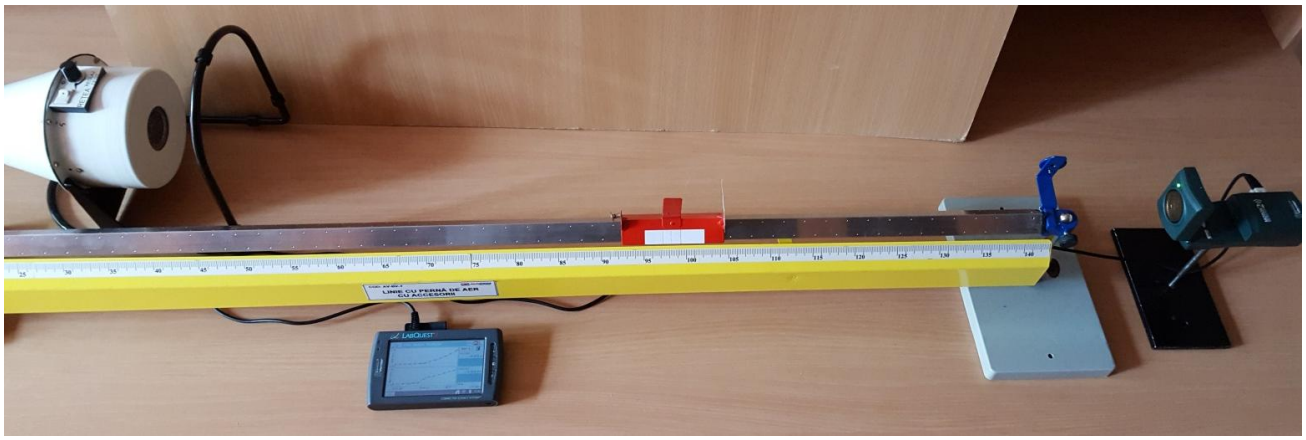
C.N.I. "Grigore Moisil" Braşov
Catedra de FIZICĂ
Prof. Titu Mastan

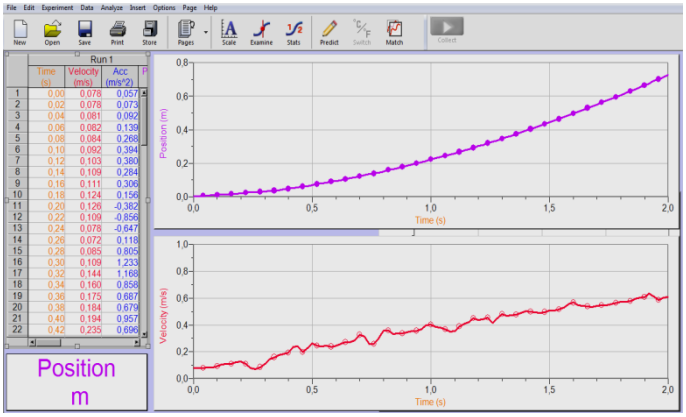
EXPERIMENTE DE FIZICĂ
EFECTUATE CU UTILIZAREA DE RESURSE MODERNE (3)
- IMAGINI COMENTATE -

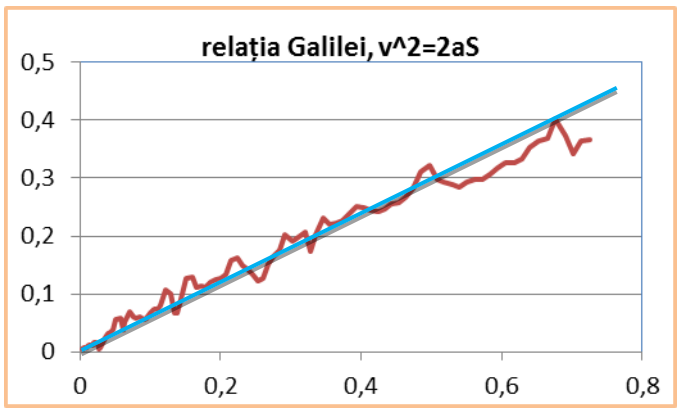
Notă introductivă: În acest material se prezintă un set de experimente, realizate în anul şcolar 2016-2017 la clasă sau la cercurile ştiinţifice cu elevii. În cadrul experimentelor s-au folosit resurse clasice (din dotările mai vechi şi mai noi ale laboratoarelor de fizică) precum şi dotări foarte moderne, de genul interfeţelor de achiziţie de date şi al senzorilor pentru diferite mărimi fizice.
Acesta este un bun exemplu pentru valorificarea dotărilor mai vechi la standarde şi la nivele de precizie şi siguranţă în funcţionare mai mari, conferite de implementarea unor dotări moderne – informatizate. Aceste dotări moderne şi performante au fost puse la dispoziţia autorului prin amabilitatea firmei producătoare, Vernier, prin intermediul distribuitorului naţional, societatea Matte`s Way, în contextul unui parteneriat. Pe această cale autorul le mulţumeşte pentru sprijinul acordat.

Cap. 1. Experimente de MECANICĂ

Expm. 1.1. Studiul mișcării rectilinii cu linia cu pernă de aer







Precizări: ***Experiment real,*** bazat pe achiziție de date

Resurse utilizate: linia cu pernă de aer, senzorul de distanță/mișcare - Motion Detector, interfața de achiziție de date LabQuest 2, PC, soft Logger Lite/ Logger Pro.

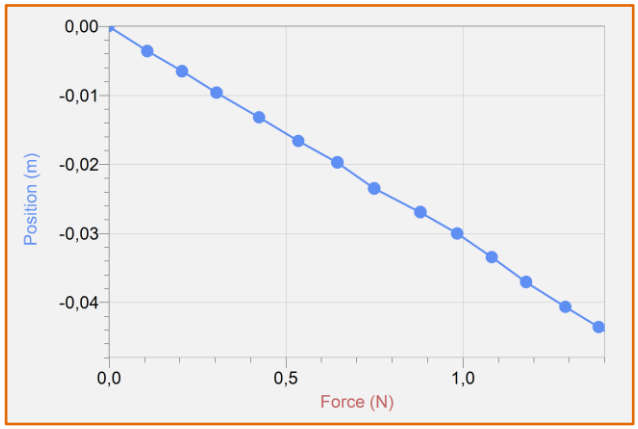
Comentarii:

- în imagini se prezintă schema de lucru și graficele caracteristice mișcării studiate, respectiv, x(t) – dependența coordonatei mișcării în funcție de timp, v(t) - dependența vitezei mișcării în funcție de timp, $v^2(x)$ - dependența vitezei momentane de coordonata mișcării

- astfel, se verifică legile mișcării rectilinii uniform accelerate, adică legea coordonatei (implicit legea spațiului) – vezi forma de parabolă, legea vitezei – vezi forma aproximativ liniară a curbei respective, relația lui Galilei – vezi aspectul aproximativ liniar al graficului funcției reprezentate

Expm. 1.2. Studiul deformării elastice longitudinale





Precizări: ***Experiment real,*** bazat pe achiziție de date

Resurse utilizate: dinamometru din dotarea clasică, cârlig, rondele crestate, senzorul de distanță/mișcare - Motion Detector, senzorul de forță – Dual Range Force, interfața de achiziție de date - LabQuest 2, PC, soft Logger Lite/Logger Pro.

Comentarii:

- în imagini se prezintă schema de lucru și graficele caracteristice, respectiv, F(t) – dependența forței deformatoare în funcție de timp, x(t) - dependența deformării longitudinale a resortului dinamometrului în funcție de timp

- se verifică legea deformării elastice longitudinale (legea lui Hooke) – vezi aspectul liniar al graficului funcției deformare versus forță deformatoare, $x = \Delta l = f(F)$

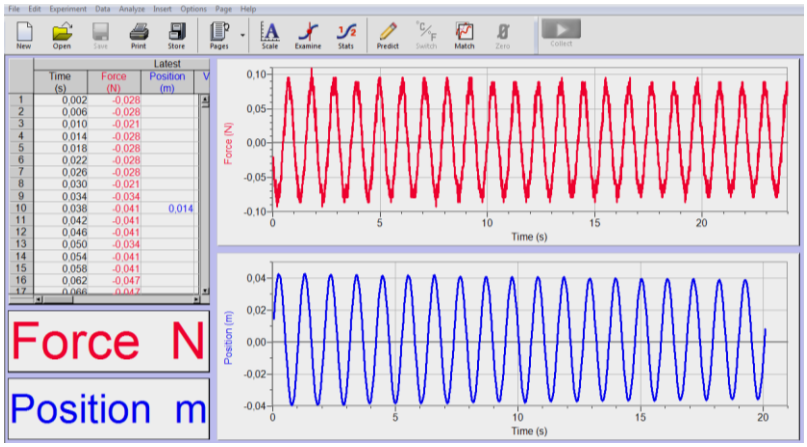
- din datele experimentale se poate afla constanta elastică a resortului folosit, prin formula cunoscută, $k = \frac{F}{\Delta l}$

- calculele se pot face cu ajutorul softului Logger Pro, sau, în urma unui export de date, cu ajutorul Excel (vezi mai jos - o secţiune din tabelul de date)

nr.	F	x	k	<k>	err abs	err abs med	err rel
crt.	N	m	N/m	N/m	N/m	N/m	%
1	0,0010	0,0000					
2	0,1185	-0,0036	32,90	32,33	0,57	0,37	1,74
3	0,2122	-0,0065	32,56		0,24		0,72
4	0,3139	-0,0096	32,69		0,36		1,10
5	0,4244	-0,0132	32,14		0,19		0,59

Expm. 1.3. Studiul oscilațiilor (cvasi) liniar armonice





Precizări: ***Experiment real,*** bazat pe achiziție de date

Resurse utilizate: resort lung şi moale, corp sferic cu cârlig, senzorul de distanță/mişcare - Motion Detector, senzorul de forță – Dual Range Force, interfața de achiziție de date - LabQuest 2, PC, soft Logger Lite/Logger Pro.

Comentarii:

- s-a creat un oscilator elastic de constantă elastică mică, cu o perioadă de oscilaţie destul de mare

- se realizează o perturbaţie a stării de echilibru, prin tragerea corpului în jos pe o distanţă rezonabilă, de ordinul cm

- în imagini se prezintă schema de lucru și graficele caracteristice, respectiv, F(t) – dependența forței elastice în funcție de timp, x(t) - dependența coordonatei corpului oscilator în funcție de timp

- se observă dependenţa sinusoidală a forţei de revenire, de tip elastic, precum şi a elongaţiei mişcării

- se observă şi faptul că cele două mărimi oscilatorii (vezi graficele aferente) sunt în antifază, adică având defazajul

$$\Delta\theta = \pi \ rad (= 180^0)),$$

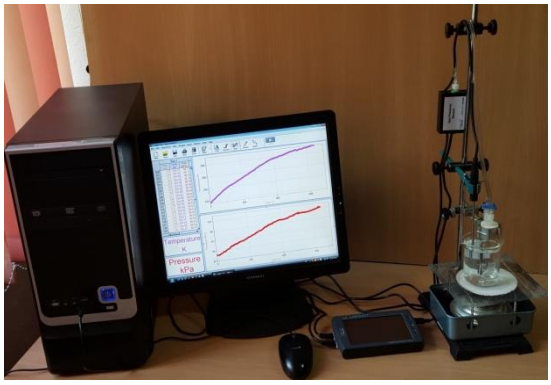
Respectând, aşadar, funcţiile teoretice

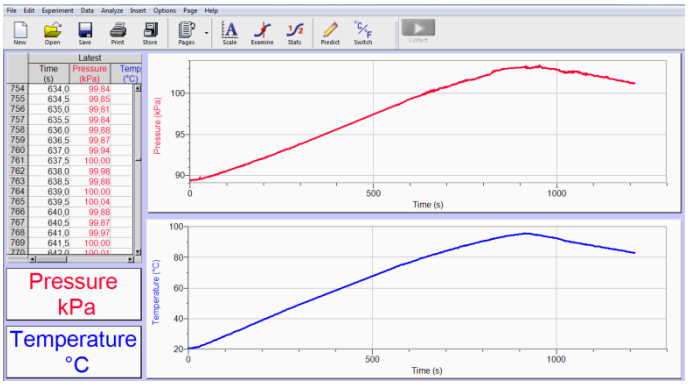
$$y = f(t) = A\sin(\omega t + \theta_0)$$

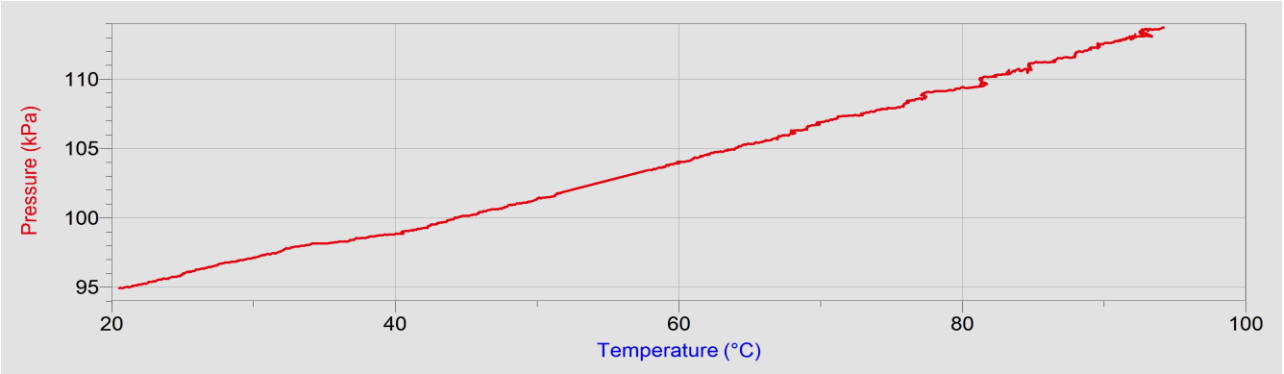
$$a = g(t) = \frac{F(t)}{m} = -\omega^2 A\sin(\omega t + \theta_0) = \omega^2 A\sin(\omega t + \theta_0 + \pi)$$

Cap. 2. Experimente de TERMODINAMICĂ

Expm. 2.1. Verificarea experimentală a legii transformării izocore a gazelor (Legea Charles)







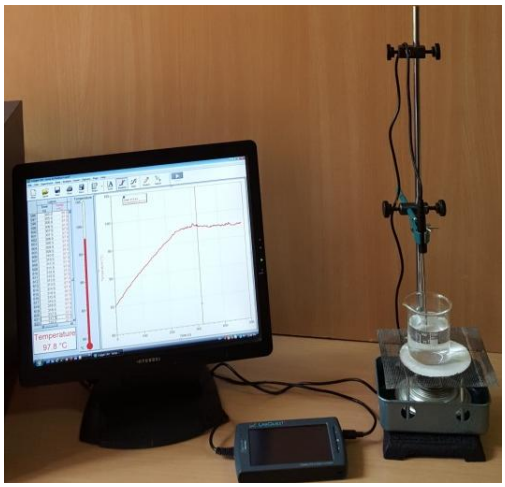
Precizări: ***Experiment real,*** bazat pe achiziție de date

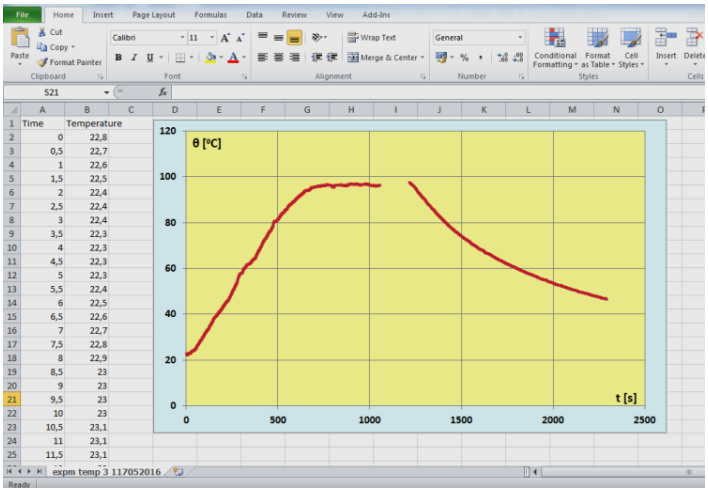
Resurse utilizate: stativ cu anexele aferente, lampă cu spirt, pahar Berzelius, balon cu aer, dop de cauciuc cu racorduri pentru senzor, senzorul de presiune – Gas Pressure Senzor, senzorul de temperatură – Temperature Probe, interfața de achiziție de date-LabQuest 2, PC, soft Logger Lite/Logger Pro.

Comentarii:

- se realizează schema experimentală: se pune dopul cu racordul de senzor în gura balonului de sticlă, se pune senzorul de temperatură în apa din pahar, se racordează senzorii la interfaţa de achiziţie
- se lansează programul de achiziţie de date şi se aprinde fitilul de la lampa cu spirt
- se urmăreşe cu atenţie funcţionarea sistemului până când se ating temperaturi suficient de mari – ex. 75 de grade Celsius, apoi sistemul se lasă să se răcească de la sine (cu viteză relativ mică)
- se observă indicatoarele digitale şi grafice pentru presiune şi temperatura exprimată în scara Celsius sau, în baza unei setări dedicate, în scara Kelvin
- graficele şi tabelele de valori indică o creştere aproximativ proporţională a parametrilor măsuraţi p şi t (vezi graficele) pentru procesul de încălzire şi o comportare similară în timpul procesului de răcire naturală
- de observat şi graficul de sinteză, solicitat programului, grafic ce ne arată dependenţa directă $p = f(t)$, în care se remarcă liniaritatea destul de bună a funcţiei, iar prin aceasta s-a obţinut implicit şi verificarea aproximativă a legii teoretice (emisă, şi perfect valabilă, pentru modelul gazului ideal)

Expm. 2.2. Studiul fierberii apei şi verificarea unor legi ale fierberii





Precizări: ***Experiment real,*** bazat pe achiziție de date

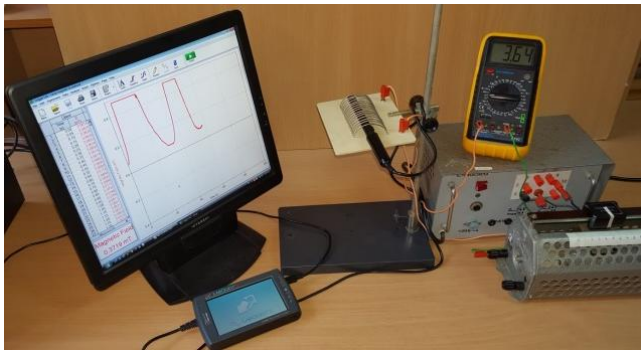
Resurse utilizate: stativ cu anexele aferente, lampă cu spirt, pahar Berzelius, senzorul de temperatură – Temperature Probe, interfața de achiziție de date - LabQuest 2, PC, soft Logger Lite/Logger Pro.

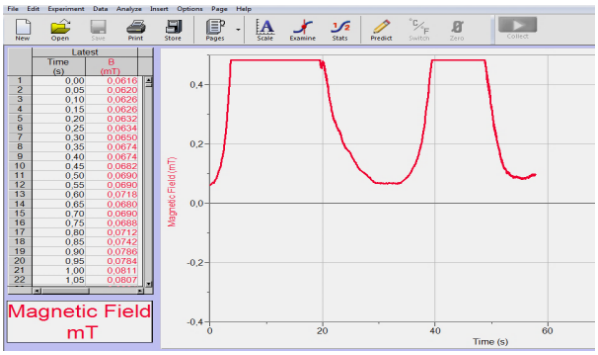
Comentarii:

- se realizează schema experimentală: se pune senzorul de temperatură în apa din pahar, se racordează senzorul la interfaţa de achiziţie
- se lansează programul de achiziţie de date şi se aprinde fitilul de la lampa cu spirt
- se urmăreşe cu atenţie funcţionarea sistemului până când se ating temperaturi suficient de mari – ex. 100 de grade Celsius, apoi sistemul se lasă să se răcească de la sine (cu viteză relativ mică)
- se observă indicatoarele digitale şi grafice pentru temperatura exprimată în scara Celsius sau, în baza unei setări dedicate, în scara Kelvin
- graficele şi tabelele de valori indică variaţia temperaturii (vezi graficele) pentru procesul de încălzire şi pentru procesul de răcire naturală, după o pauză în achiziţia de date
- la interpretarea rezultatelor putem trage două concluzii importante vizând fenomenul de fierbere a apei (şi a lichidelor, în general) şi anume: în prima fază se produce o încălzire gradată a lichidului; viteza de încălzire este aproximativ constantă în timp, pe intervale destul de mari; la un moment dat se ajunge la temperatura de fierbere (specifică fiecărui lichid şi dependentă de presiune şi de puritatea lichidului); temperatura de fierbere rămâne constantă în timpul fierberii; temperatura de fierbere a apei depinde de altitudinea locului în care se face măsurarea acesteia (în ex. nostru $t_f \cong 98^0 C$)

Cap. 3. Experimente de ELECTRICITATE şi ELECTRONICĂ

Expm. 3.1. Măsurarea inducţiei câmpului magnetic al unui solenoid (B)





Precizări: ***Experiment real,*** bazat pe achiziţíe de date

Resurse utilizate: stativ, solenoid de uz didactic, sursă de tensiune continuă – de curent mare (ex. 5 A), reostat cu cursor - cu conductor metalic gros, ampermetru pentru 10 A, senzorul de câmp magnetic – Magnetic Field Sensor, interfaţa de achiziţie de date - LabQuest 2, PC, soft Logger Lite/Logger Pro.

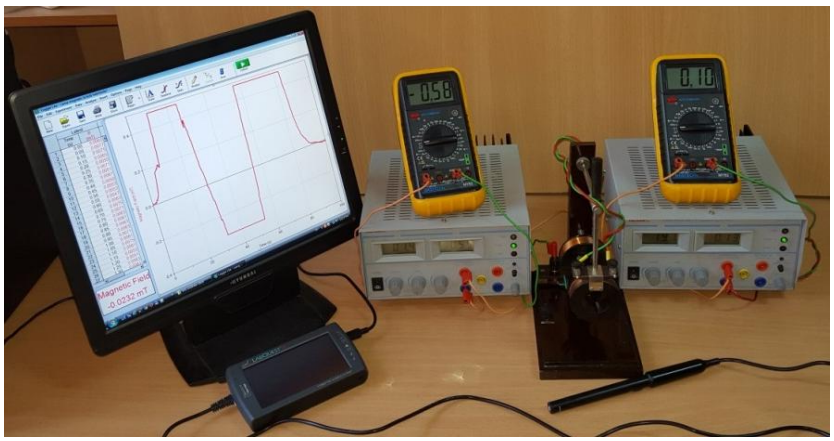
Comentarii:

- se realizează schema experimentală: se reglează cursorul pentru a obţine curentul de intensitate dorită (de urmărit indicaţia ampermetrului), se racordează senzorul la interfaţa de achiziţie
- se lansează programul de achiziţie de date
- se dirijează senzorul de câmp magnetic pe direcţia axei solenoidului şi apoi se deplasează încet pe acest ax în afara şi în interiorul solenoidului
- senzorul se poate pune şi în alte poziţii relativ la solenoid (referinţă axul solenoidului)
- datele măsurate se observă pe grafic şi în tabelul de date
- la interpretarea rezultatelor putem trage următoarele concluzii: prin apropierea de solenoid inducţia câmpului magnetic creşte; în interiorul solenoidului şi pe axul acestuia B este aproximativ constant (independent de poziţia senzorului): la ieşirea din solenoid B scade simetric cu situaţia de la intrare

Menţiuni: - B se măsoară la vârful corpului senzorului

- graficul de pe display-ul PC arată variaţia B la intrarea şi extragerea senzorului din solenoid (mişcarea de extragere a fost mai rapidă)

Expm. 3.2. Măsurarea inducţiei câmpului magnetic al unui sistem de bobine Helmholtz



Precizări: ***Experiment real,*** bazat pe achiziție de date

Resurse utilizate: sistem de 2 bobine Helmholtz – circulare, dispuse coaxial, două surse de t.e.m. reglabile, 2 ampermetre pentru 10 A, senzorul de câmp magnetic – Magnetic Field Sensor, interfața de achiziție de date - LabQuest 2, PC, soft Logger Lite/Logger Pro.

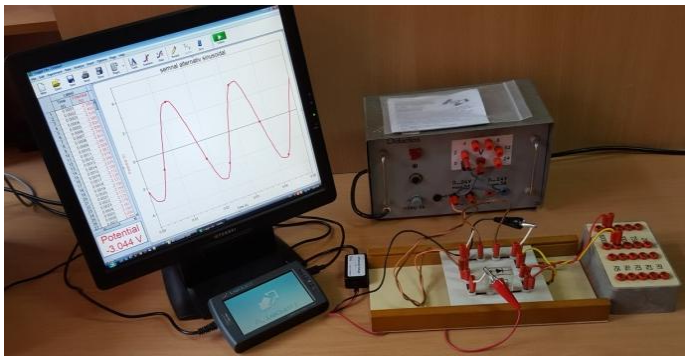
Comentarii:

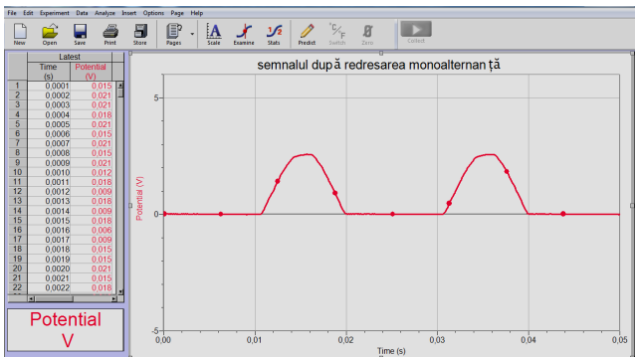
- se realizează schema experimentală: se fac două circuite de alimentare independente – câte unul pentru fiecare bobină, se reglează sursele pentru a obţine curenţii de intensităţi dorite prin cele două bobine (de urmărit indicaţia ampermetrelor), se racordează senzorul la interfaţa de achiziţie
- se lansează programul de achiziţie de date
- se dirijează senzorul de câmp magnetic pe direcţia axei bobinelor şi apoi se deplasează încet pe acest ax în afara şi în interiorul spaţiului dintre bobine
- senzorul se poate pune şi în alte poziţii relativ la sistemul de bobine (referinţă axul comun al bobinelor)
- datele măsurate se observă pe grafic şi în tabelul de date
- la interpretarea rezultatelor putem trage următoarele concluzii: prin apropierea de prima bobină inducţia câmpului magnetic creşte, fiind predominant câmpul magnetic al acesteia; între cele două bobine şi pe axul comun, în zona centrală a spaţiului, B este aproximativ constant (independent de poziţia senzorului); la apropierea de bobina a doua devine predominant cîmpul magnetic al acesteia

Mențiuni: - B se măsoară la vârful corpului senzorului

- graficul de pe display-ul PC arată variaţia B la intrarea şi extragerea senzorului din sistem
- s-a realizat şi s-a măsurat situaţía în care prin cele două bobine treceau curenţi de sensuri contrarii şi de valori destul de diferite (vezi indicaţiile ampermetrelor)
- bobinele folosite au caracteristici diferite (nr. de spire, grosimea conductorului, nr. de straturi).

Expm. 3.3. Redresarea monoalternanţă a curentului alternativ sinusoidal





Precizări: ***Experiment real,*** bazat pe achiziție de date

Resurse utilizate: placă de montaj, diodă, cutie cu rezistoare, sursă de tensiune alternativă joasă, senzorul de tensiune – Differential Voltage Probe, interfața de achiziție de date - LabQuest 2, PC, soft Logger Lite/Logger Pro.

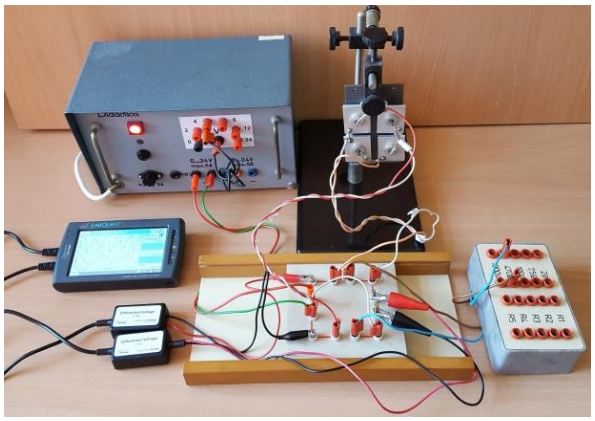
Comentarii:

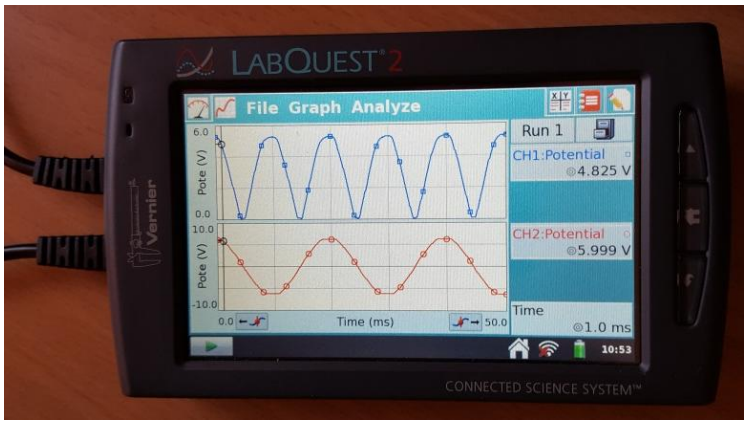
- se realizează schema experimentală: se foloseşte o singură diodă semiconductoare, se reglează sursa de t.a.s. la o valoare efectivă de aprox. 4 V, se racordează senzorul, pe de o parte la sursa de tensiune şi pe de altă parte la interfaţa de achiziţie; în a doua fază se conectează senzorul la bornele rezistorului de sarcină

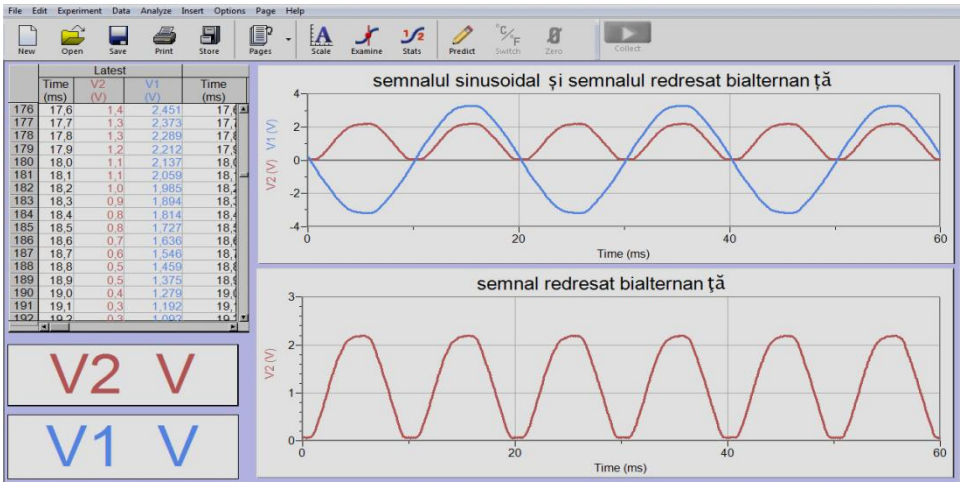
- se lansează programul de achiziţie de date
- datele măsurate/înregistrate se observă pe grafic şi în tabelul de date
- la interpretarea rezultatelor putem trage următoarele concluzii: curentul alternativ sinusoidal are o tensiune oscilatorie după funcţia sinus, cu două alternanţe simetrice; în semnalul redresat monoalternanţă se regăseşte numai una din cele două alternanţe de la intrarea în redresor

Mențiune: - se pot evidenţia deodată semnalele de la intrare şi ieşire, cu condiţia folosirii simultane a doi senzori de tensiune.

Expm. 3.4. Redresarea bialternanţă a curentului alternativ sinusoidal







Precizări: ***Experiment real,*** bazat pe achiziţíe de date

Resurse utilizate: placă de montaj, placă cu 4 diode (sistem punte), cutie cu rezistoare, sursă de tensiune alternativă joasă, 2 senzori de tensiune – Differential Voltage Probe, interfața de achiziție de date - LabQuest 2, PC, soft Logger Lite/Logger Pro.

Comentarii:

- se realizează schema experimentală: se foloseşte o placă cu 4 diode semiconductoare de curenţi destul de mari, montate în punte; se reglează sursa de t.a.s. la o valoare efectivă de aprox. 4 V, se racordează senzorii, unul la sursa de tensiune alternativă şi celălalt la bornele rezistorului de sarcină precum şi la interfaţa de achiziţie
- se lansează programul de achiziţie de date
- datele măsurate/înregistrate se observă pe grafic şi în tabelul de date
- la interpretarea rezultatelor putem trage următoarele concluzii: curentul alternativ sinusoidal are o tensiune oscilatorie după funcţia sinus, cu două alternanţe simetrice; în semnalul redresat bialternanţă se regăsesc ambele alternanţe de la intrarea în redresor, dar “dispuse” în acelaşi sens; se

obţine astfel un semnal pulsant fără pauze (fără alternanţe lipsă); la nivel de nuanţă se observă că amplitudinea semnalului redresat este mai mică decât amplitudinea semnalului de intrare, din cauza căderilor de tensiune pe diode; la nivel de nuanţă fină se observă că “zerourile” din semnalul redresat se întind pe un interval de timp mic dar clar diferit de zero, din cauza tensiunii de deschidere nenule a diodelor folosite

Mențiuni: - aici s-au folosit doi senzori de tensiune - Differential Voltage Probe

- în imagini se prezintă şi un detaliu cu interfaţa LabQuest 2, evidenţiindu-se şi independenţa sa de lucru în raport cu PC-ul de laborator

- de observat relevanţa extraordinară a observaţiilor care se pot face prin translatarea sau/şi suprapunerea graficelor.

Autor: **Prof. Titu Mastan**
Colegiul Național de Informatică
“Grigore Moisil” Brașov