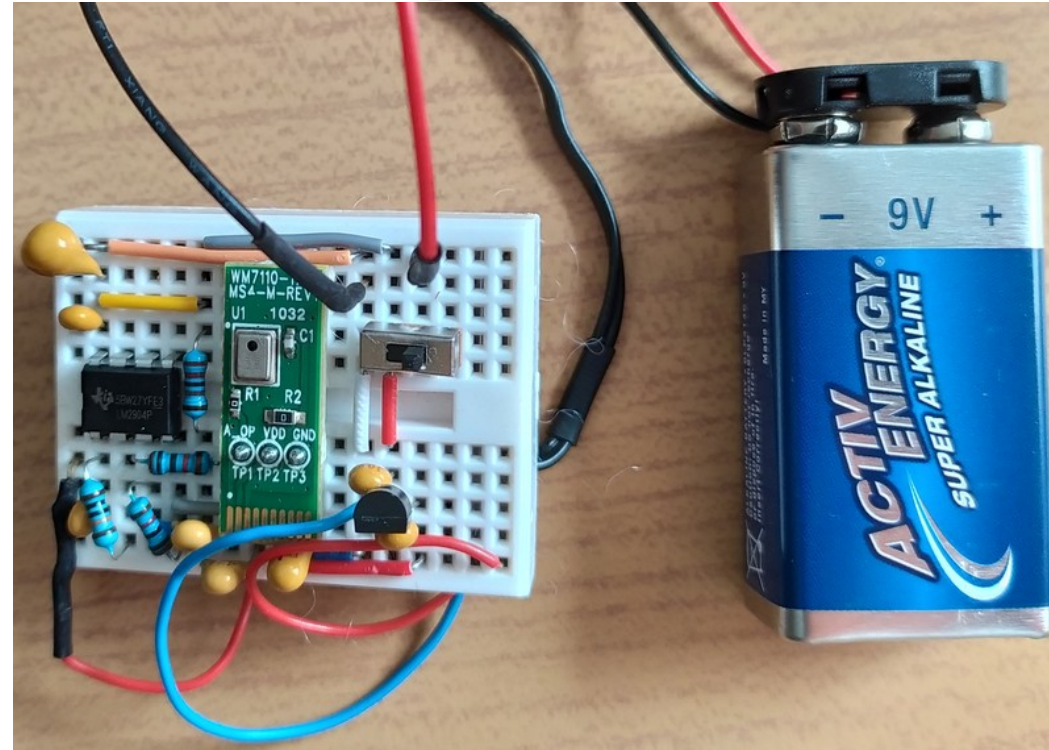
„Gémer” mikrofon építése

- Kiindulási alap egy Wolfson gyármányú WM7110 MEMS mikrofon



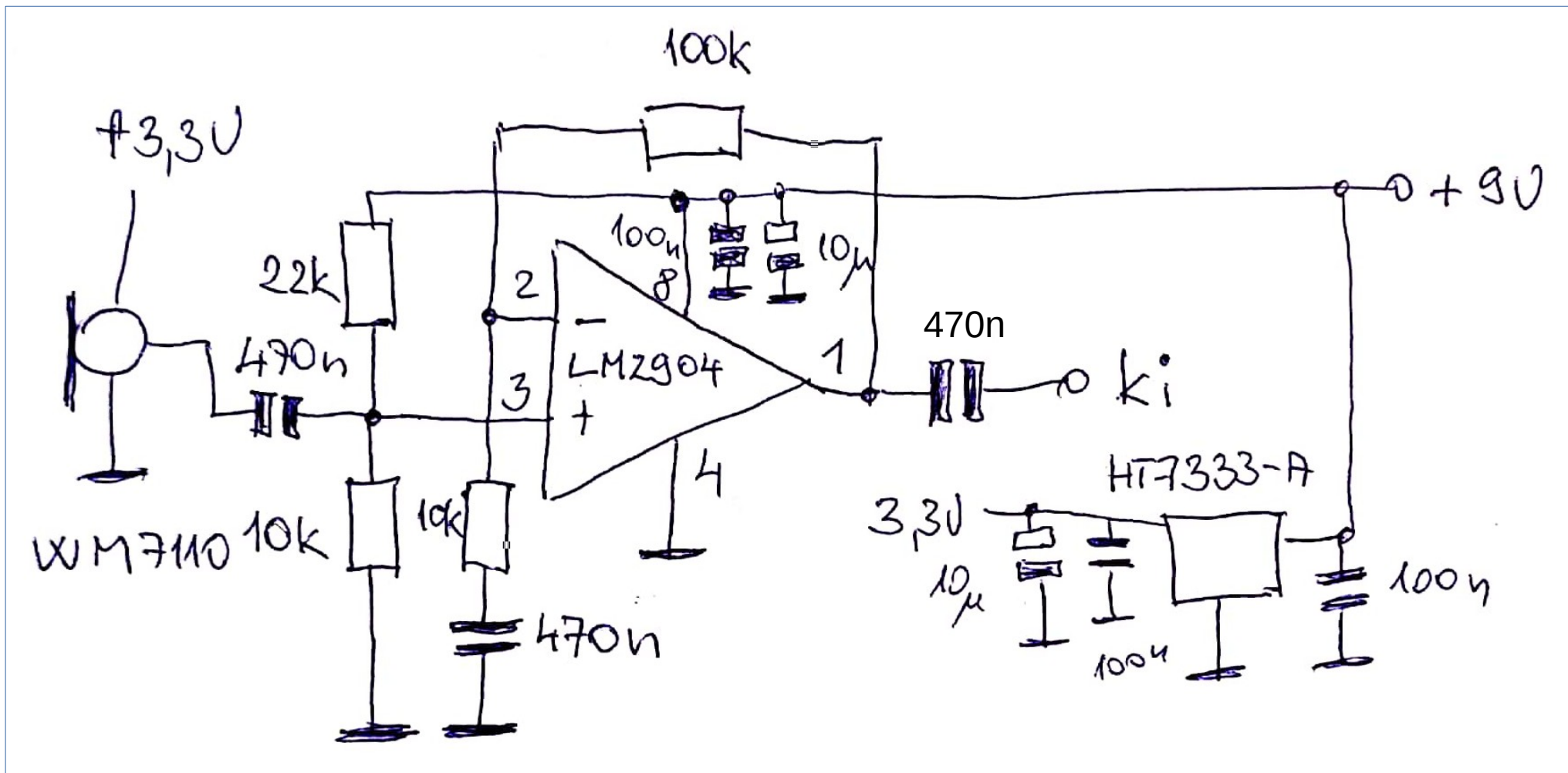
FEATURES

- Excellent SNR and Sensitivity tolerance options
 - WM7110IMS, SNR 59dB, Sensitivity +/-3dB
 - WM7110IMSE, SNR 59dB, Sensitivity +/-1dB
- Low supply current 140µA
- Low profile packaging
- Automated flow solder assembly
- Analogue output
- Top Port Package
- 1.5V to 3.7V supply
- 4.72mm x 3.76mm x 1.25mm Package



„Gémer” mikrofon építése

- A mikrofon jelét egy fél LM2904 IC-vel erősítjük (kb. 10 x)
- A mikrofon táplálását egy 3,3 V-os stabilizátorral oldottam meg



„Gémer” mikrofon építése

- A tápellátást biztosító 9 V-os elem és a mikrofon az előerősítővel egy vitaminos flakonban nyert elhelyezést, „popszűrő” gyanánt pedig egy teaszűrőt alkalmaztam. A mikrofont egy fotóállvány tartja
- A képeken az első és második Covid hullám idején a Hobbielektronika előadások online közvetítésére használt házi „stúdió” látható



Emlékeztető: LM324/LM224/LM124

LM324/LM224/LM124

4 műveleti erősítő egy tokban

Aszimmetrikus táp.: 3 V – 32 V

Szimmetrikus táp.: $\pm 1,5$ V – ± 16 V

Bemeneti offset feszültség: tip. 2 mV

Bemeneti offset áram: tip. 2 nA

Bemeneti munkaponti áram: tip. 20 nA

Rail-to rail bemenet, max. 27-28 V kimenet

Egységnyi erősítés határfrekvenciája: 1,3 MHz

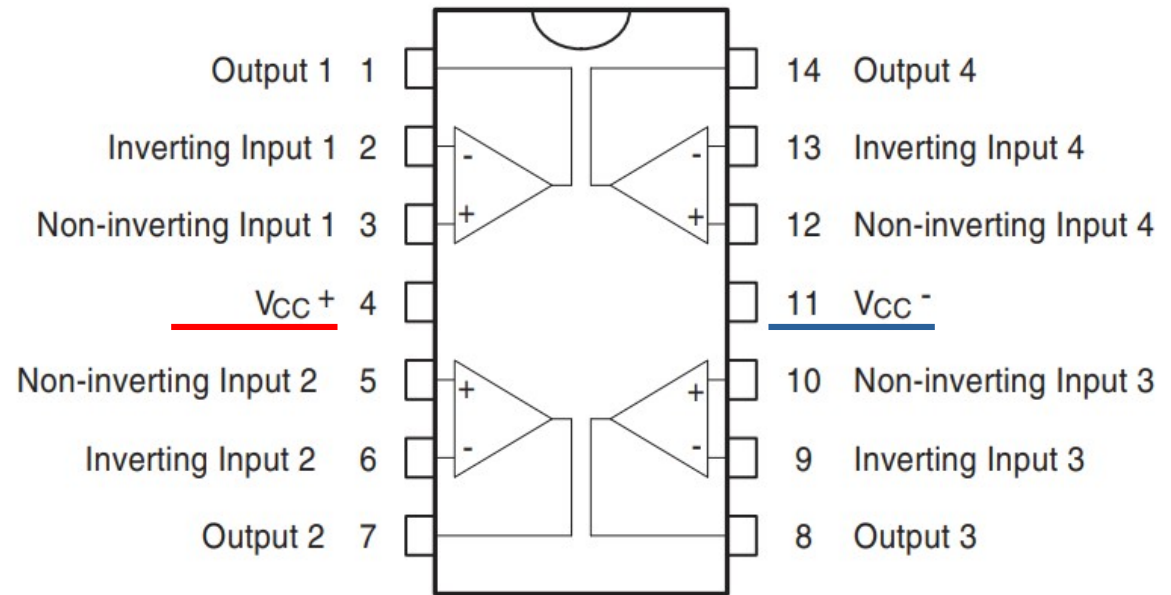
Nyílthurkú erősítés: 25 000 – 100 000

CMRR: 60 – 80 dB (1000 – 10 000-szeres)

Kimeneti áram: 40 mA (source)

20 mA (sink)

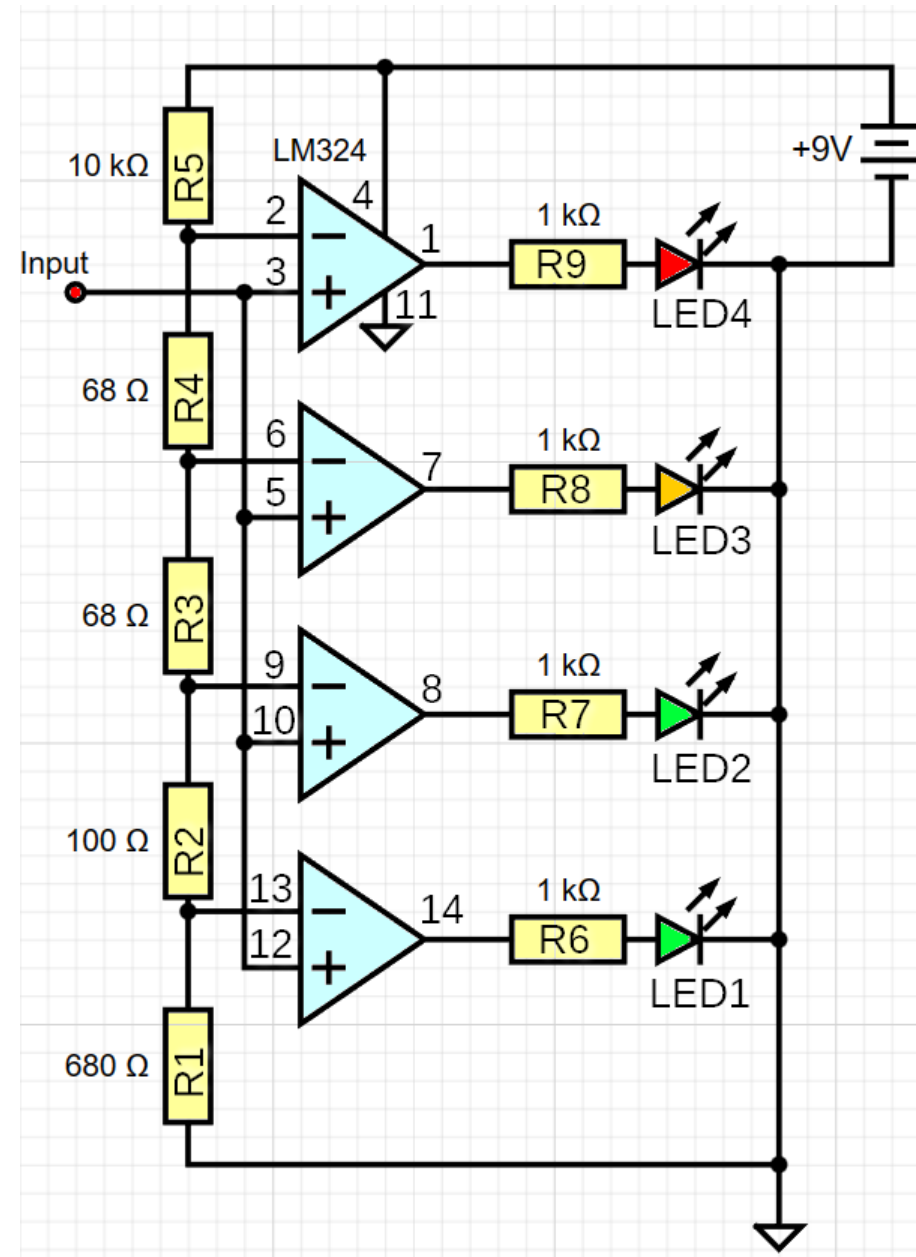
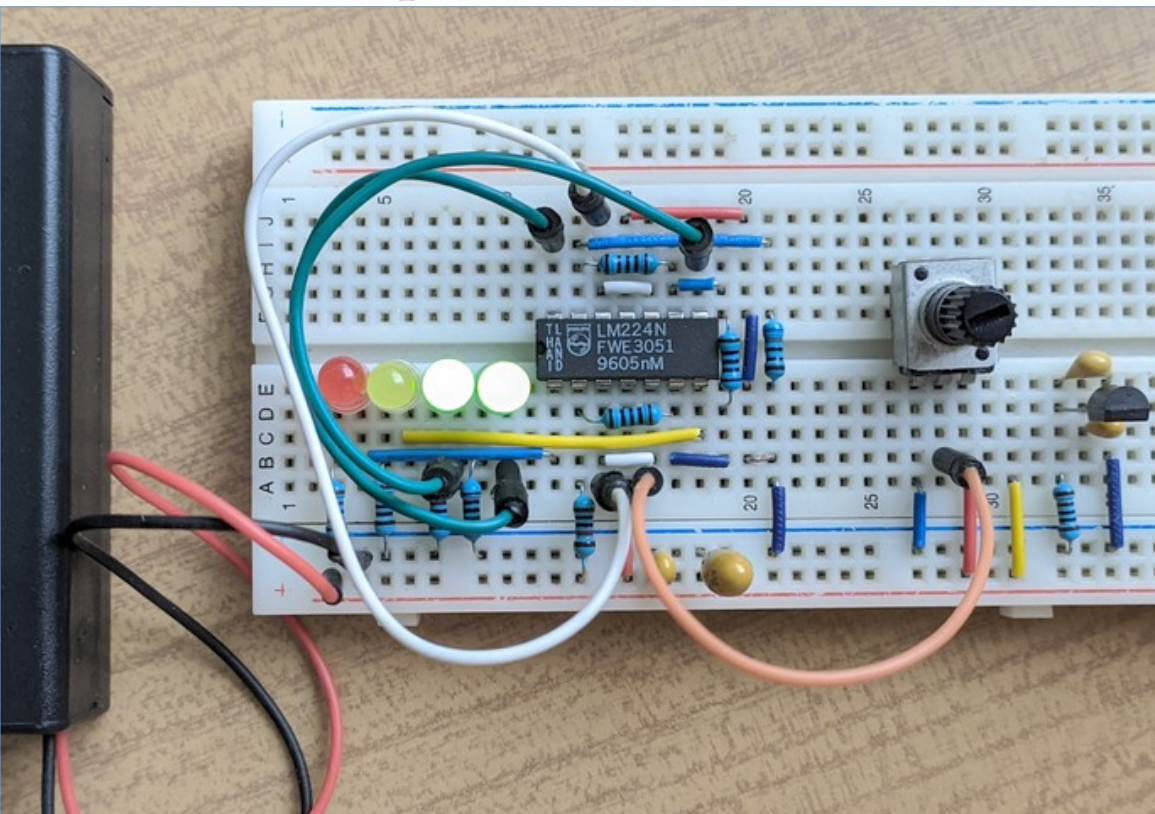
Üresjárás áramfelvétel: 0,7 mA – 1.2 mA



	LM124	LM224	LM324
T _{oper}	-55 - +125 °C	-40 - +105 °C	0 - +70 °C

Hőmérő négy LED-del

- Az LM324 segítségével négy fokozatú szintjelzőt készítünk
- A négy feszültségkomparátor billenési szintjét a tápfeszültségre kötött osztólánc szabja meg
- A hőmérő pl. TMP36 (**max. 5,5V!!!**)



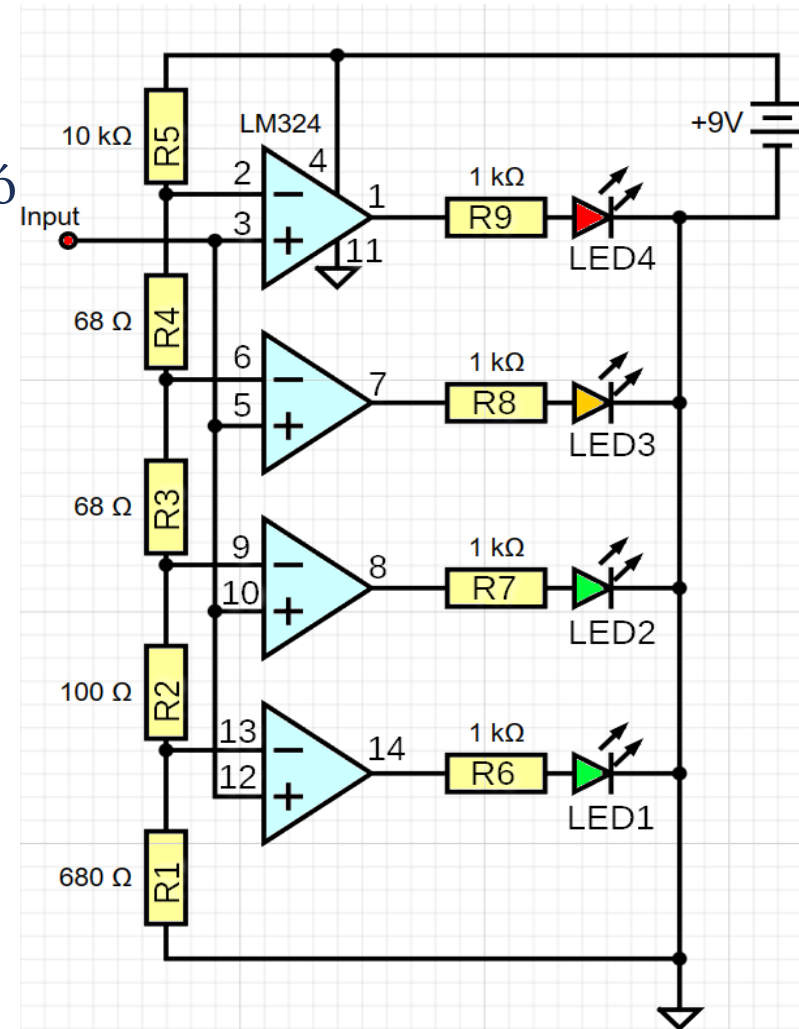
A feszültségosztó méretezése

- A feszültségosztó $U_{ki} = \frac{R1}{R1+R2} \cdot U_{be}$ képletét használva és 9 V-ot feltételezve:

$$U_1 = \frac{R1}{R_{total}} \cdot 9V \quad U_2 = \frac{R1+R2}{R_{total}} \cdot 9V; \quad U_3 = \frac{R1+R2+R3}{R_{total}} \cdot 9V; \quad U_4 = \frac{R1+R2+R3+R4}{R_{total}} \cdot 9V;$$

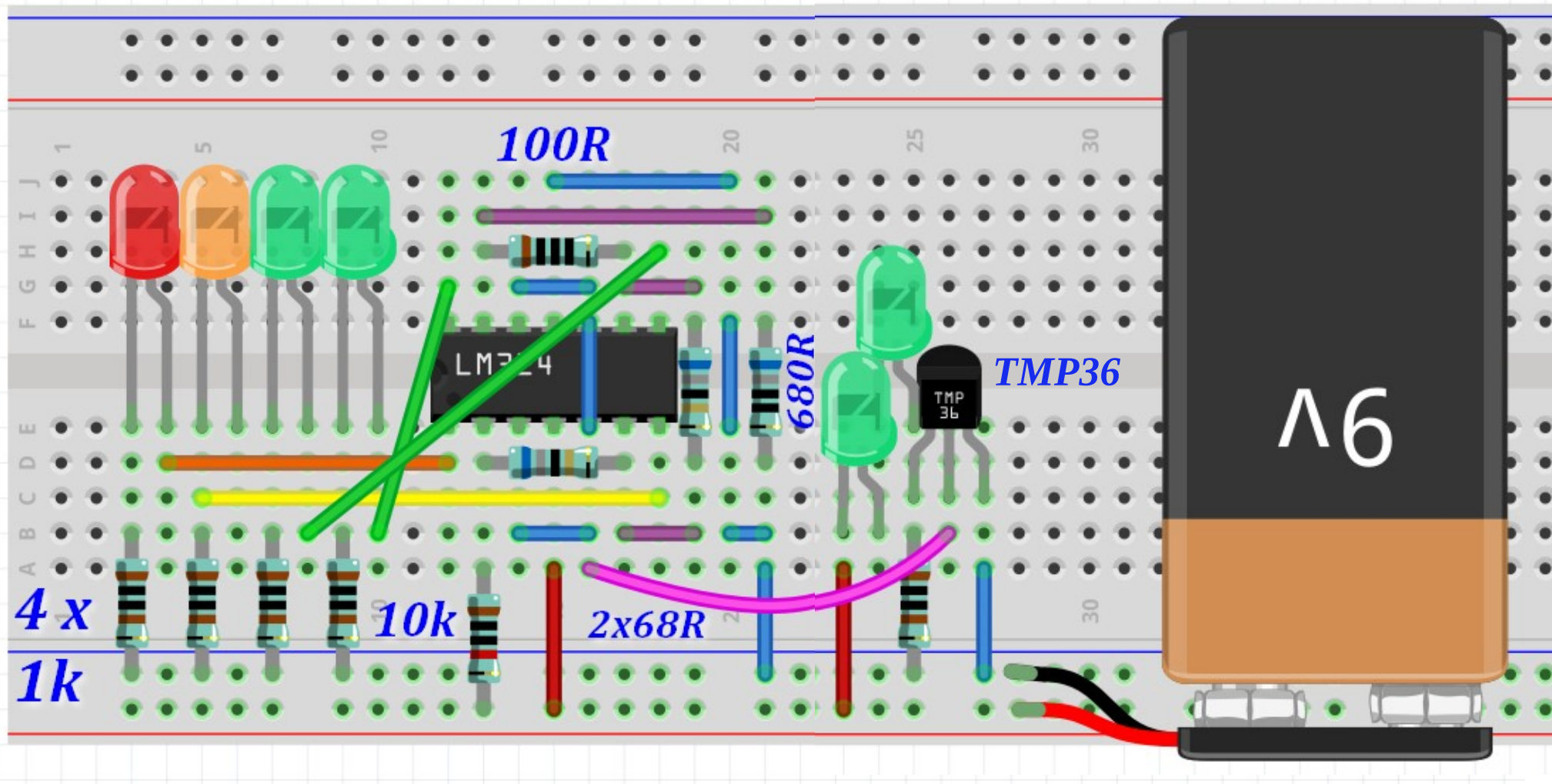
- A **TMP36** (MCP9700) hőmérő 0 °C-on 0,5 V-ot ad ki, s a meredeksége 10 mV/°C, így a táblázatban szereplő osztóval az utolsó oszlopban látható feltételeknél gyullad ki egy-egy újabb LED

	Ri	Ui	
R1	680 Ω	0,561 V	T > 6 °C
R2	100 Ω	0,643 V	T > 14 °C
R3	68 Ω	0,699 V	T >= 20 °C
R4	68 Ω	0,755 V	T >= 26 °C
R5	10000 Ω	9 V	
Rtotal	10916 Ω		



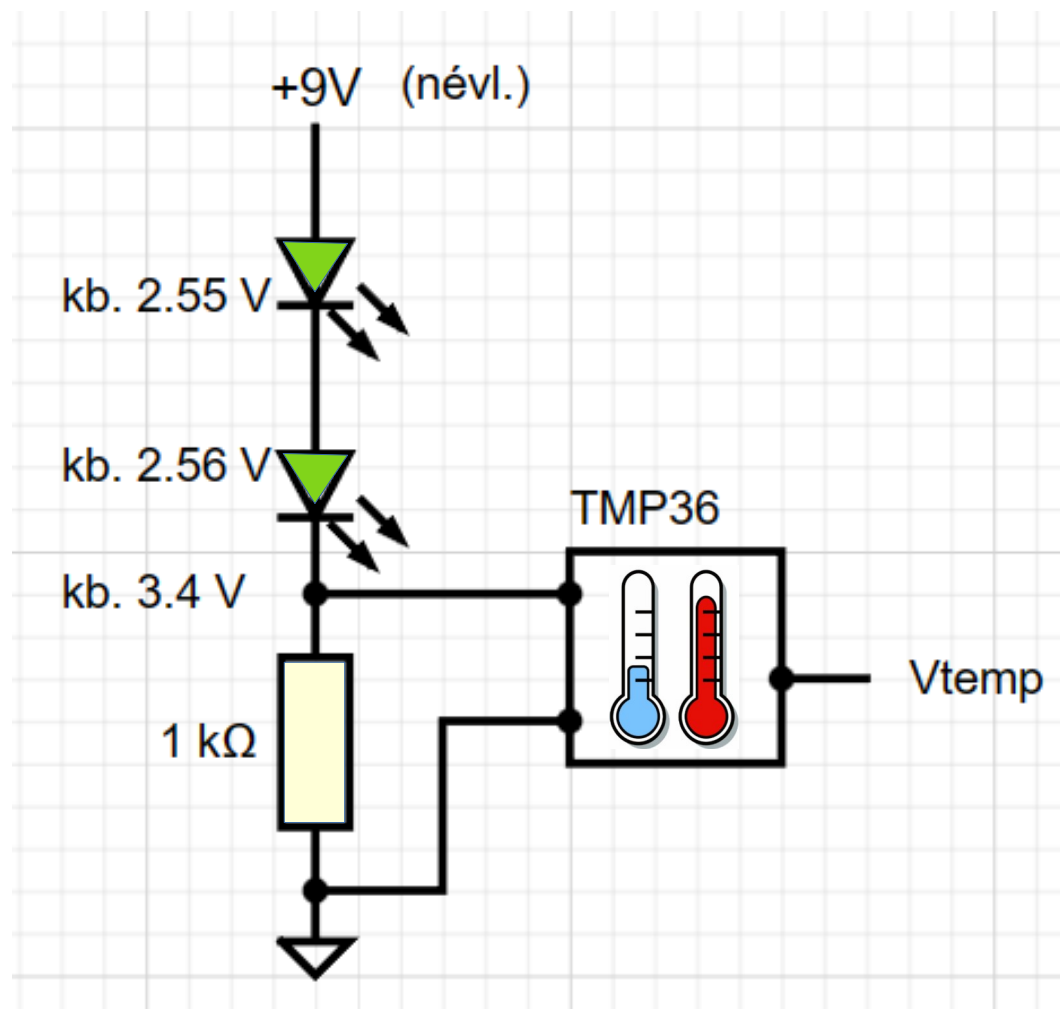
Hőmérő négy LED-del

- A **TMP36** tápfeszültségét két sorbakötött LED-del korlátoztuk (a mért érték 3.4 V, ami megfelel a 2.5 – 5.5 V specifikációnak)



Így működik a feszültségejtés

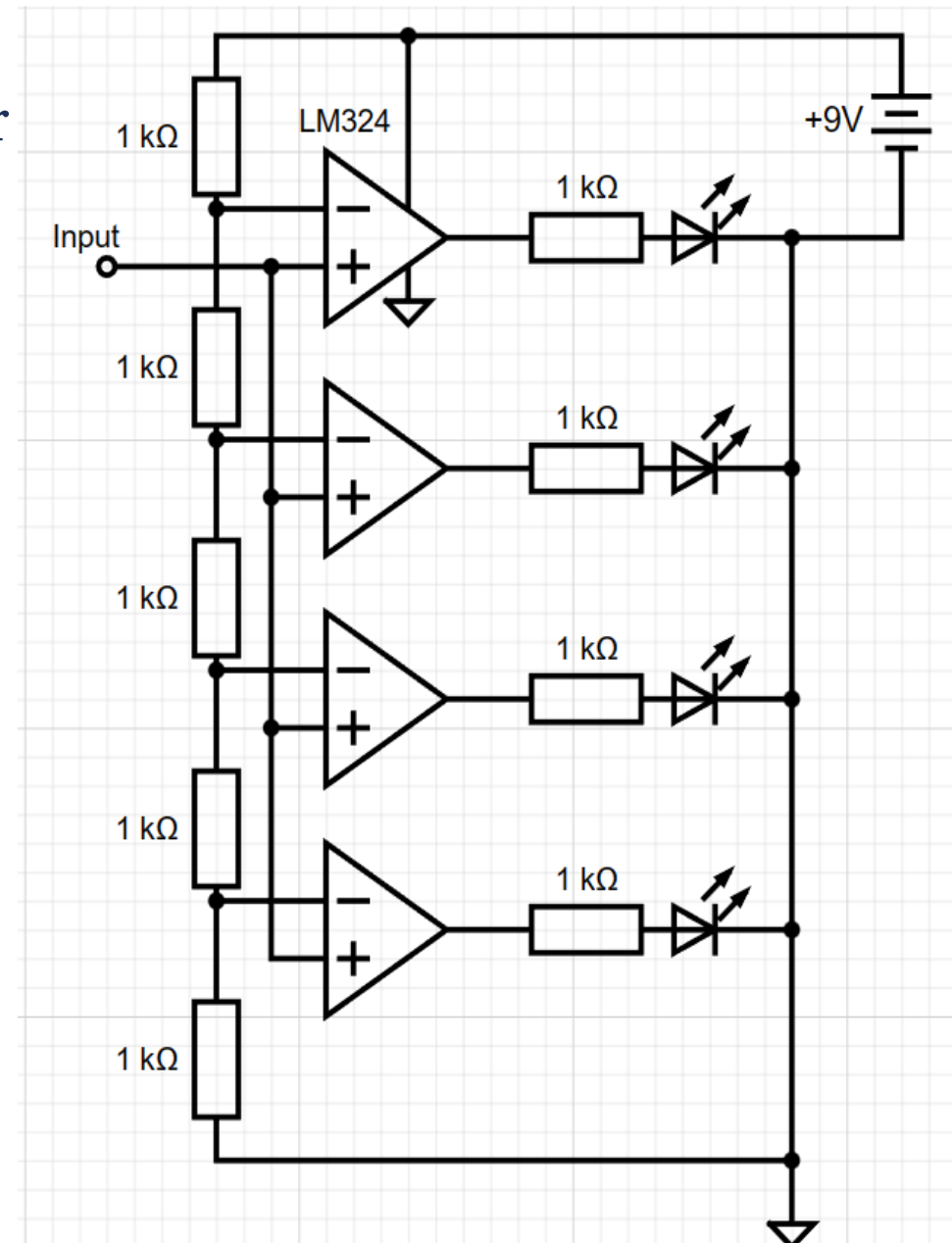
- A **TMP36** (vagy helyette **MCP9700**) analóg hőmérő 2.5 – 5.5 V tápfeszültséggel működtethető. Itt két zöld LED-del összesen kb. 5 V-tal csökkentettük a névlegesen 9 V-os tápfeszültséget (valójában már csak 8.5 V körüli)
- A hőmérőre így csak 3.4 V körüli feszültség jut
- Az elegánsabb megoldás egy feszültségstabilizátor alkalmazása lett volna (lásd pl. a 2. oldalon a 3.3 V előállítását egy **HT7333-A** IC-vel!)



Egy másik beállítási lehetőség

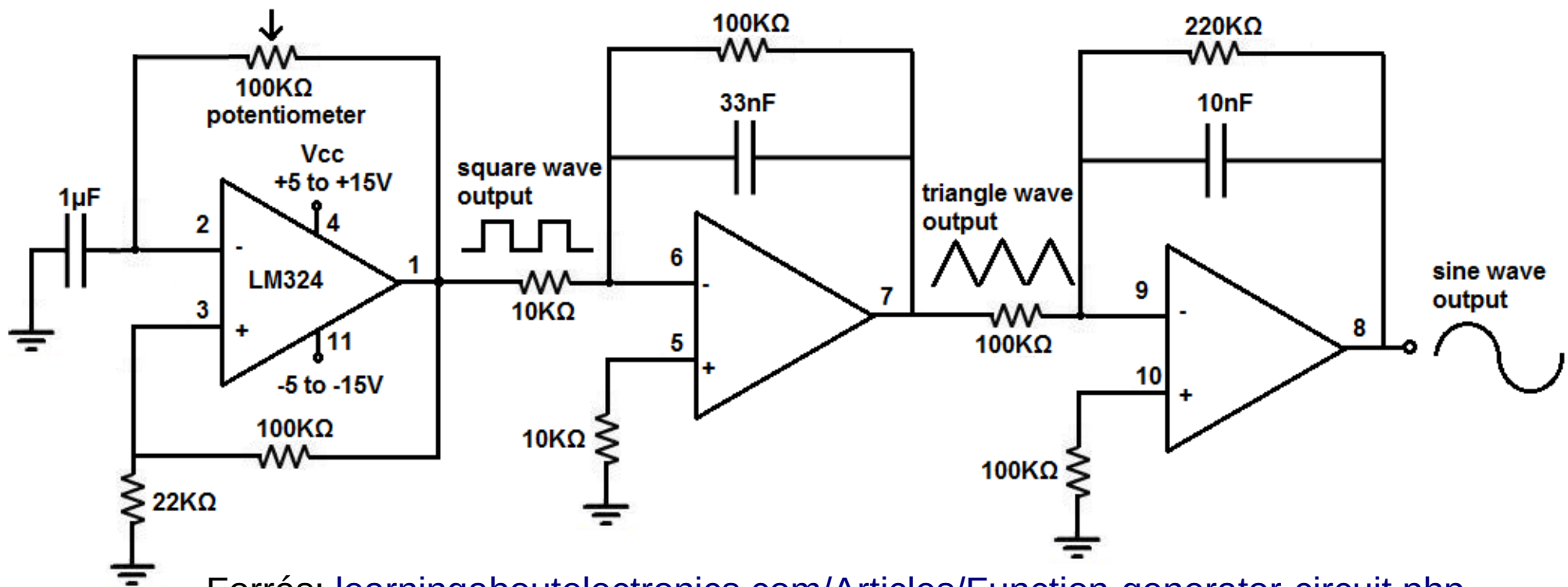
- Ha az osztó minden tagja egyforma értékű (pl. $1\text{ k}\Omega$), akkor a komparátorok billenési szintje $1,8\text{ V}$ -os lépésközökkel áll be (pontosan 9 V -os tápfeszültséget feltételezve)

	R_i	U_i
R1	$1\text{ k}\Omega$	$1,8\text{ V}$
R2	$1\text{ k}\Omega$	$3,6\text{ V}$
R3	$1\text{ k}\Omega$	$5,4\text{ V}$
R4	$1\text{ k}\Omega$	$7,2\text{ V}$
R5	$1\text{ k}\Omega$	9 V
R_{total}	$5\text{ k}\Omega$	



Funkciógenerátor LM324 IC-vel

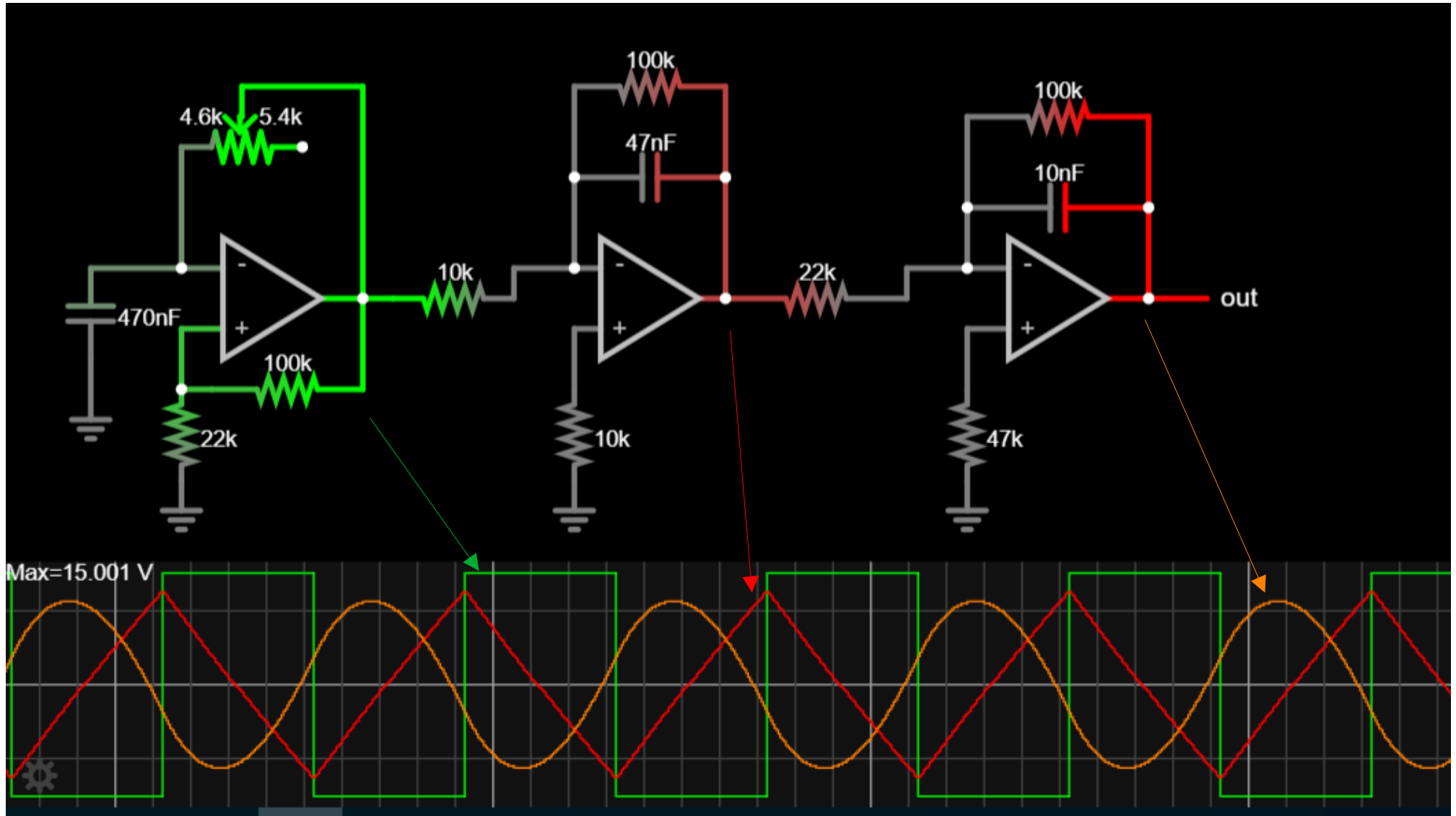
- Egy érdekes projekt egyszerű függvénygenerátor kapcsolást ismertet, amelyben egy LM324 IC-t használnak
- Az LM324 négy műveleti erősítőjéből hármat használ fel: az első fokozat négyzetjelet állít elő, amelyet két integrátor követ, amelyekkel háromszög, illetve szinusz(hoz hasonló) jelet
- **Megjegyzés:** Ez a kapcsolás szimmetrikus tápellátást igényel!



Forrás: learningaboutelectronics.com/Articles/Function-generator-circuit.php

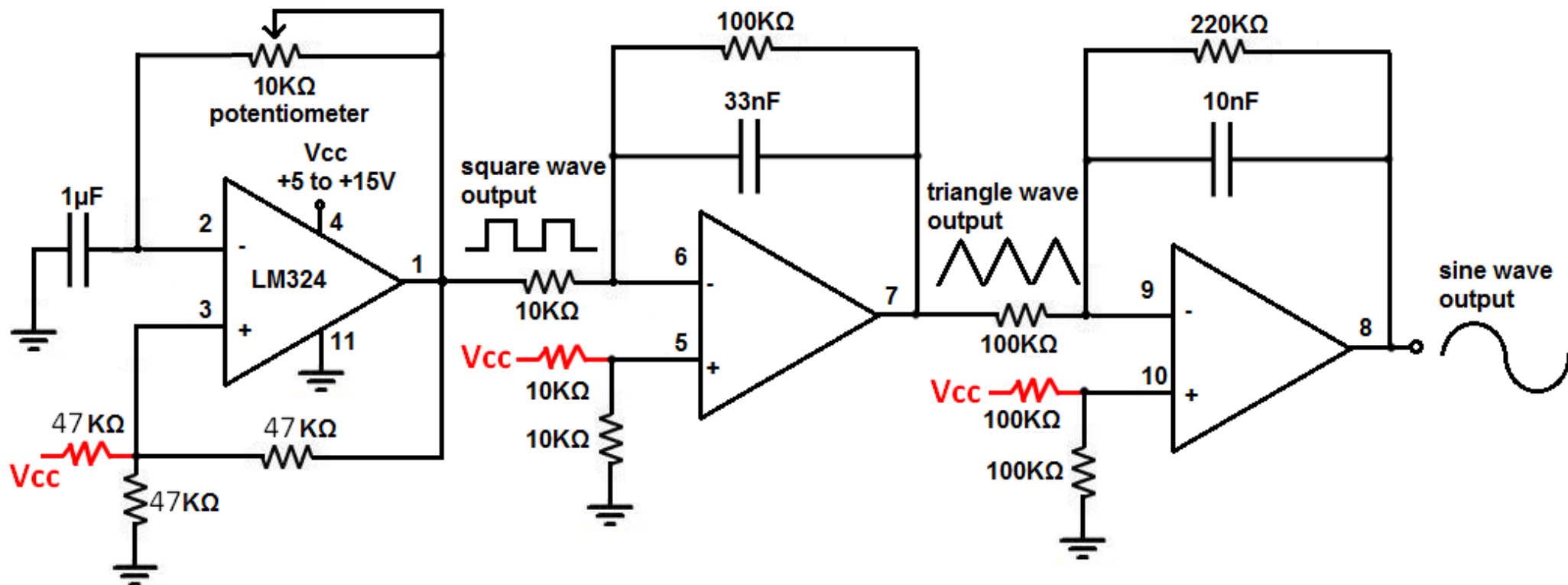
A funkciógenerátor modellezése

- P. Falstad áramkör szimulátora (falstad.com/circuit/) segítségével szimuláltuk az áramkört



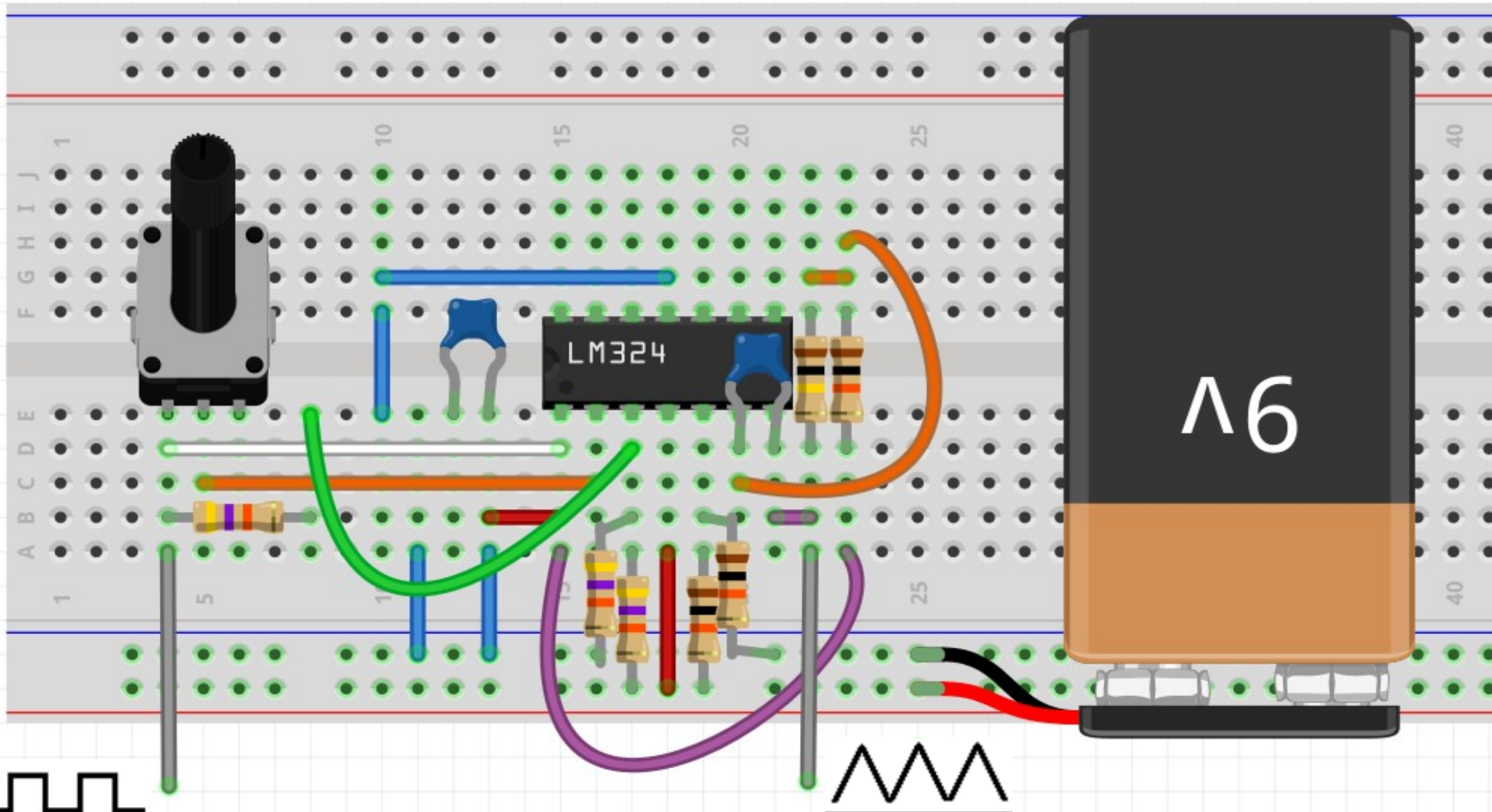
Függvénygenerátor unipoláris táplálással

- Unipoláris tápellátáshoz az alábbi módosításokkal építhetjük meg a kapcsolást (a 2023. [március 30-i előadásban](#) már építettünk négyszögjel generátort unipoláris tápellátással, LM2904 IC-vel)
- A potméterrel a frekvenciát változtathatjuk, de sajnos, az integráló tagok átvitele frekvenciafüggő, így azokat is hangolni kellene...

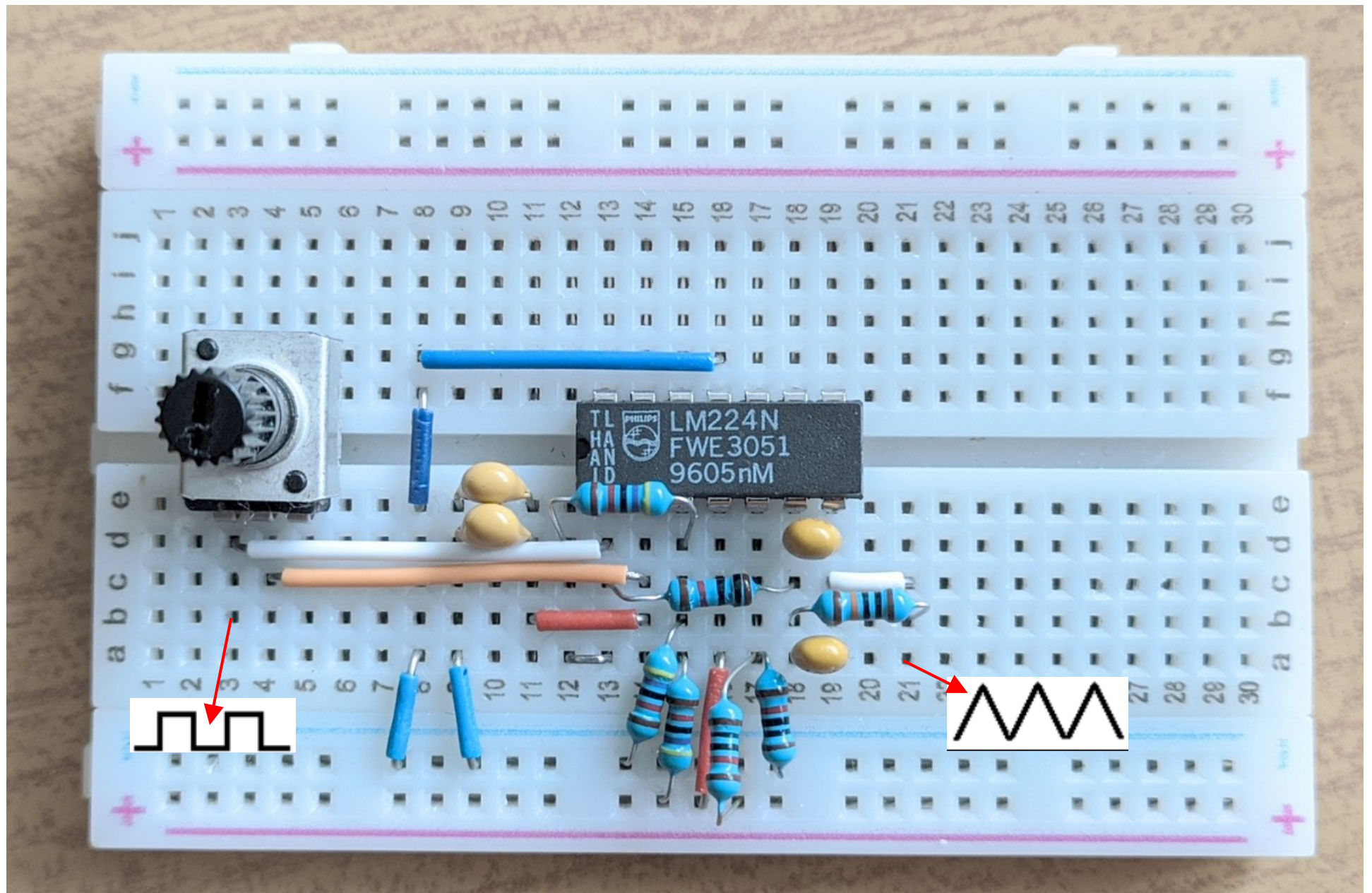


Függvénygenerátor unipoláris táplálással

- A függvénygenerátor első két fokozatát pl. így építhetjük meg

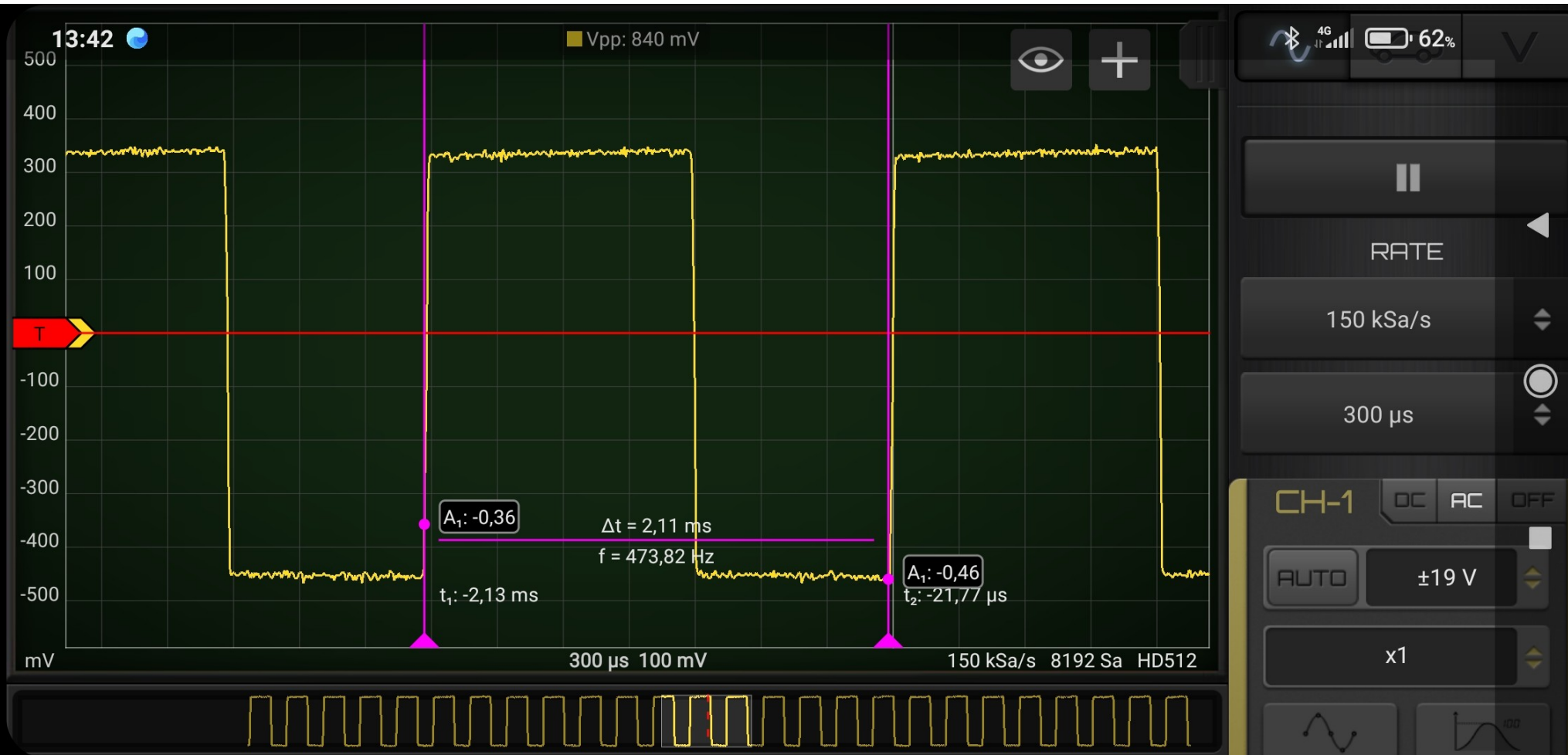


Függvénygenerátor unipoláris táplálással



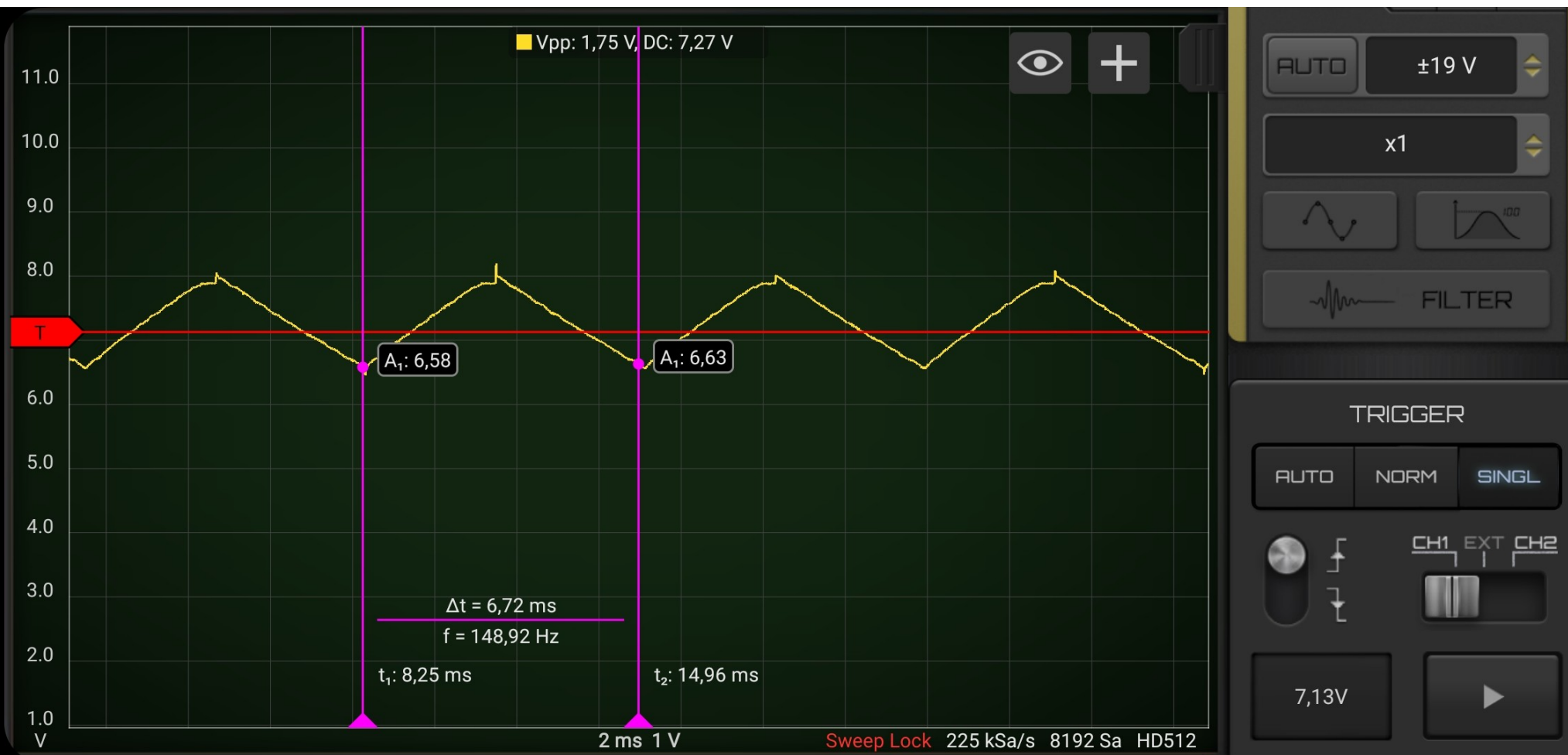
A függvénygenerátor vizsgálata

- A négyszögjelet AC módban látjuk a képen (a DC eltolás kiküszöbölése érdekében)
- Egy közepes beállításnál a frekvencia 474 Hz



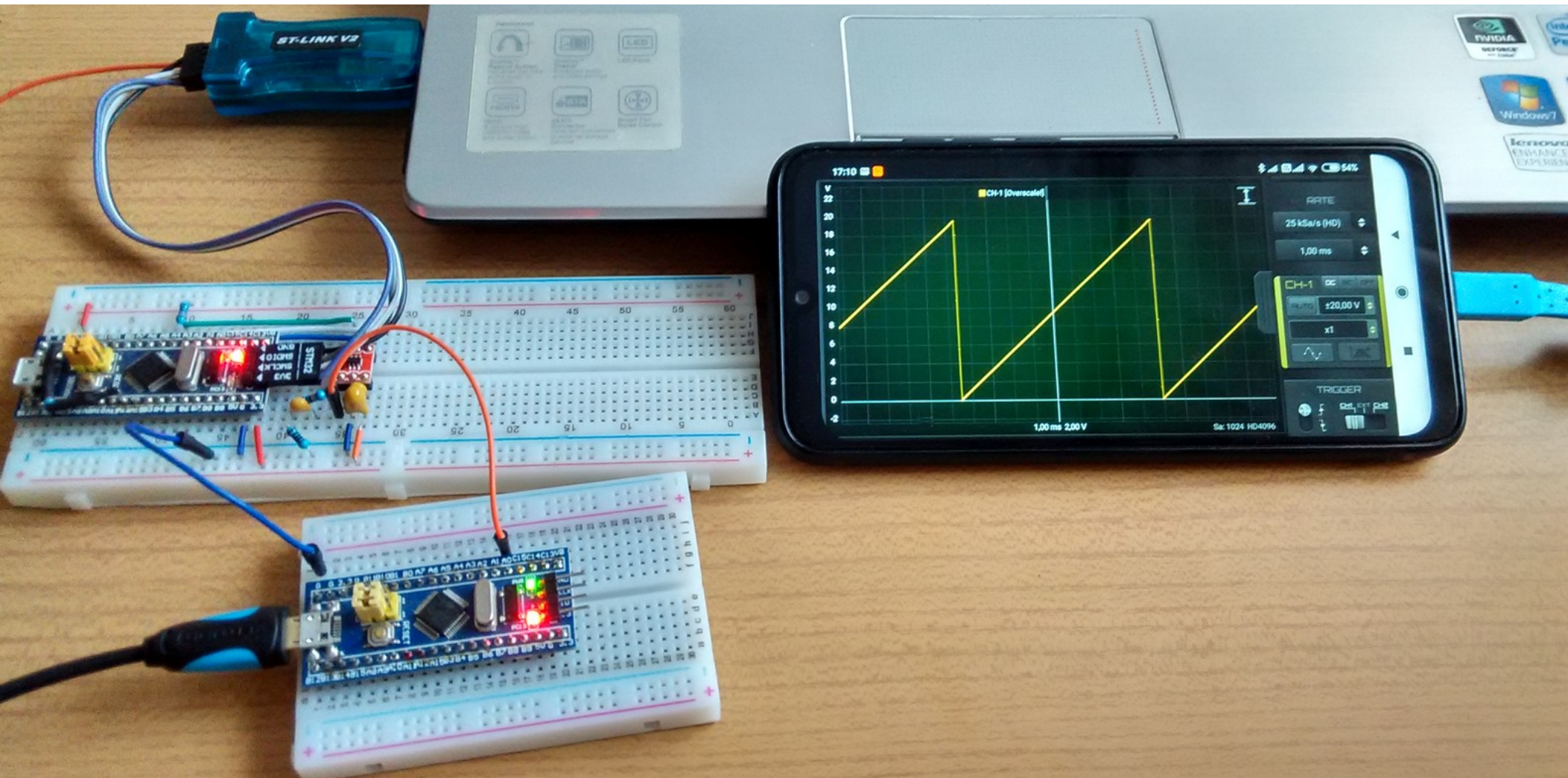
A függvénygenerátor vizsgálata

- A háromszögjelet itt DC módban látjuk a képen
- Ennél a beállításnál beállításnál a frekvencia 149 Hz



Oscilloscope制作 házilag

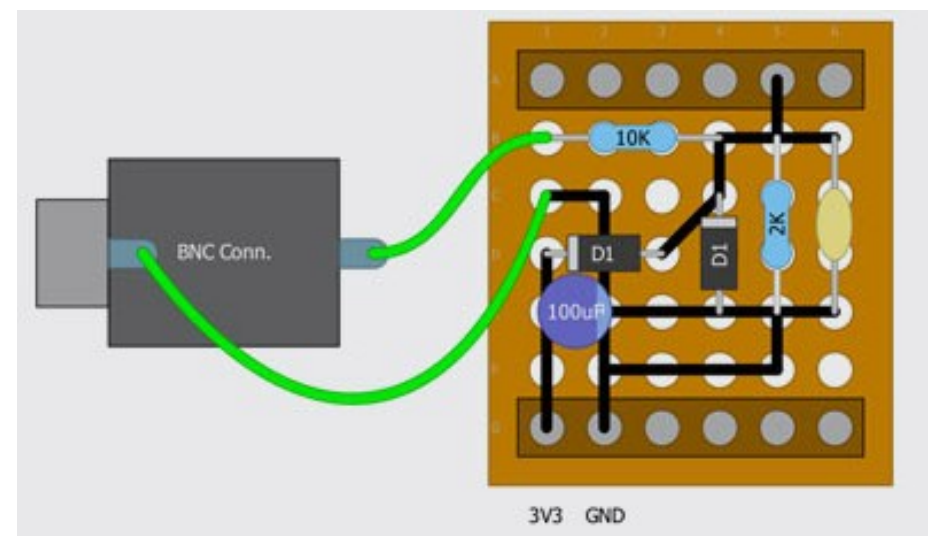
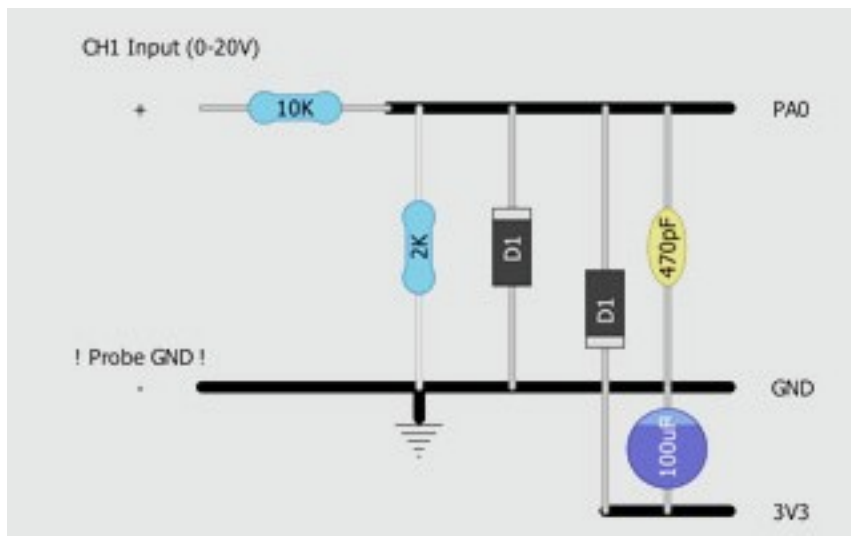
- Időben változó jelek vizsgálatához jó, ha van kéznél egy oszcilloszkóp. Költséghatékony megoldás, ha PC vagy telefon a kijelző, de a haladók a jel mintavételezését végző részét is elkészíthetik maguk.



Oszilloszkóp készítése házilag

- Az előző oldalakon bemutatott jelvizsgálatokhoz két dolog kell:
 - ❖ Martin Loren [Hscope](#) nevű Android alkalmazása (ingyenes változata korlátozással, de a fizetős változat is elérhető árú...)
 - ❖ Egy támogatott digitális oszcilloszkóp (vásárolt, vagy saját készítésű)
- A **HS101** egycsatornás készülék (STM32F103C8 „Blue pill” kártya)
 - ❖ Építési leírása: www.martinloren.com/hs-oscilloscopes/HS101-oscilloscope.html
 - ❖ Firmware letöltés: github.com/martinloren/HScope/tree/master/HS10X

Megjegyzés: 9 V-os elemes táplálásnál elég csak az ellenállásosztó



Ellenállás színkódok

