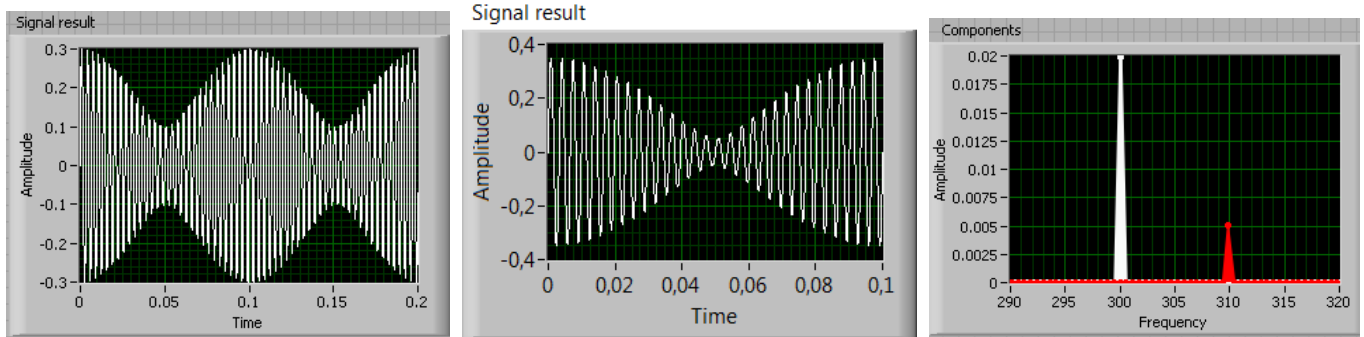


EXPERIMENTE DE FIZICĂ EFECTUATE LA CLASĂ
 - IMAGINI COMENTATE -

Cap. 1. Experimente cu sunete – cls. a XI-a

Expn. 1.1. Interferenţa sunetelor. Fenomenul de "bătăi"



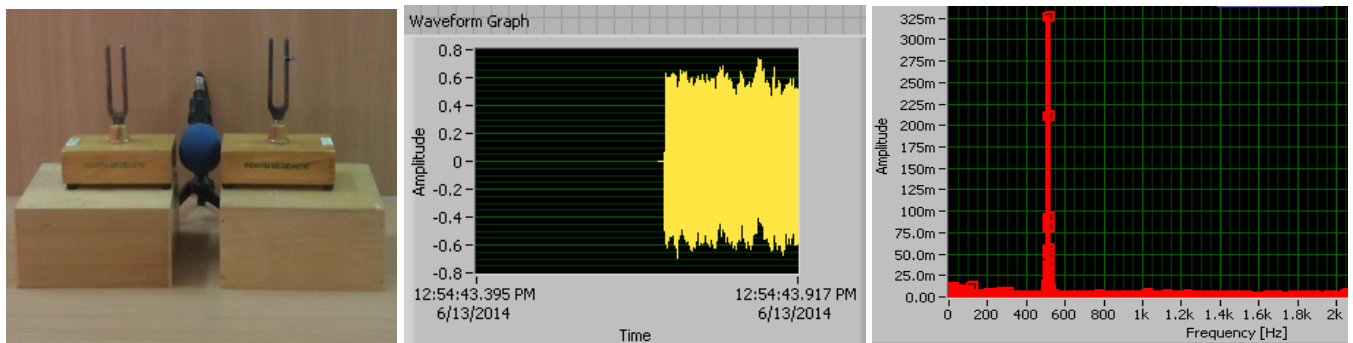
Precizări: *Experiment virtual* – simulare cu LabView (abv. LV)

Comentarii:

- în cadrul experimentului se observă auditiv și vizual modulația semnalelor, implicit fenomenul de "bătăi" (de undulație a amplitudinii sunetului rezultat și a senzației auditive)
- se observă vizual spectrul celor două semnale sinusoidale care interferă (varianta **Power Spectrum** (abv. PS)) în formatul Frequency-Domaine (abv. F-D) - pe osciloscopul virtual al LV

- se observă factorul de modulație al fenomenului
$$m = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{\max} + A_{\min}}$$

Expn. 1.2. Achiziția sunetului produs de un diapazon. Spectrul sunetului



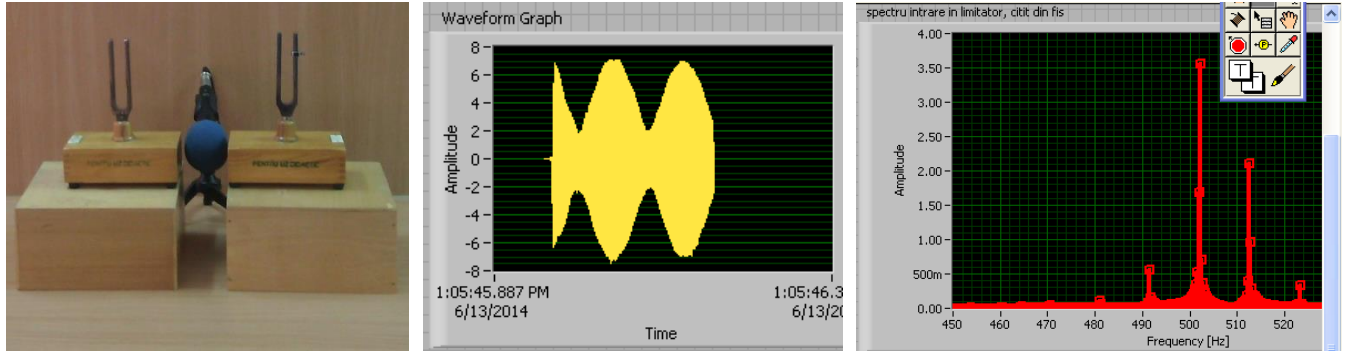
Precizări: *Experiment real* – achiziție prin placa audio a PC și prelucrare informatică cu LabView

Comentarii:

- în imagini se prezintă schema tehnică reală, semnalul achiziționat în format Time-Domaine și spectrul semnalului (PS)
- în cadrul experimentului se observă auditiv și vizual sunetul unui diapazon

- se observă vizual spectrul semnalului sonor (variantea **Power Spectrum**) - pe osciloscopul virtual al LV. În cazul nostru este prezentă o singură componentă sinus – sunetul pur. Analizând mult mai detaliat observăm prezența câtorva componente de frecvențe extrem de apropiate, $\nu \approx 513Hz$
- se observă și zgomotele inevitabile în practica măsurătorilor reale.

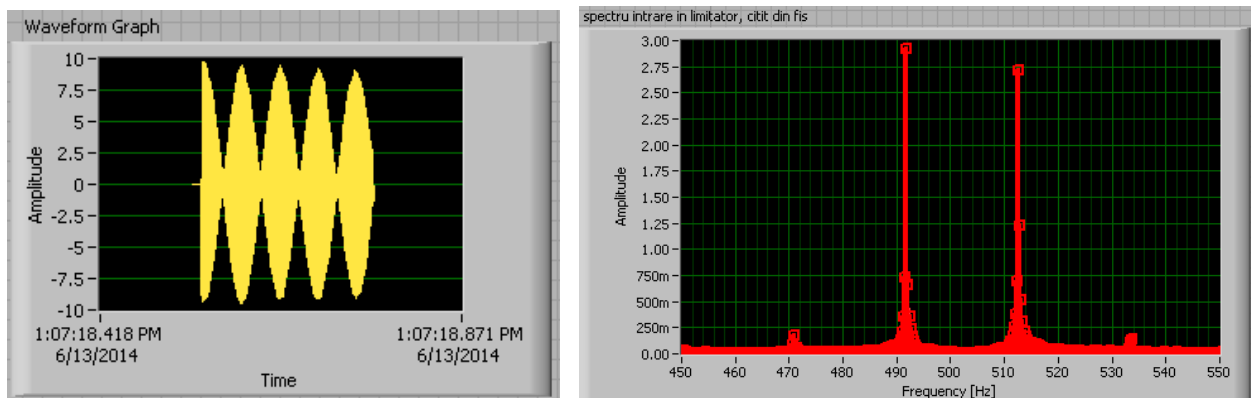
Expn. 1.3. Achiziția sunetelor produse simultan de două diapazoane. Spectrul sunetului rezultat



Precizări: Experiment real – achiziție prin placa audio a PC și prelucrarea informatică cu LabView
Comentarii:

- în imagini se prezintă schema tehnică reală, semnalul achiziționat - în format Time-Domaine (T-D) și spectrul semnalului (PS) – în format Frequency-Domaine (F-D)
- în cadrul experimentului se observă auditiv și vizual sunetul rezultat – interferența și fenomenul de “bătăi”
- se observă vizual spectrul semnalului sonor rezultat (variantea **Power Spectrum**) - pe osciloscopul virtual al LV. În cazul nostru se evidențiază cele două componente sinus emise de diapazoane – sunetele pure. În acest experiment diapazoanele au fost reglate să lucreze pe frecvențele apropiate, $\nu_1 \approx 513Hz$, $\nu_2 \approx 504Hz$ (observați pe diapazonul din dreapta un colier care poate fi fixat în diferite poziții)
- factorul de modulație este mic, întrucât diferența dintre amplitudinile sunetelor este mare
- se observă că aici am reușit o achiziție cu zgomote mai mici (deducție pe baza formei aproape perfect sinus/cosinus a anvelopei).

Expn. 1.4. Achiziția sunetelor produse simultan de două diapazoane. Spectrul sunetului rezultat



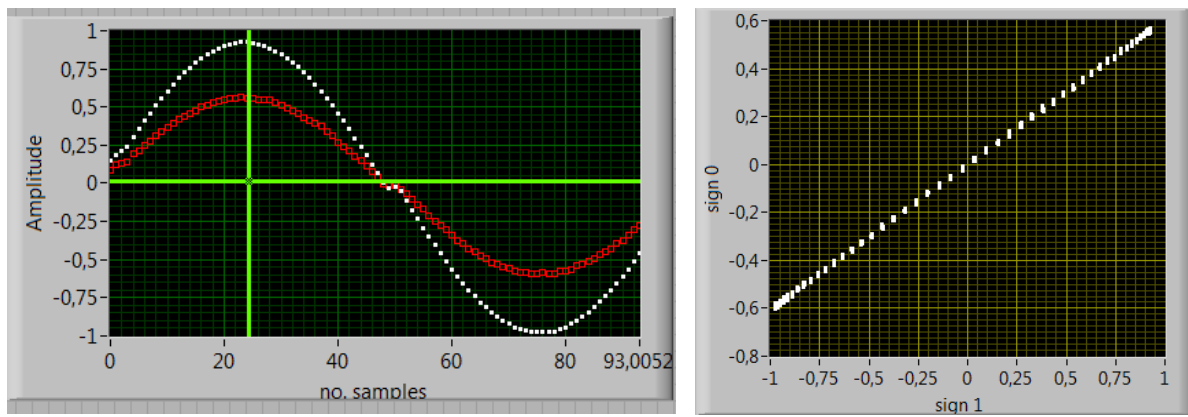
Precizări: Experiment real – achiziție prin placa audio a PC și prelucrarea informatică cu LabView
Comentarii:

- în imagini se prezintă semnalul achiziționat în format Time-Domaine și spectrul semnalului (PS)

- în cadrul experimentului se observă auditiv și vizual sunetul rezultat – interferența și fenomenul de “bătăi”
- se observă vizual spectrul semnalului sonor rezultat (variantea **Power Spectrum**) - pe osciloscopul virtual al LV. În cazul nostru se evidențiază cele două componente sinus emise de diapazoane – sunetele pure. În acest experiment diapazoanele au fost reglate să lucreze pe frecvențele ceva mai îndepărtate, $\nu_1 \approx 513Hz$, $\nu_2 \approx 491Hz$
- factorul de modulație este mare, întrucât diferența dintre amplitudinile sunetelor este mică
- se observă că aici am reușit o achiziție cu zgomote mai mici (deducție pe baza formei aproape perfect sinus/cosinus a anvelopei).

Cap. 2. Experimente de c.a.s. – cls. a XI-a

Expm. 2.1. Studiul rezistorului în c.a.s.

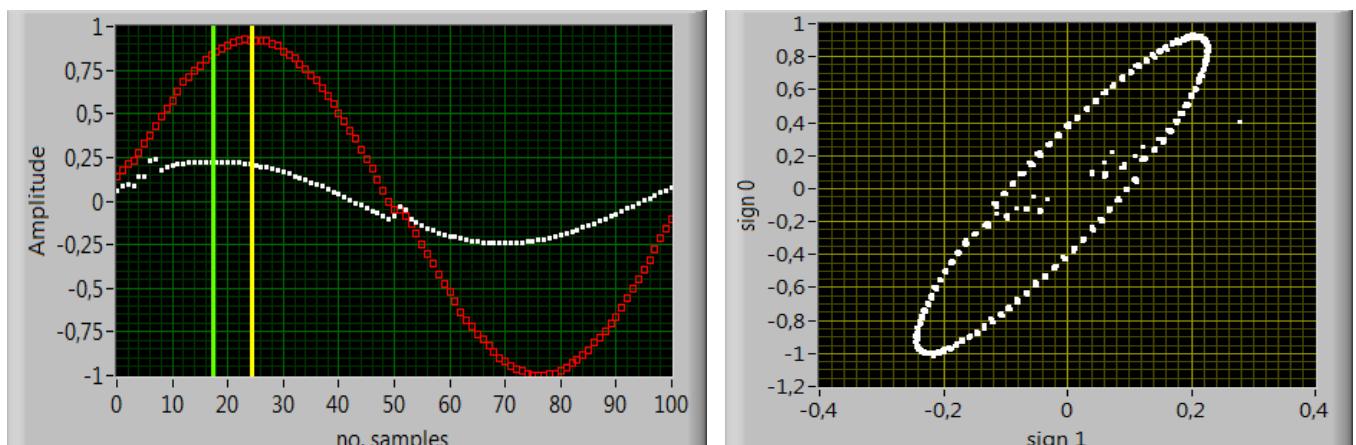


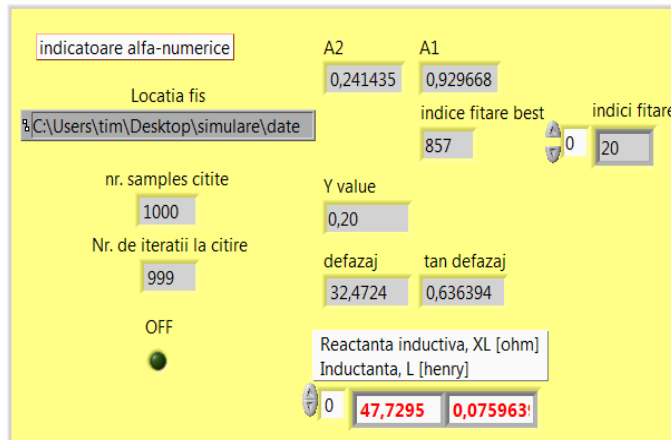
Precizări: Experiment real – achiziție prin placa de achiziție specializată NIUSB 6009 și prelucrarea informatică cu LabView

Comentarii:

- în imagini se prezintă semnalul achiziționat în format Time-Domane și Figura Lissajous (abv. FL) a tensiunilor:
 - tensiunea U_0 - de la bornele unui rezistor etalon R_0 – reprezentând intensitatea curentului electric prin circuit I,
 - tensiunea U – de la bornele rezistorului studiat
- se observă că cele două semnale sunt în concordanță de fază
- se observă respectarea legii lui Ohm pentru valorile momentane – cele două semnale sunt direct proporționale (deducție din FL).

Expm. 2.2. Studiul bobinei reale în c.a.s.





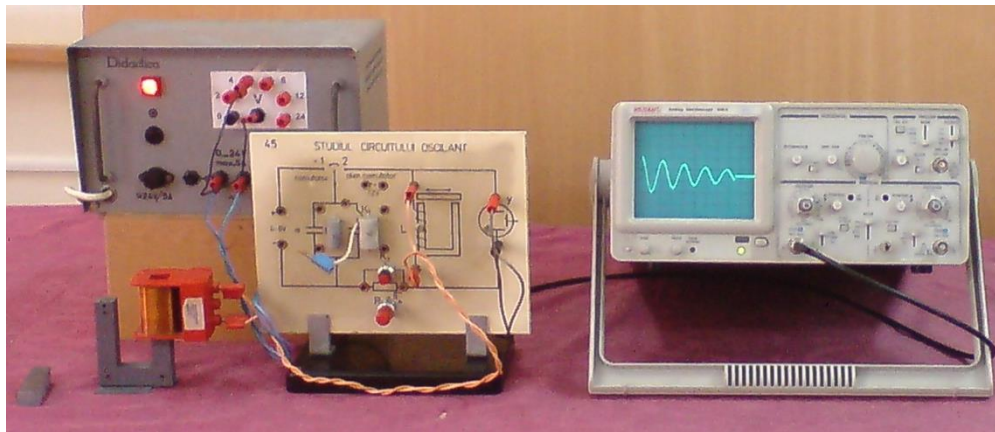
Precizări: Experiment real – achiziție prin placa de achiziție specializată NIUSB 6009 și prelucrarea informatică cu LabView

Comentarii:

- în imagini se prezintă semnalul achiziționat în format T-D și Figura Lissajous (abv. FL) a tensiunilor:
 - tensiunea U_0 - de la bornele unui rezistor etalon R_0 – reprezentând intensitatea curentului electric prin circuit, I
 - tensiunea U_{bL} – de la bornele bobinei reale
- se observă că cele două semnale sunt defazate
- din FL se poate determina defazajul și apoi alte mărimi caracteristice bobinei reale
- în imaginea 3 se prezintă o sinteză a acestor mărimi
- se observă câteva fluctuații în achiziția de date.

Cap. 3. Experimente de oscilații electromagnetice – cls. a XI-a

Expn. 3.1. Studiul circuitului oscilant

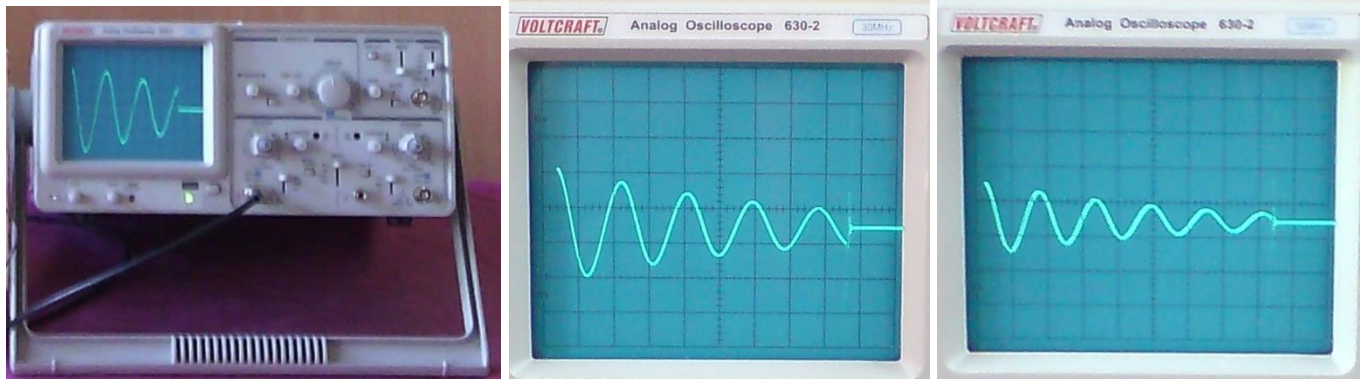


Precizări: Experiment real – producerea și studiul oscilațiilor electromagnetice; măsurători cu osciloscopul electronic

Comentarii: - în imagine se prezintă schema reală a experimentului, formată din:

- sursa de tensiune de uz didactic – alimentează, în c.c., circuitul oscilant (încărcarea condensatorului) și de asemenea alimentează, în c.a., releul de comutație
- placa electrică cu condensatorii C_1 și C_2 , cu rezistorul cu rezistență reglabilă R (potențiomtru rotativ), comutatorul de scurtcircuit (rotativ), releul de comutație (aflat pe spatele plăcii)
- bobina reală, cu miez deschis U și respectiv cu miez închis, ca variantă; de observat posibilitățile de variație a L și chiar a R_L pentru bobina dată
- osciloscopul electronic – evidențiază forma semnalului U_{bL} – în format T-D.

Notă: această schemă permite foarte multe reglaje. Prin acestea se pot studia multe variante de influențare a efectelor produse. **Se impune lucrul cu multă răbdare și atenție.**



Comentarii:

- se studiază influența factorilor R , R_L , L , C asupra caracteristicilor oscilațiilor obținute
- se observă că R în combinație indisolubilă cu R_L afectează regimul de descărcare-amortizare (supracritică $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}} = 2Z_0$, critică, subcritică), factorul de amortizare a oscilațiilor electromagnetice - $a = \frac{R}{2L}$

precum și (la o analiză mai atentă) perioada-pulsația-frecvența oscilațiilor - $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - a^2}$, $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

- se observă că L afectează factorul de amortizare și respectiv perioada oscilațiilor (și implicit pulsația și frecvența)
- se observă că C afectează perioada oscilațiilor (și implicit pulsația și frecvența).

Cap. 4. Experimente de optică ondulatorie – cls. a XI-a

Expm. 4.1. Spectrul luminii emise de un bec cu incandescență

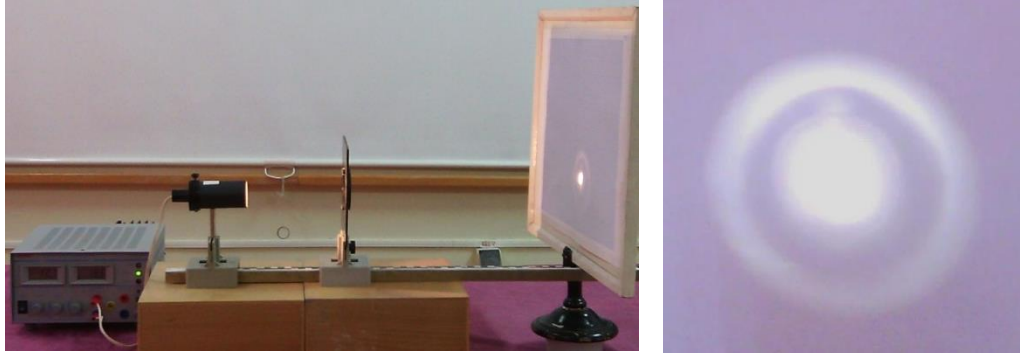


Precizări: Experiment real – evidențierea spectrului continuu al luminii produse de un bec cu incandescență

Comentarii:

- în imaginea din stânga se vede schema tehnică reală formată din spectroscopul de uz didactic și becul cu incandescență, mascat de un paravan
- în imaginea din dreapta se observă spectrul luminii – spectru continuu de emisie
- se pot folosi filtre pentru a observa diferite spectre de absorbție
- se poate modifica tensiunea de alimentare a becului și astfel se poate analiza influența temperaturii asupra compoziției coloristice a luminii emise de bec; se poate observa apariția și intensificarea treptată a zonei **roșu** a spectrului încă de la tensiuni mici (în raport cu tensiunea nominală) și respectiv a zonei **albastru-violet** numai la tensiuni apropiate de tensiunea nominală.

Expm. 4.2. Difracția luminii albe printr-o fantă circulară (diafragmă)

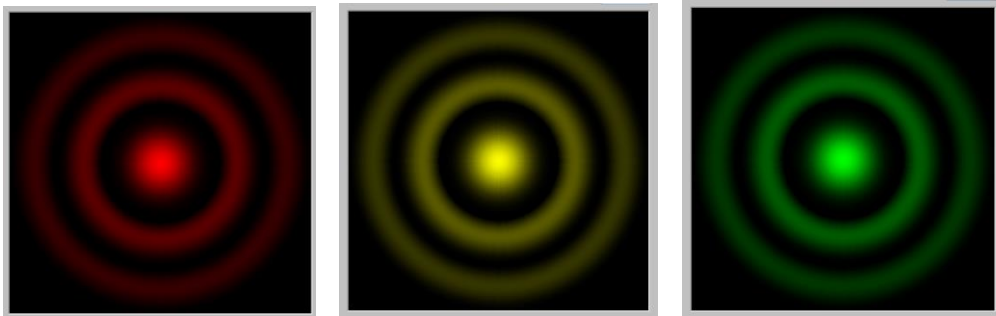


Precizări: *Experiment real* – evidențierea difracției prin diafragma lentilei (diametrul $D \approx 40mm$)

Comentarii:

- în imaginea din stânga se vede schema tehnică reală formată din sursa de tensiune, becul cu incandescență din trusa de optică, lentila convergentă în montura adecvată – cu deschidere circulară, ecran
- în imaginea din dreapta se observă maximul central, maximele secundare și respectiv minimele de difracție; la o analiză atentă se observă și aberații de formă și respectiv aberații cromatice
- se pot folosi filtre pentru a observa difracția în lumină monocromatică.

Expm. 4.3. Difracția luminii monocromatice printr-o fantă circulară (diafragmă)

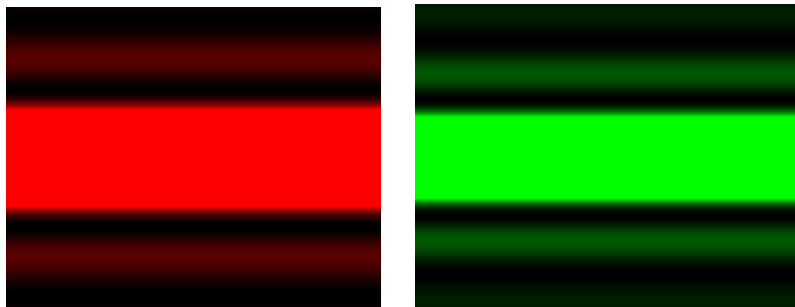


Precizări: *Experiment virtual* – evidențierea difracției prin fanta circulară, în lumină monocromatică

Comentarii:

- în imaginea din stânga – difracția luminii de culoare roșie
 - în imaginea din centru – difracția luminii de culoare galbenă
 - în imaginea din dreapta - difracția luminii de culoare verde
- imaginile au fost scalate astfel încât să apară egale, din motive estetice; altfel s-ar putea observa, la nivel de finețe, diferențe între razele inelelor de culori diferite precum și între razele maximelor centrale.

Expm. 4.4. Difracția luminii monocromatice printr-o fantă dreptunghiulară



Precizări: *Experiment virtual* – evidențierea difracției prin fanta dreptunghiulară, în lumină monocromatică

Comentarii:

- în imaginea din stânga – difracția luminii de culoare roșie
 - în imaginea din dreapta - difracția luminii de culoare verde
- imaginile au fost scalate astfel încât să apară egale; se poate observa diferența între lățimile maximelor precum și între coordonatele maximelor secundare, dependente de lungimea de undă.

Expm. 4.5. Difracția luminii albe printr-o rețea de difracție

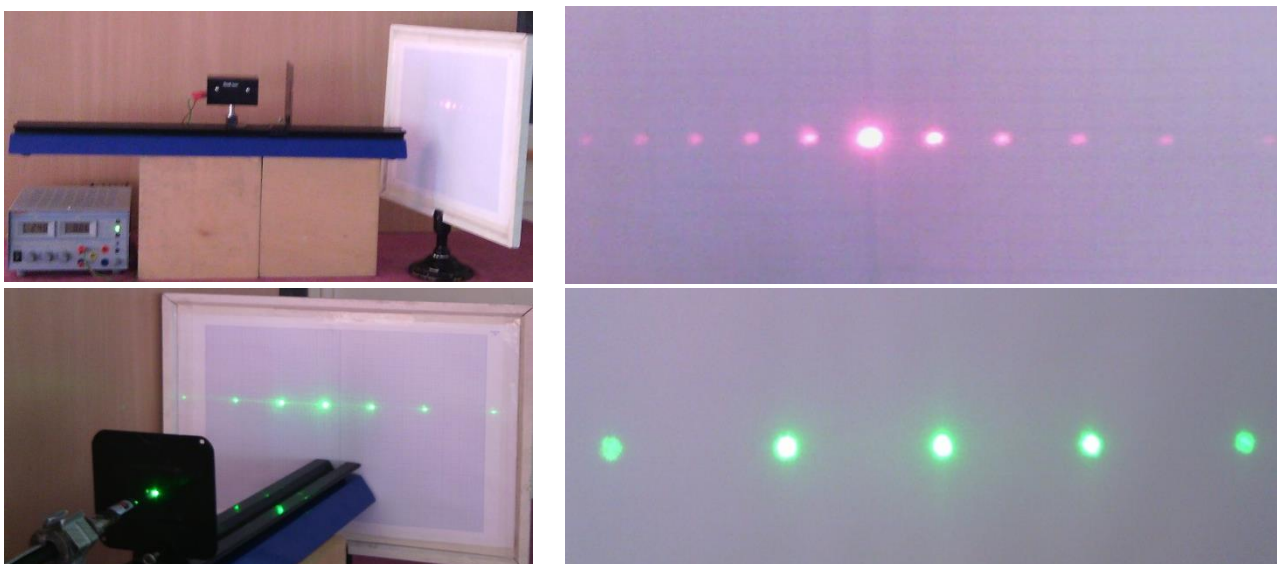


Precizări: *Experiment real* – observarea și studiul difracției luminii albe prin RD

Comentarii:

- în imaginea din stânga se vede schema tehnică reală formată din sursa de tensiune, becul cu incandescență din trusa de optică, lentila convergentă, rețeaua de difracție cu $N = 600 \text{ tr/mm}$, ecran
 - în imaginea din dreapta se observă imaginea de difracție – formată din maximul central de culoare albă, maximele laterale de ordin 1 cu culorile dispersate, minimele intercalate
- se pot folosi filtre pentru a observa imaginea de difracție a luminii transmise (la unele filtre de bandă îngustă – lumină aproximativ monocromatică)
- se poate modifica tensiunea de alimentare a becului și astfel se poate analiza influența temperaturii asupra compoziției coloristice a luminii emise de bec.

Expm. 4.6. Difracția luminii laser printr-o rețea de difracție



Precizări: *Experiment real* – observarea și studiul difracției luminii laser (monocromatice) prin RD

Comentarii:

- în imaginile din stânga se văd schemele tehnice reale formate din sursa de tensiune, laseri cu semiconductori, rețeaua de difracție, ecran
- în imaginile din dreapta se observă difracția luminii laser prin RD – în lumină roșie și respectiv în lumină verde
- pentru radiația roșie s-a folosit o diodă laser, cu radiație de lungimea de undă $\lambda \approx 635 \text{ nm}$
- pentru radiația verde s-a folosit un pointer laser cu putere mare $P \approx 200 \text{ mW}$ și lungimea de undă $\lambda \approx (532 \pm 10) \text{ nm}$

Expm. 4.7. Polarizarea luminii prin transmisie. Filtre polaroide



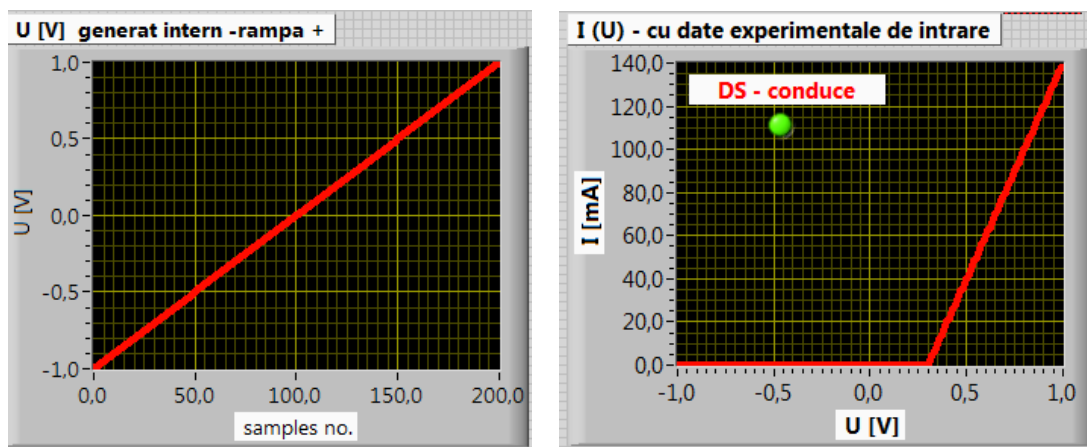
Precizări: *Experiment real* – observarea și studiul polarizării luminii

Comentarii:

- în imaginea de sus se vede schema tehnică reală formată din: sursa de tensiune, becul cu incandescență, polarizorul, analizorul, lentila convergentă, ecranul
- în imaginile de jos se observă proiecțiile fasciculului de lumină pe ecran; imaginile succesive se obțin la diferite unghiuri între axele de polarizare ale filtrelor de polarizare, cu valori între 0 și 90 de grade. Cf. Legii lui Malus, $I(\theta) = I_0 \cos^2 \theta$, intensitatea fasciculului care trece prin polarizori depinde de unghiul dintre axele de polarizare.

Cap. 5. Experimente cu dispozitive semiconductoare – cls. a XII-a

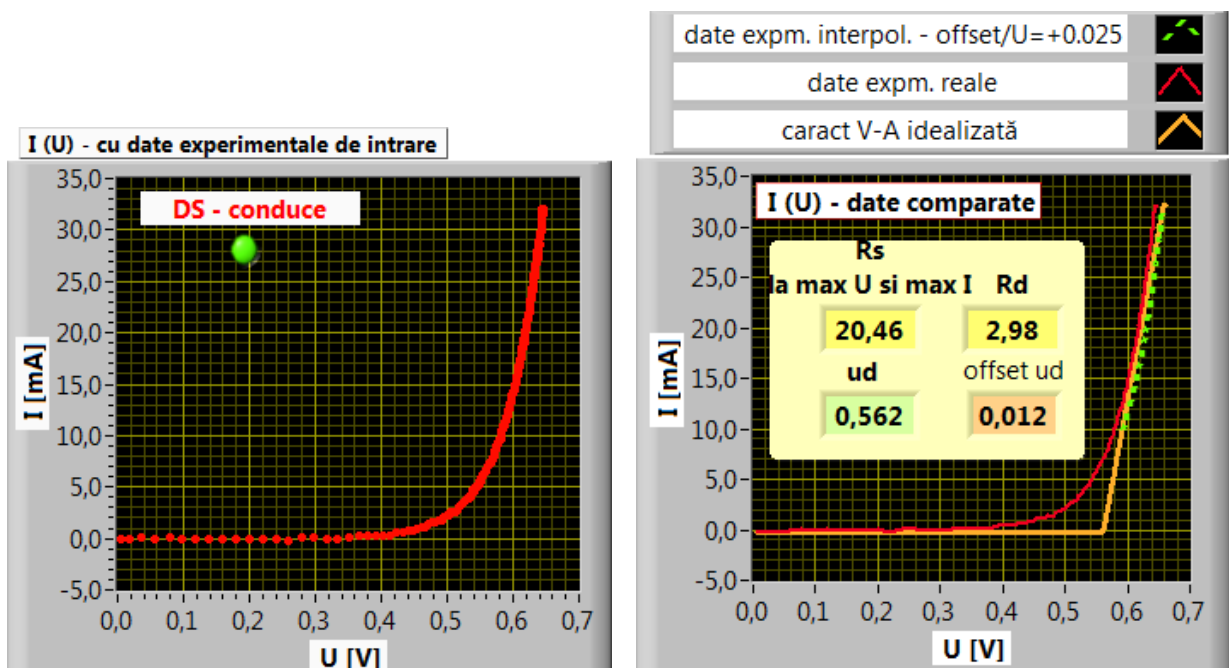
Expm. 5.1. Caracteristica volt-amperică a diodei semiconductoare idealizate



Precizări: Experiment virtual – simularea caracteristicii volt-amperice a unei diode idealizate, cu ajutorul LabView
Comentarii:

- în imaginea din stânga se prezintă graficul T-D a tensiunii generate soft; tensiunea aceasta se aplică pe un circuit serie format dintr-un rezistor R_0 și o diodă ideală DS
- în imaginea din dreapta se prezintă răspunsul în curent al diodei definite soft prin caracteristicile (simulând o diodă cu Ge):
 - tensiune de deschidere $U_d = 0,3V$
 - rezistență dinamică $R_d = 5\Omega$
 - observați domeniile din diagrama V-A: blocaj total sub 0.3V și conducție liniară peste 0,3V
- în experimentul virtual diagramele se derulează pas-cu-pas, sincronizat, astfel că se observă momentul și condițiile în care conducția diodei se deblochează – eveniment asupra căruia ne avertizează și LED-ul verde.

Expm. 5.2. Caracteristica volt-amperică a unei diode semiconductoare reale

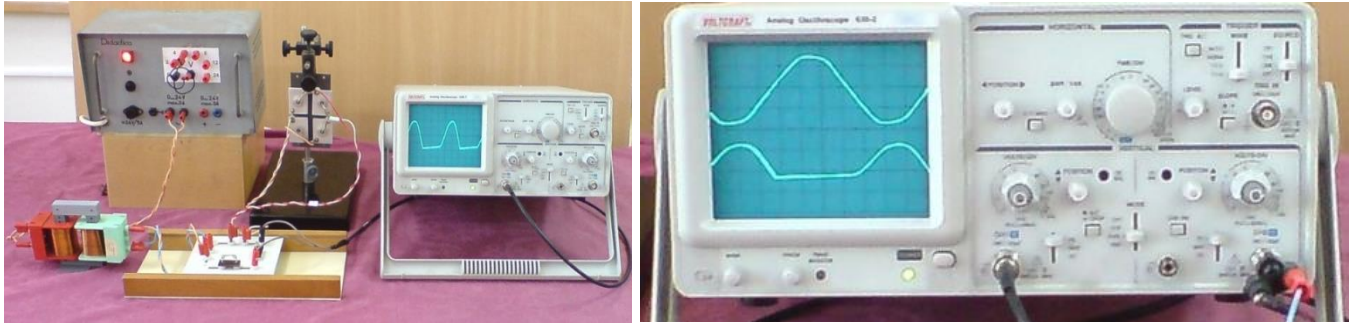


Precizări: Experiment real – achiziție prin placa de achiziție specializată NIUSB 6009 și prelucrarea informatică cu LabView

Comentarii:

- în imaginea din stânga se prezintă caracteristica V-A a unei diode reale, pe baza datelor achiziționate, și anume:
 - tensiunea U_0 - de la bornele unui rezistor etalon R_0 – reprezentând intensitatea curentului electric prin circuit, $I = \frac{U_0}{R_0}$
 - tensiunea U_{DS} – de la bornele diodei reale, cu notația de pe grafice $U \equiv U_{DS}$
- în imaginea din dreapta se prezintă caracteristica V-A a diodei reale, liniarizată și se sintetizează date caracteristice acestei diode
- toate prelucrările se fac printr-un program LV original.

Expm. 5.3. Redresarea monoalternanță cu diode semiconductoare

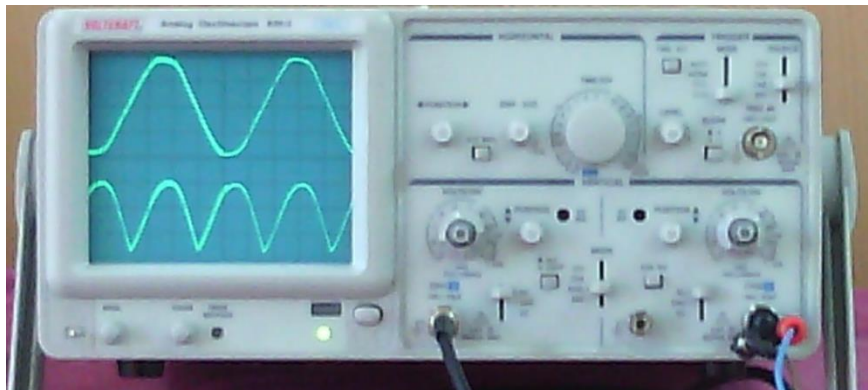


Precizări: *Experiment real* – redresarea monoalternanță, cu o diodă semiconductoare redresoare, și evidențierea semnalelor pe osciloscopul electronic

Comentarii:

- în imaginea din stânga se prezintă schema electronică reală, constând din:
 - sursa de t.a.s.
 - un transformator de separare
 - placa de montaj din trusa de electronică – aici sunt montate elementele R_0 și DS și se fac restul conexiunilor
 - o punte redresoare recuperată dintr-un alimentator din trusa de electricitate, din care se folosește o singură diodă
 - osciloscopul electronic
- în imaginea din dreapta se observă, în detaliu, semnalele alternativ sinusoidal și respectiv cel redresat monoalternanță (un semnal pulsant cu pauze); în cazul de față se redresează alternanța negativă a tensiunii alternative sinus.

Expm. 5.4. Redresarea bialternanță cu diode semiconductoare



Precizări: *Experiment real* – redresarea bialternanță, cu două sau patru diode semiconductoare redresoare și evidențierea semnalelor pe osciloscopul electronic

Comentarii:

- se face schema adecvată – cu priză mediană sau în punte, folosind resursele precizate la expm. anterior
- pe osciloscop se observă, în detaliu, semnalele alternativ sinusoidal și respectiv cel redresat bialternanță (un semnal pulsant fără pauze); în cazul de față se redresează ambele alternanțe ale tensiunii alternative sinus.

Expm. 5.5. Redresarea bialternanță cu diode semiconductoare.

Filtrarea (netezirea) semnalului redresat



Precizări: *Experiment real* – redresarea bialternanță, cu două sau patru diode semiconductoare redresoare, cu aplicarea unui filtru de netezire, și evidențierea semnalelor pe osciloscopul electronic

Comentarii:

- **în imaginea din stânga** se prezintă schema electronică reală, constând din:

- elementele precizate la expm. anterioare

- apare în plus un condensator electrolitic, de capacitate mare - $C = 680\mu F$, care va asigura netezirea semnalului pulsant obținut prin redresarea bialternanță; puteți folosi și alte tipuri de filtre (ex. filtrul de netezire CLC)

- **în imaginea din dreapta** se observă, în detaliu, semnalele alternativ sinusoidal și respectiv cel redresat și netezit; în cazul de față ondulația semnalului final este cu mult mai mică; menționez că pentru a putea fi observată această ondulație am setat osciloscopul pe o sensibilitate mult mai mare decât la expm. anterioare pentru canalul pe care se aplică semnalul redresat și netezit.

Autor: **Prof. Titu Mastan**
Colegiul Național de Informatică
"Grigore Moisi" Brașov