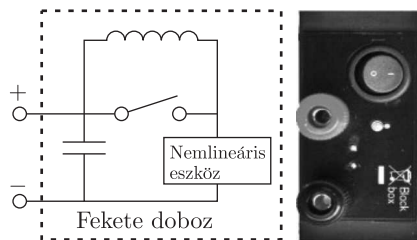


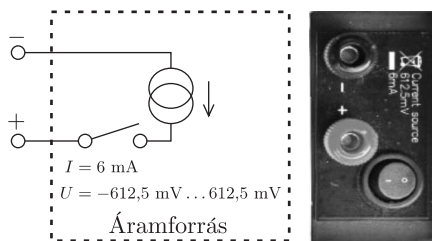
2. feladat. Nemlineáris fekete doboz

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

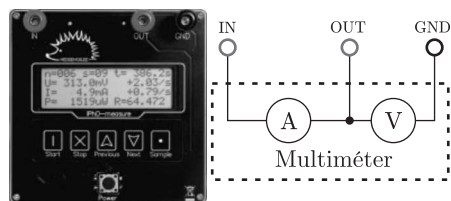
A fekete dobozban egy ismeretlen, nemlineáris karakterisztikájú áramköri elem, egy elektrolitkondenzátor és egy – kapcsolóval rövidre zárható – $10\ \mu\text{H}$ induktivitású tekercs található. A méréshez egy áramforrás, egy „intelligens” (adatgyűjtő funkciókkal rendelkező) multiméter és összekötő vezetékek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



6. ábra



7. ábra

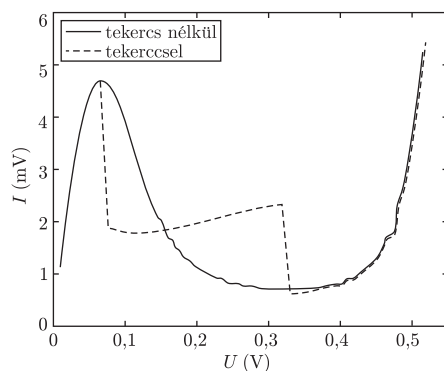


8. ábra

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 (≈ 1 nF) kapacitása is van (ez szerepelt a feladat szövegében), így a tekercssel 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.