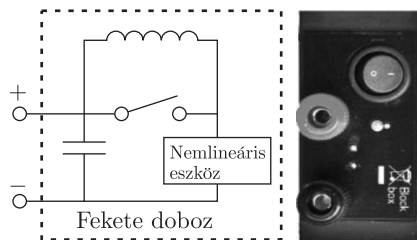


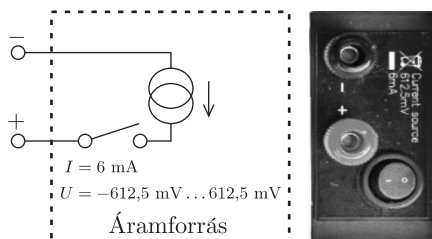
## 2. feladat. Nemlineáris fekete doboz

Ebben a mérésben a 6. ábrán látható nemlineáris elemet tartalmazó elektromos fekete dobozt vizsgálták a versenyzők.

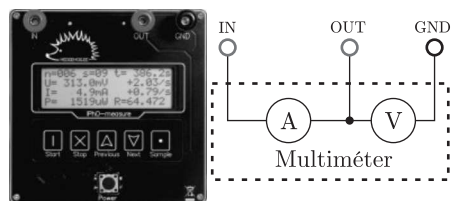
A fekete dobozban egy ismeretlen, nemlineáris karakterisztikájú áramköri elem, egy elektrolitkondenzátor és egy – kapcsolóval rövidre zárható –  $10\ \mu\text{H}$  induktivitású tekercs található. A méréshez egy áramforrás, egy „intelligens” (adatgyűjtő funkciókkal rendelkező) multiméter és összekötő vezetékek állnak még rendelkezésre.



6. ábra



7. ábra

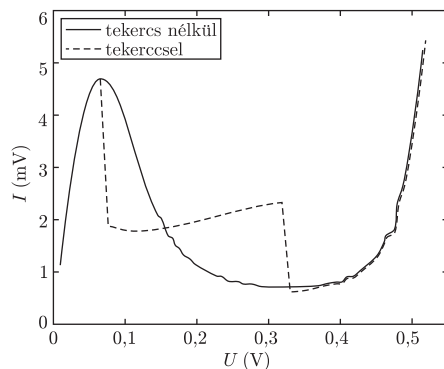


8. ábra

A multiméter – két különböző bemeneten – egyszerre tud feszültséget és áramerősséget mérni. Ezekkel együtt kiírja és elmenti a feszültség és az áramerősség változási sebességét (idő szerinti deriváltját), a  $P = UI$  teljesítményt, az  $R = \frac{U}{I}$  ellenállást és a mérés időpontját. Ezzel nagyon meggyorsítja és megkönnyíti a feladat elvégzéséhez szükséges adatok összegyűjtését.

**A rész. Induktivitás nélküli áramkör.** Ebben a részben a tekercssel párhuzamosan kötött kapcsolót be kell kapcsolni, így a tekercs rövidre van zárva (mintha ott se lenne). Az elektrolitkondenzátor kapacitása kb.  $2\ \text{F}$  – ezt méréssel igazolni kell.

Ezután – először a kondenzátor kapacitását feszültségfüggetlennek feltételezve – fel kell venni és ábrázolni kell az ismeretlen nemlineáris áramköri elem áram–feszültség karakterisztikáját. Az eredmény a 9. ábrán látható (folytonos vonal). Megfigyelhető, hogy az  $I(U)$  karakterisztika egy szakaszon csökken, tehát itt az áramköri elem differenciális ellenállása (amit a  $\frac{dU}{dI}$  deriválttal értelmezünk) negatív. Ez az áramkörben *instabilitásokat* okozhat, ahogy az majd a következő részben látható is lesz.



9. ábra

Ennek a résznek a végén ki kell mérni a kondenzátor kapacitásának (kismértékű) feszültségfüggését. Itt az a buktató, hogy ehhez – természetesen – nem lehet felhasználni olyan eredményeket, amelyeket a kapacitás állandóságát feltételezve kaptunk. A trükk az, hogy a kondenzátor feltöltése és kisütése közben is kell méréseket végezni.

(Részletek az olimpia honlapján: <http://www.ipho2012.ee/solutions/>.)

**B rész. Áramkör induktivitással.** A kapcsoló kinyitásával a tekercs sorba kötődik a nemlineáris áramköri elemmel. Most ismét a nemlineáris elem  $I(U)$  karakterisztikáját kell felvenni és *értelmezni*. Az előző ábrán látható, hogy a görbe (szaggatott vonal) a pozitív differenciális ellenállású tartományokban hibahatáron belül megegyezik az előző részben mért görbével. A negatív differenciális ellenállású tartományban azonban lényegesen eltérő: ugrásszerű változás után közel állandó értékű lesz, majd ismét ugrásszerűen tér vissza az eredeti görbéhez.

Mi ennek az oka? A nemlineáris elemnek kicsiny ( $\approx 1$  nF) kapacitása is van (ez szerepelt a feladat szövegében), így a tekercsrel egy néhány MHz-es frekvenciájú soros rezgőkört alkotnak. A negatív differenciális ellenállás miatt ez a rezgés nem csillapodik, hanem folyamatosan erősödik, amplitúdójának csak a tápfeszültség szab határt. Az egyenáramú mérőműszer azonban ennek a rezgésnek csak az átlagértékét méri – ez látszik a grafikonon.