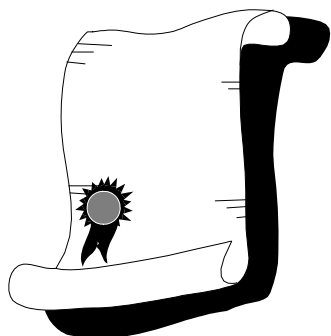


ACHIZIȚII DE DATE



Subiecte

- 6.1 Generalități
- 6.2. Sisteme de măsurare cu comunicație serială
- 6.3. Sisteme de măsurare cu comunicație paralelă
- 6.4. Sisteme de măsurare cu plăci de achiziție de date
- 6.5. Software *NI-DAQ* pentru achiziții de date

***Evaluare: 1. Răspunsuri la întrebările și problemele finale
2. Discuție pe tema: “Sisteme de achiziții de date în
LabVIEW”***

6.1. Generalități

În general, măsurările se realizează în fața unui instrument de măsurare, cum ar fi osciloscopul, analizorul spectral, multimetru, etc. și se notează datele pentru o eventuală prelucrare ulterioară. În afară de faptul că acest mod de monitorizare și prelucrare a datelor este anevoios, instrumentele programabile reale (oscilosoape, multimetre digitale, voltmetre, data logger ș.a.) sunt costisitoare și dotate cu funcții fixe, definite de producător (funcții care de cele mai multe ori obligă utilizatorul să-și adapteze nevoile facilităților oferite). În cazul unor proiecte mari, înregistrarea măsurărilor, a condus la un volum mare de date și de muncă, care au atras în mod automat utilizarea calculatorului. Pentru prelucrarea datelor cu ajutorul unui calculator este necesară determinarea unor căi de introducere a acestor date.

Există câteva modalități prin care datele pot fi schimbate între instrumentele de măsurare și calculator. Instrumentele de generație nouă au porturi seriale și paralele prin intermediul cărora datele pot fi transferate spre calculator. O altă modalitate, de măsurare a semnalelor și/sau de transferare a acestora către calculator este utilizarea unor plăci de achiziție (DAQ-board).

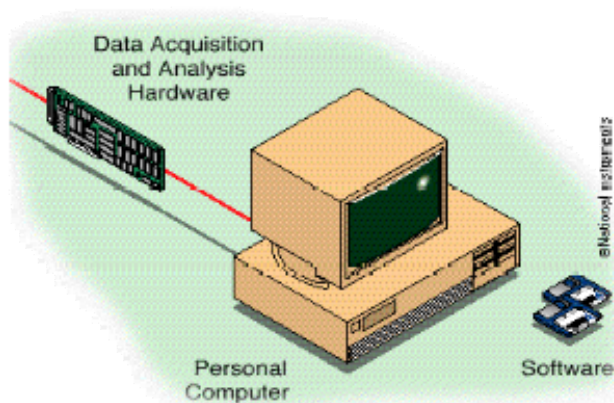


Fig.6.1. Componentele sistemului pentru achiziții de date.

Din cauză că o bună parte din problematica sistemelor de măsurare computerizate este reprezentată de către aspectele referitoare la transmiterea și prelucrarea informației conținute în semnalele digitale, una dintre cele mai des întâlnite clasificări ale acestor sisteme este efectuată în funcție de protocolul utilizat pentru transmiterea semnalelor digitale. Astfel, în ordinea în care diversele protocoale au început să fie utilizate, dar și în ordinea crescătoare a complexității acestora, sistemele de măsurare computerizate pot fi clasificate în următoarele categorii principale:

a) *Sistemele de măsurare cu comunicație serială* reprezintă una dintre primele categorii de astfel de sisteme. Apărute odată cu ideea utilizării calculatorului în măsurare, ele au fost formate prin dotarea aparatelor de măsură cu convertoare analog – numerice și cu interfețe de comunicație serială prin intermediul cărora informația privind valorile măsurate să poată fi transmisă unui calculator.

b) *Sistemele de măsurare cu comunicație paralelă* au o structură similară celor în care comunicația se realizează în mod serial, principala diferență constând în protocolul utilizat pentru transmiterea informației. Viteza sporită de transmitere a informației face ca această soluție să fie utilizată pentru conectarea la calculator a unor aparate pentru măsurarea unor mărimi fizice cu variații foarte rapide.

c) *Sistemele de măsurare cu plăci de achiziție de date* se caracterizează în primul rând prin faptul că operația de conversie a semnalului purtător de informație din formă analogică în formă digitală nu mai este efectuată de către aparatul de măsură analogic ci de către o componentă electronică distinctă (placă de achiziție de date) montată în calculator.

d) *Sistemele de măsurare cu calculatoare de uz industrial* utilizează de asemenea plăci de achiziție de date și aparate dedicate de condiționare a semnalelor. Deosebirea în raport cu sistemele din categoria anterioară constă în faptul că aceste componente, împreună cu calculatorul care este de asemenea dedicat utilizării respective, sunt realizate sub formă de module ce se montează într-un suport (șasiu, rack) comun. Suportul comun respectiv asigură atât o parte din comunicațiile digitale dintre componentele sistemului de măsurare cât și etanșarea și izolarea acestora față de eventualii factori de mediu agresivi (umiditate, praf etc).



- Exemplificați câteva mărimi care se pot măsura pe *porturile seriale și paralele*.
- Care sunt *instrumentele programabile reale* care pot fi înlocuite cu plăci?
- Explicați următoarea afirmație *The Software is the Instrument* impusă de firma National Instruments.
- Argumentați avantajele aduse de utilizarea *plăcilor de achiziție*.
- Enumerați *sistemele de măsurare computerizate* cunoscute.

6.2. Sisteme de măsurare cu comunicație serială

Transmisia serială a datelor este una dintre legăturile cele mai răspândite dintre două echipamente numerice. Varianta cea mai simplă a acestui tip de transmisie conține doar trei linii de conectare:

- *ED (emiterea datelor) sau TD (Transmitted Data);*
- *RD (recepția datelor) sau RD (Received Data);*
- *Masa.*

Legătura serială este codificată V24 (norma CCIT) sau RS-232 (norma EIA). Prin această conectare se transmit date codificate pe 7biți la care se adaugă 1bit pentru START și unul sau doi biți de STOP. La cei șapte biți se mai poate adăuga un al optulea pentru a forma un octet complet, servind ca bit de paritate pentru controlul erorilor.

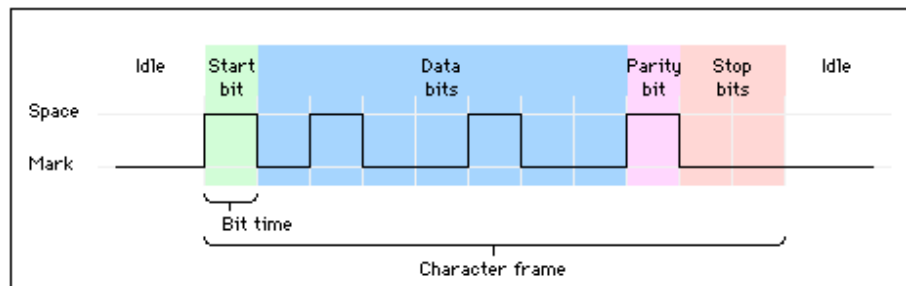
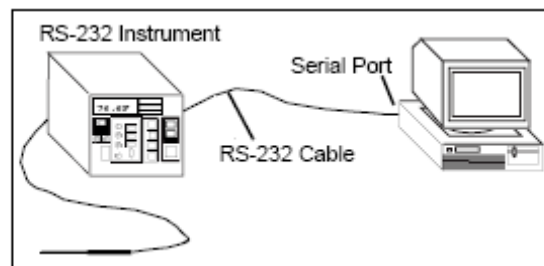


Fig.6.2. Semnal într-o comunicație serială.

Viteza de transfer a datelor se exprimă în *baud* și variază de la 300 la 144000 bauds. Un baud reprezintă și debitul binar exprimat prin bit/s în cazul unei codificări simple, adică informația este codată pe doi biți 0 și 1. Varianta completă a unei legături serie conține 39 de semnale diferite pentru controlul unei transmisii de date între două echipamente numerice.

Dintre aceste semnale, unele pot fi utilizate pentru sincronizarea legăturii:

- *CTS (Clear To Send) – gata de emisie*
- *DTR (Data Terminal Ready) – terminal de date pregătit.*

Instrumentele de programare necesare controlului comunicației seriale sunt disponibile sub forma a opt instrumente virtuale aflate în

sublista *Serial* a listei *Function*: 1) *Configure Port* (configurarea portului); 2) *Write Port* (scrierea la un anumit port); 3) *Read Port* (citirea de la un anumit port); 4) *Close Port* (închiderea portului cu care s-a lucrat); 5) *Bytes at Port* (furnizează numărul de bytes al buffer-ului de intrare, corespunzător portului serial specificat, reprezintă un nod proprietate); 6) *Break* (transmite o întrerupere pe portul de ieșire specificat); 7) *Set Buffer Size* (setează mărimea buffer-ului de I/O); 8) *Flush Buffer* (activează buffer-ul de I/O indicat de mască).

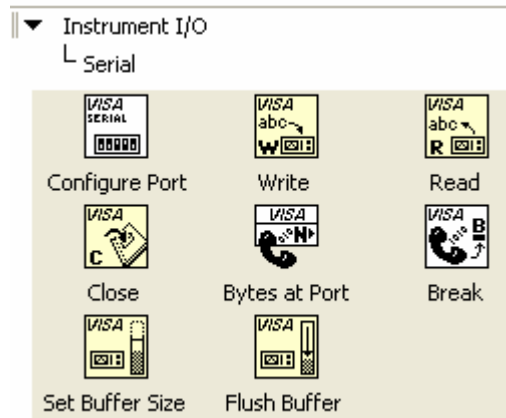


Fig.6.3. Instrumentele virtuale necesare programării portului serial.



- **Indicați liniile de conectare ale comunicației seriale.**
- **Descrieți semnalul într-o comunicație serială.**
- **Identificați în sublista *Serial* instrumentele virtuale necesare programării portului serial.**
- **Explicați funcționalitatea instrumentelor virtuale identificate.**

6.3. Sisteme de măsurare cu comunicație paralelă

Transmisia paralelă se realizează cu ajutorul unor magistrale formate dintr-un mare număr de conductoare. O magistrală de conductoare se numește *bus* în limba engleză. Magistrala IEEE 488, numită de asemenea *GPIB* (*General Purpose Instrumentation Bus*) sau *HPIB* (*Hewlett Packard Instrumentation Bus*), a fost standardizată în 1978. Standardul se referă la o magistrală de instrumentație ce permite simplificarea și rezolvarea problemelor de interconexiune a instrumentelor de măsură. O a doua standardizare a acestei magistrale a intervenit în 1987 și poartă denumirea de IEEE 488.2. Acest nou standard ia în considerare noile protocoale de comunicație cu instrumentele de măsură, având ca scop prioritar standardizarea măsurărilor programabile.

Magistrala *GPIB* permite interconectarea unui ansamblu complex de elemente de măsurare, cum ar fi: a) sisteme informatice pentru controlul magistralei, configurarea aparatelor, achiziția datelor

măsurate, procesarea și afișarea lor; b) aparate de măsură programabile și configurabile (generatoare, voltmetre, osciloscoape, analizoare de spectru, etc.); c) periferice (imprimante, scannere, plottere, etc.).

Principalele caracteristici tehnice ale unei magistrale de transmisie paralelă sunt: a) interconectarea a maximum 15 aparate, fiecare aparat posedă o adresă codată pe 5biți (număr de la 0 la 30); b) lungimea totală a magistralei este limitată la 20m; c) viteza maximă de transfer egală cu 1Mb/s.

Magistrala *GPIB* este constituită din 16 linii active plus 8 linii de masă sau de ecranare. Liniile active sunt: a) 8 linii de date (informații, adrese etc.); b) 8 linii de control din care 3 sunt utilizate pentru controlul de tip *handshake*.

Utilizarea magistralei *GPIB* se face în două etape:

- 1) secvența de inițializare sau de configurare;
- 2) secvența de utilizare conform configurării din prima fază.

Elementele de programare necesare controlului unei comunicații paralele sunt disponibile în sublista *GPIB* a listei *Functions* sub forma celor două standarde:

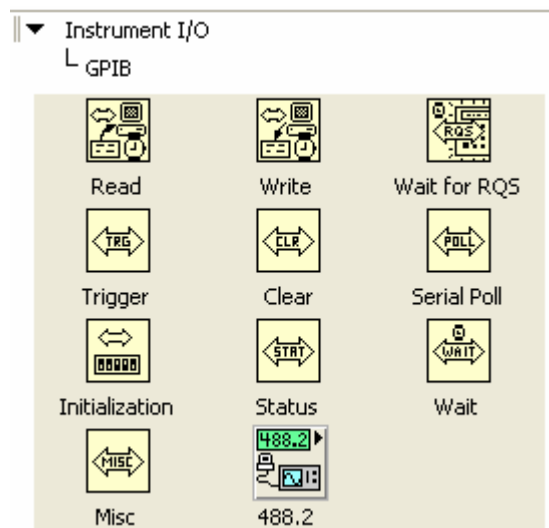


Fig.6.4. Instrumentele virtuale necesare programării portului paralel conform standardelor IEEE 488.1 și IEEE 488.2.

Astfel, principalele instrumente virtuale disponibile pentru standardul mai simplu *IEEE 488.1* sunt descrise în continuare cu toate caracteristicile lor. Printre acestea se numără:

- citirea unui port *GPIB* (*GPIB Read.vi*);
- scrierea unui port *GPIB* (*GPIB Write.vi*);
- căutarea unui periferic (*GPIB Serial Poll.vi*);
- sincronizarea unei transmisii (*GPIB Trigger.vi*);
- aducerea la zero a unei transmisii (*GPIB Clear.vi*);
- așteptarea unui răspuns de la un periferic (*Wait for GPIB RQS.vi*);
- inițializarea unei comunicații (*GPIB Initialization.vi*).

Modulul 6 Achiziții de date

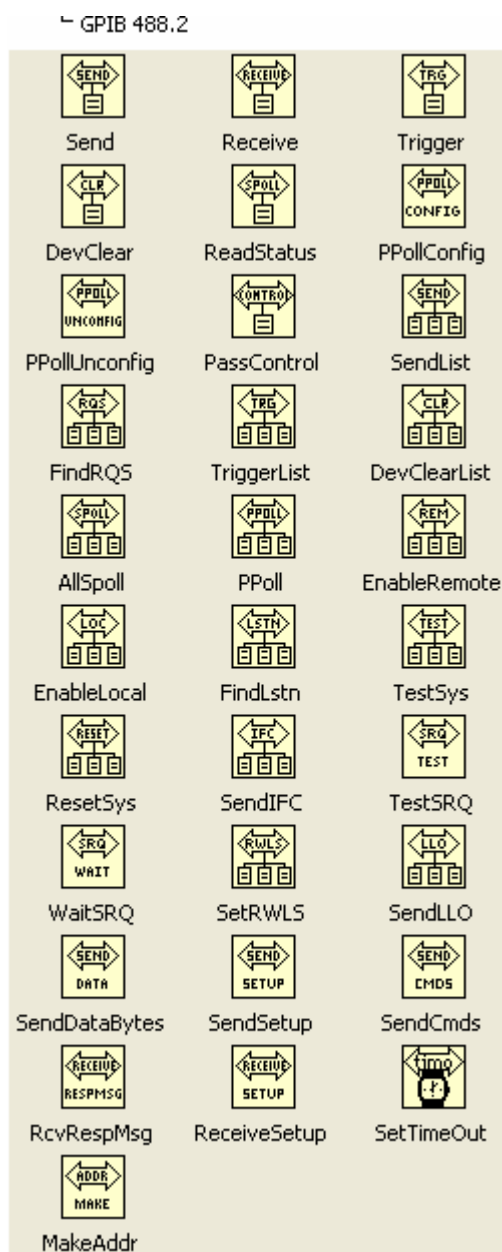


Fig. 6.5. Instrumentele virtuale pentru standardul de comunicare paralelă IEEE 488.2.

Toate aplicațiile care folosesc astfel de instrumente virtuale sunt complexe, iar pentru realizarea lor este necesară o cunoaștere detaliată a aparatului digital utilizat la măsurare și a modului de conectare la magistrala transmisiei de date. Pentru ușurarea rezolvării aplicațiilor complexe se poate utiliza un ansamblu de instrumente virtuale specializat în controlul unui mare număr de aparate de măsură.

Ceea ce este specific standardului *IEEE 488.2* este faptul că instrumentele virtuale de bază a subpaletei se referă la *Send* (*transmitere*) și nu la *Read* (*citire*); la *Receive* (*Recepție*) și nu la *Write* (*scriere*).



- Explicați modalitatea în care se realizează *controlul transmisiei paralele*.
- Ce reprezintă *GPIO*?
- Comparați standardul *IEEE 488.1* cu standardul *IEEE 488.2*. Care sunt asemănările și diferențele?

6.4. Sisteme de măsurare cu plăci de achiziție de date

Plăcile de achiziție de date utilizate în sistemele de măsurare computerizate pot îndeplini următoarele funcții:

1. *intrarea analogică* (măsurarea unui semnal, sub forma unei tensiuni electrice, provenit de la un traductor aflat în sistemul studiat);
2. *ieșirea analogică* (generarea unui semnal, sub forma unei tensiuni electrice care să comande un element de acționare din sistemul monitorizat);
3. *comunicațiile digitale* (primirea și emiterea de valori în formă binară, reprezentând date sau coduri ale unor comenzi, transmise sub forma unor impulsuri TTL între placa de achiziție de date și alte componente ale sistemului computerizat). Comunicațiile digitale pot fi utilizate și pentru măsurări sau generări de semnale în cazul în care traductorul sau elementul de acționare au o funcționare descrisă de o stare logică binară (comutatoare cu două poziții, întrerupătoare, relee, diode electroluminiscente etc);
4. *numărare / cronometrare* (primirea și emiterea de semnale sub formă de serii de impulsuri TTL în care informația este conținută în numărul de impulsuri din serie sau în frecvența acestora).

Toate tipurile de plăci de achiziție de date pot îndeplini ultimele două funcții enumerate mai sus: comunicații digitale și numărare / cronometrare. Majoritatea tipurilor de plăci de achiziție posedă toate cele patru funcții (plăci multifuncționale). O serie de plăci de achiziție de date cu cost redus nu posedă funcția de ieșire analogică iar o altă categorie (plăcile dedicate ieșirilor analogice) nu posedă funcția de intrare analogică.

Printre parametrii care descriu performanțele cu care o placă de achiziție de date îndeplinește funcția de *intrare analogică* se pot enumera: numărul de canale de intrare analogică, rata maximă de eșantionare, intervalul de măsurare și rezoluția.

Numărul de canale de intrare analogică poate fi specificat (pentru plăcile care dispun de ambele tipuri) atât pentru configurația uni-polară cât și pentru cea diferențială. Intrările analogice în configurație uni-polară se referă la tensiuni electrice (de pe canale diferite) măsurate în raport cu un potențial de referință comun, aflat pe legătura la masă a plăcii de achiziție de date. Acest tip de intrări analogice este utilizat de obicei pentru semnale cu amplitudini relativ

mari (peste 1 V), în situația în care firele de legătură dintre sursa de semnal și placa de achiziție de date au lungimi mai mici de 5 m. În celelalte situații se utilizează configurația diferențială, în care fiecare tensiune electrică ce corespunde unui canal de intrare analogică este măsurată în raport cu un potențial de referință propriu. În configurație diferențială are loc reducerea erorilor datorate influențelor perturbațiilor electromagnetice din mediul exterior asupra firelor de legătură.

Rata maximă de eșantionare reprezintă numărul maxim de conversii analog – numerice (măsurări) pe care placa de achiziție de date le poate efectua în unitatea de timp (o secundă). Obținerea unui număr mai mare de valori ale semnalului măsurat în unitatea de timp permite descrierea mai precisă a acestuia și efectuarea unor prelucrări statistice mai complexe.

De exemplu, semnalele măsurate în timpul studiului emisiilor acustice, utilizând un microfon, au frecvențe de până la 20 kHz. Prelucrarea adecvată a unor astfel de semnale necesită (conform teoremei lui Nyquist) o rată de eșantionare cel puțin dublă față de frecvența maximă a componentei ce se dorește a fi detectată în cadrul semnalului.

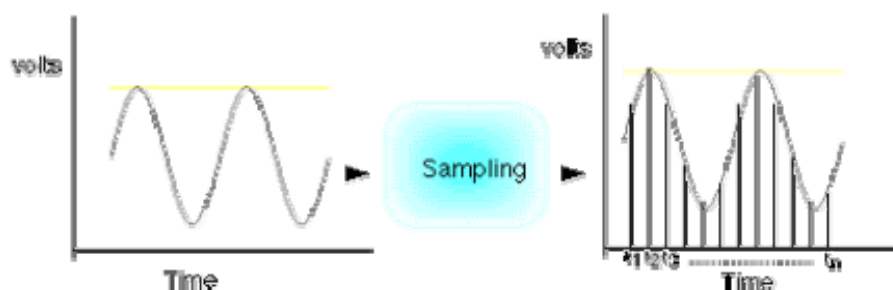


Fig.6.6. Eșantionarea (Sampling) a unui semnal.

Unitatea de măsură pentru rata de eșantionare se notează S/s (samples / second, eșantioane pe secundă) și reprezintă efectuarea unei singure conversii analog – numerice într-o secundă.

Majoritatea tipurilor de plăci de achiziție de date, deși posedă mai multe canale de intrare analogică, utilizează un singur convertor analog – numeric. Măsurarea semnalelor de pe mai multe canale este realizată prin multiplexarea acestora la intrarea convertorului. Astfel, rata de eșantionare corespunzătoare unui anumit canal este invers proporțională cu numărul de canale pe care se efectuează măsurări la un moment dat.

De exemplu, în cazul unei plăci de achiziție de date cu rată maximă de eșantionare de 1 MS/s cu ajutorul căreia se măsoară 10 semnale, rata de eșantionare efectivă pe fiecare canal de măsurare nu poate depăși 100 kS/s.

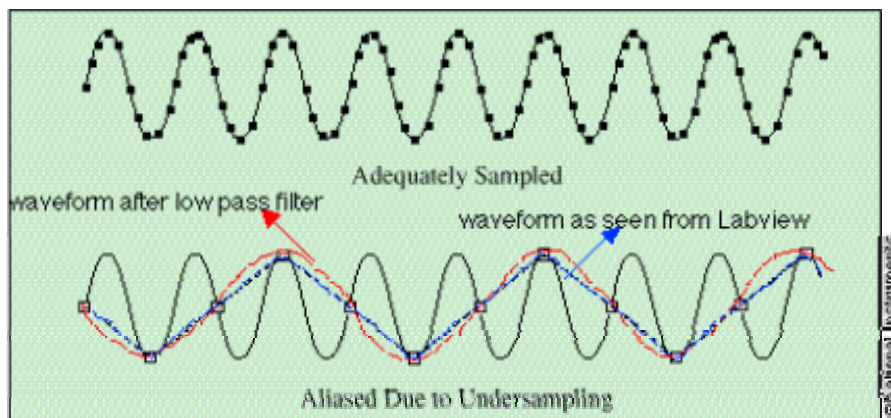


Fig.6.7. Graficul negru de sus prezintă o eșantionare corectă, graficul albastru prezintă o subeșantionare, iar graficul roșu un semnal subeșantionat, căruia i s-a aplicat o filtrare trece jos.

Efectele ratei de eșantionare :

- eșantionare corectă (primul grafic);
- eșantionare insuficientă.

Intervalul de măsurare este determinat de valorile minimă și maximă ale tensiunii electrice pe care convertorul analog – numeric o poate cuantifica. Majoritatea plăcilor de achiziție de date au la dispoziție mai multe intervale de măsurare, unul dintre acestea putând fi selectat la un moment dat.

Rezoluția unei plăci de achiziție de date reprezintă numărul de biți utilizați de către convertorul analog – numeric al acestuia pentru reprezentarea valorii măsurate a semnalului analogic. Dacă se notează valoarea rezoluției cu n , convertorul analog – numeric va putea reprezenta numere întregi cuprinse între 0 și 2^{n-1} , fapt ce este echivalent cu aproximarea infinității de valori din intervalul de măsurare printr-o mulțime discretă de 2^n valori. Intervalul de măsurare este astfel partiționat în 2^n subintervale. Toate valorile semnalului măsurat aflate într-un același subinterval vor putea fi reprezentate doar printr-un singur număr, deci vor fi toate approximate la o aceeași valoare comună. Cu cât rezoluția este mai mare, cu atât crește numărul de subintervale în care este partiționat intervalul de măsurare, deci crește precizia de reprezentare (măsurare) a semnalului real.

În figura 6.8 este reprezentat un semnal sinusoidal, împreună cu reprezentarea acestuia oferită de către un convertor analog – numeric cu rezoluția de 3 biți care împarte intervalul de măsurare în $2^3 = 8$ subintervale. Este evidentă precizia scăzută a măsurării, echivalentă unei pierderi de informație. Utilizarea, de exemplu, a unui convertor cu rezoluția de 16 biți ar conduce la o reprezentare mult mai fidelă a semnalului original, intervalul de măsurare fiind partiționat în acest caz în $2^{16} = 65536$ subintervale.

Posibilitatea de selectare a intervalului de măsurare al unei plăci de achiziție de date permite alegerea unor limite ale acestuia cât mai apropiate de valorile extreme ale semnalului măsurat, astfel încât rezoluția disponibilă a convertorului analog – numeric să conducă la o precizie cât mai bună a măsurării.

Valoarea preciziei de măsurare, echivalentă cu variația minimă detectabilă a semnalului măsurat, este denumită și *lățime de cod* și corespunde variației bitului cel mai puțin semnificativ (LSB) din numărul binar generat de către convertorul analog – numeric în urma măsurării.

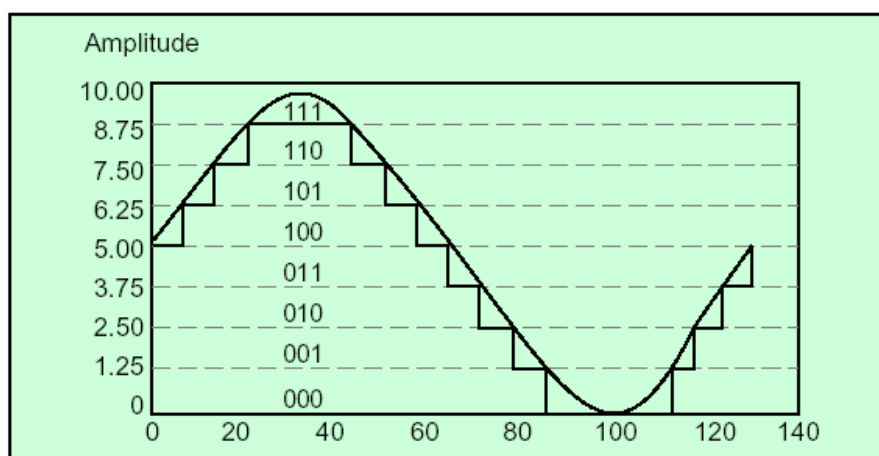


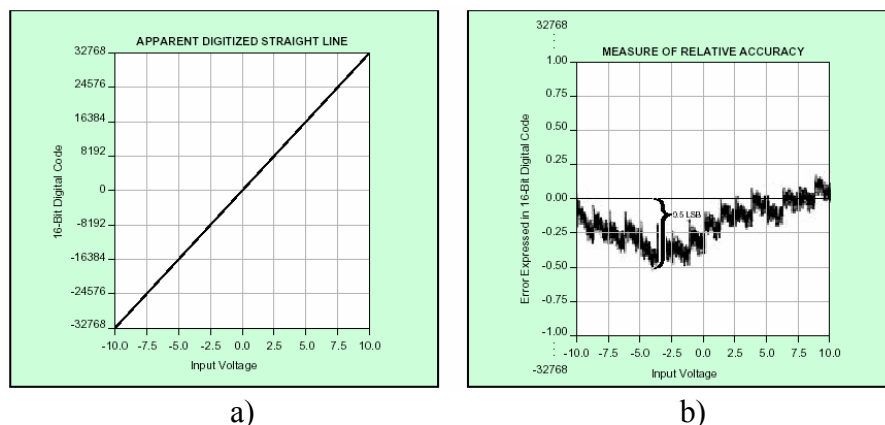
Fig.6.8. Semnal sinusoidal discretizat de un convertor pe 3 biți.

Precizia de măsurare a unei plăci de achiziție de date, calculată în funcție de parametrii constructivi descriși anterior, nu este întotdeauna respectată atunci când măsurarea se efectuează cu valori mari ale ratei de eșantionare. Există situații în care plăci cu rezoluția de 16 biți reușesc, la rate de eșantionare de 100 kS/s, să redea semnalul măsurat cu o precizie corespunzătoare unei măsurări cu rezoluția de doar 12 biți.

Într-un caz ideal, valoarea numerică generată de către convertorul analog – numeric variază liniar cu valoarea tensiunii electrice aplicate la intrarea acestuia. Deviația de la o astfel de dependență poartă numele de *neliniaritate*. Parametrul care cuantifică neliniaritatea unui convertor analog – numeric este notat DNL, și reprezintă diferența dintre valoarea lățimii de cod și valoarea corespunzătoare variației bitului cel mai puțin semnificativ. Parametrul DNL se exprimă în raport cu această a doua valoare (LSB), având, în cazul unor plăci de achiziție de date performante, valoarea de $\pm 0,5$ LSB.

Precizia relativă, exprimată în LSB, reprezintă valoarea maximă a deviației de la forma liniară a funcției de transfer a plăcii de achiziție de date. La o variație liniară a semnalului pe tot intervalul de măsurare, valorile numerice binare generate de către convertorul analog – numeric depind aparent liniar de tensiunea electrică măsurată ca în figura 6.9a.

Scăderea valorilor reale ale tensiunii măsurate din valorile numerice binare generate de către convertor (operație echivalentă cu o mărire a imaginii) nu conduce însă la obținerea unui segment de dreaptă suprapus peste abscisă (situație corespunzătoare identității celor două seturi de valori) ci la un grafic reprezentând variația abaterii valorii măsurate în raport cu cea reală. Precizia relativă a plăcii de achiziție de date este egală cu valoarea maximă a acestei abateri ca în figura 6.9b. Deoarece transformarea în volți a valorilor binare se efectuează prin înmulțirea acestora cu o constantă, erorile datorate deviației de la forma liniară a funcției de transfer se păstrează.



a) b)
Fig.6.9. Determinarea preciziei relative a unui convertor analog-numeric.

La majoritatea tipurilor de plăci de achiziție de date, semnalul de măsurat parcurge inițial circuitele unui multiplexor, apoi este amplificat înainte de a fi introdus la intrarea în convertorul analog – numeric. Construcția circuitului de amplificare face ca acesta să necesite un anumit interval de timp, numit *timpe de stabilizare*, pentru a efectua amplificarea semnalului ce a fost aplicat la intrarea sa. Dacă valoarea timpului de stabilizare este mai mare decât intervalul de timp dintre două conversii efectuate de convertorul analog – numeric, acesta din urmă va prelua de la ieșirea amplificatorului un semnal a cărei amplificare nu a fost încă încheiată și va genera o valoare binară diferită de valoarea reală a semnalului măsurat. Erorile generate de valoarea prea mare a timpului de stabilizare cresc odată cu micșorarea intervalului de măsurare și cu creșterea ratei de eșantionare. Aceste erori, uneori însemnate, au loc în zona de circuite electrice analogice ale plăcii de achiziție de date, fapt ce le face indetectabile și nu conduce la generarea de către placă a unui mesaj de eroare.

Riscul de preluare de către convertor a unui semnal insuficient amplificat crește atunci când multiplexorul baleiază un număr mare de canale. Tensiunea de la intrarea amplificatorului are în acest caz variații accentuate ca în figura 6.10 la care amplificatorul se poate adapta cu dificultate. Pentru majoritatea soluțiilor constructive de circuite amplificatoare utilizate în practică, în situația în care intervalul de măsurare este ales, de exemplu, la o sutime din intervalul maxim disponibil al plăcii de achiziție de date, o stabilizare a semnalului care să

asigure o precizie corespunzătoare unei rezoluții de 12 biți nu se poate efectua într-un timp mai scurt de 2 μ s. Cum intervalul de 2 μ s între două conversii corespunde unei rate de eșantionare de 500 kS/s și cum această rată de eșantionare este întâlnită la multe plăci de achiziție de date cu rezoluția de 12 biți, este evident că aceste tipuri de plăci nu vor putea respecta parametrii declarați de precizie atunci când lucrează pe intervale de măsurare relativ reduse.

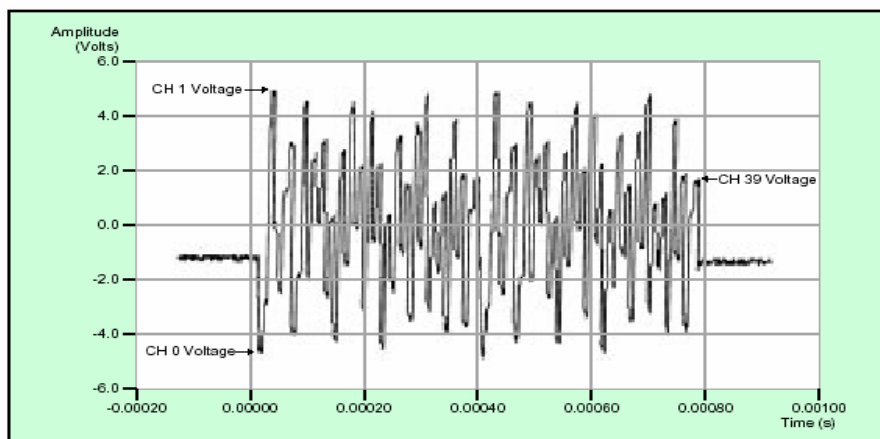


Fig. 6.10. Tensiunea la intrarea amplificatorului în cazul baleierii multicanal.

Utilizarea în construcția unei plăci de achiziție de date a unor amplificatoare și convertoare analog – numerice foarte performante nu satisface de la sine toate condițiile pentru asigurarea unei precizii ridicate. Interiorul calculatorului în care este montată placa de achiziție fiind un mediu cu extrem de numeroase surse de perturbații electromagnetice, transmiterea semnalelor în circuitele plăcii trebuie efectuată prin căi ecranate care să elimine influența perturbațiilor externe. În figura 6.11 se prezintă graficele obținute în urma măsurării zgomotului în circuitele a două plăci de achiziție de date dotate cu același tip de convertor analog – numeric. Dacă în cazul plăcii cu măsuri adecvate de ecranare distribuția zgomotului este gaussiană și restrânsă, conducând la erori de ± 3 LSB, în cazul plăcii neecranate perturbațiile externe generează erori de ordinul 20 LSB echivalente (pentru un interval de măsurare de ± 1 V) cu o tensiune de 620 μ V.

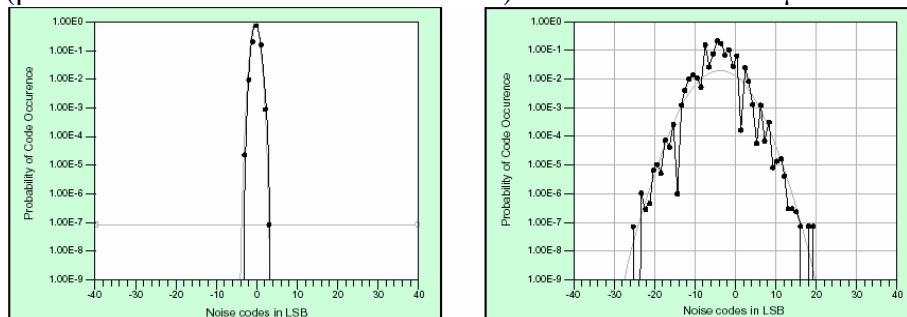


Fig.6.11. Zgomotul în circuitele a două plăci de achiziție, cu respectiv fără ecranare.

Utilizate pentru generarea de semnale de comandă sau acționare către sistemul la care este conectată placa de achiziție de date (atât în mod uni-polar cât și în mod diferențial), *ieșirile analogice* au performanțe determinate în principal de intervalul de generare, timpul de stabilizare al convertorului numeric – analogic, rata maximă de generare și rezoluție.

Intervalul de generare conține valorile posibile ale tensiunii electrice de la ieșirea convertorului numeric – analogic. Timpul de stabilizare și rata de generare determină împreună viteza cu care convertorul numeric – analogic poate modifica valoarea tensiunii electrice generate.

Timpul de stabilizare specificat pentru un convertor analog – numeric este de obicei determinat în situația cea mai dezavantajoasă, în care modificarea tensiunii generate este egală în amplitudine cu intervalul de generare. Este evident că generarea unor semnale cu frecvențe înalte, de genul semnalelor audio, poate fi efectuată doar de către convertoare numeric – analogice cu timpi de stabilizare reduși și rate mari de generare. Având o definiție similară celei din cazul intrărilor analogice, rezoluția convertoarelor numeric – analogice determină finețea cu care semnalele de ieșire pot fi generate.

O apreciere foarte precisă a performanțelor cu care o placă de achiziție de date îndeplinește funcția de ieșire analogică trebuie să aibă în vedere, în special în cazul regimurilor de lucru solicitante, și aspectele legate de *neliniaritatea* convertorului numeric – analogic, parametru definit în mod similar cu cazul intrărilor analogice.

Comunicațiile digitale ale unei plăci de achiziție de date, servind controlului procesului monitorizat sau comunicării cu diverse echipamente periferice, au performanțe caracterizate în principal prin numărul de linii digitale disponibile, rata cu care datele pot fi recepționate sau emise prin intermediul liniilor respective precum și capacitatea acestor linii de a transmite semnale de o anumită intensitate electrică. Valorile necesare ale caracteristicilor enumerate anterior sunt determinate în primul rând de caracteristicile echipamentelor din proces cu care placa de achiziție de date urmează să comunice: număr de semnale digitale ce trebuiesc recepționate sau emise, timpul de răspuns al unui anumit echipament sau al unei mărimi din proces, puterea electrică necesară pentru comanda sau acționarea unor echipamente.

În situația în care placa de achiziție de date comunică, prin intermediul liniilor digitale, cu un echipament periferic (înregistrator, procesor de date, imprimantă), este necesară posibilitatea de a grupa din punct de vedere logic mai multe linii digitale într-un port de comunicație. Protocolul de comunicație digitală poate de asemenea necesita derularea unor operațiuni de sincronizare între emițător și receptor, în scopul reducerii riscului de transmitere eronată a informației. În cazul generării unor semnale digitale de comandă sau acționare, sunt rare situațiile în care componentele din proces (motoare, valve, relee etc) acceptă direct semnalele TTL ale plăcii de achiziție de date. Majoritatea componentelor respective necesită prezența

intermediară a unor condiționatoare de semnale digitale care să realizeze amplificările corespunzătoare ale valorilor tensiunii sau intensității electrice.

Circuitele de *numărare și cronometrare* ale unei plăci de achiziție de date pot fi utilizate atât pentru sesizarea și numărarea unor evenimente digitale (semnale sub formă de impulsuri primite de la traductoare incrementale de deplasare) cât și pentru generarea unor astfel de evenimente (de exemplu, pentru acționarea motoarelor electrice pas cu pas). Parametrii cei mai importanți pentru aprecierea performanțelor acestor circuite sunt rezoluția și frecvența maximă. Având, ca și în cazurile anterioare, semnificația numărului de biți utilizați, rezoluția determină direct numărul maxim de evenimente pe care un astfel de circuit le poate număra. Frecvența maximă a unui numărător determină atât gama de semnale pe care acesta le poate măsura corect cât și frecvența maximă a semnalelor pe care numărătorul respectiv le poate genera. Plăcile de achiziție de date din categoriile cele mai evolute utilizează numărătoare cu rezoluții de 16 sau 24 de biți, lucrând la frecvențe maxime de 20 MHz.

Pe lângă căile de comunicație propriu-zise, prin intermediul cărora primesc sau generează semnalele corespunzătoare, majoritatea numărătoarelor posedă căi suplimentare de intrare prin intermediul cărora poate fi comandată activarea sau dezactivarea funcției principale de numărare. Circuitele de numărare performante dispun de facilități de numărare crescătoare sau descrescătoare (în funcție de o comandă primită pe o cale separată), de buffere de memorie pentru generarea trenurilor de impulsuri precum și de posibilitatea modificării instantanee a frecvenței de lucru.



- Enumerați *funcțiile* pe care le poate îndeplini o placă de achiziție.
- Care sunt *cele două funcții* pe care le îndeplinesc toate tipurile de plăci de achiziție?
- Descrieți *performanțele* unei plăci de achiziție?
- Argumentați utilizarea configurației *unipolare* sau *diferențiale*.
- Explicați ce reprezintă *rata maximă de eșantionare*. Să se menționeze *unitatea de măsură* pentru *rata de eșantionare*.
- Determinați efectul *alegerii unei anumite rate de eșantionare* asupra unui semnal.
- Definiți *intervalul de măsurare* și *rezoluția* unei plăci de achiziție de date.
- Să se definească *lățimea de cod* și parametrul *DNL*.

6.5. Software NI-DAQ pentru achiziții de date

O placă de achiziție fără software-ul aferent ar fi complet inutilă și foarte greu de programat și configurat. Pachetul software utilizat în acest scop este *LabVIEW*, creat de National Instruments. Acest mediu de dezvoltare utilizat pentru instrumentația virtuală, reprezintă pachetul software leader mondial în aplicații de instrumentație și achiziții de date.

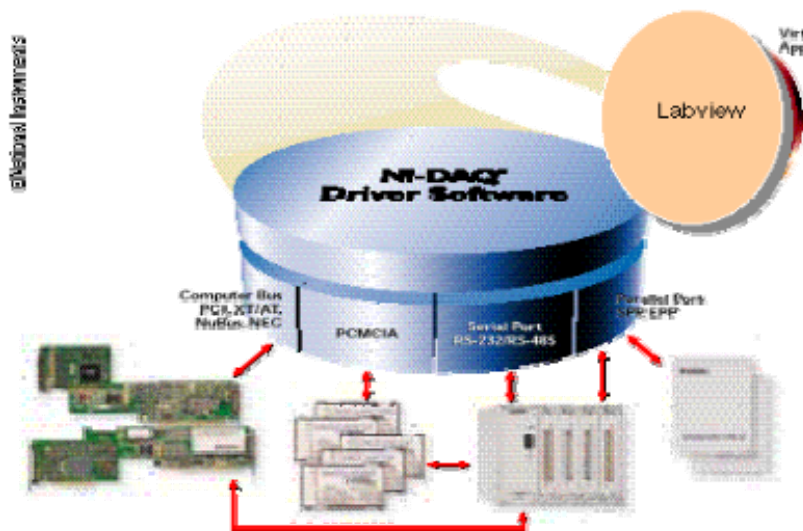


Fig 6.12. LabVIEW Software și sistemul NI-DAQ.

Mediul *LabVIEW* oferă un limbaj grafic de programare (*limbajul G*) și toate uneltele necesare pentru achiziția, citirea, prelucrarea, stocarea și afișarea datelor. Cu *LabVIEW*, programatorul proiectează virtual foarte repede interfața cu utilizatorul (*GUI*) și assemblează grafic soluția, după propriile necesități. *LabVIEW* accelerează obținerea soluției cu un factor de cel puțin 4 sau 10 ori, față de mediile tradiționale de programare de tip text. Limbajul grafic de programare a evoluat de la o alternativă în programare la un standard industrial.

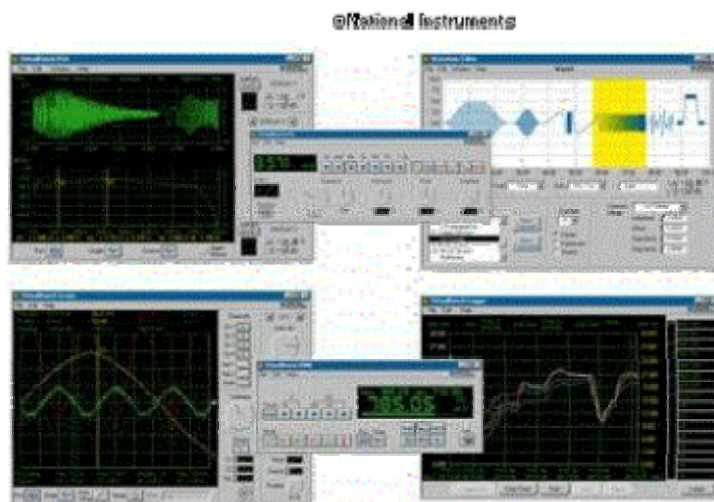
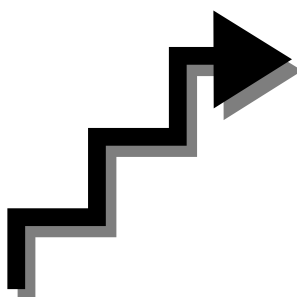


Fig.6.13. Exemple GUI (Graphical User Interface).

Avantajele utilizării instrumentației virtuale sunt reducerea considerabilă a costurilor capitale și o dată cu dezvoltarea sistemului, și a timpului de realizare a măsurărilor.



- Care este rolul *software-ului* utilizat cu plăcile de achiziție?
- Ce reprezintă *NI-DAQ Driver Software*?
- Cum se numește *limbajul* care stă la baza mediului de programare grafică G?
- Care sunt avantajele utilizării instrumentației virtuale?



Rezumat

Sistemele de măsurare computerizate cu comunicație serială reprezintă una dintre primele categorii de astfel de sisteme. Apărute odată cu ideea utilizării calculatorului în măsurare, ele au fost formate prin dotarea aparatelor de măsură cu convertoare analog – digitale și cu interfețe de comunicație serială prin intermediul cărora informația privind valorile măsurate să poată fi transmisă unui calculator.

Sistemele de măsurare computerizate cu comunicație paralelă au o structură similară celor în care comunicația se realizează în mod serial, principala diferență constând în protocolul utilizat pentru transmiterea informației. Viteza sporită de transmitere a informației face ca această soluție să fie utilizată pentru conectarea la calculator a unor aparate pentru măsurarea unor mărimi fizice cu variații foarte rapide.

Sistemele de măsurare computerizate cu plăci de achiziție de date se caracterizează în primul rând prin faptul că operația de conversie a semnalului purtător de informație din formă analogică în formă digitală nu mai este efectuată de către aparatul de măsură analogic ci de către o componentă electronică distinctă (placă de achiziție de date) montată în calculator.

Plăcile de achiziție de date utilizate în sistemele de măsurare computerizate pot îndeplini mai multe dintre următoarele funcții:

1. *intrare analogică* (măsurarea unui semnal, sub forma unei tensiuni electrice, provenit de la un traductor aflat în sistemul studiat);

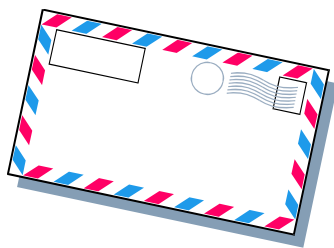
1. *ieșire analogică* (generarea unui semnal, sub forma unei tensiuni electrice care să comande un element de acționare din sistemul monitorizat);
2. *comunicații digitale* (primirea și emiterea de valori în formă binară, reprezentând date sau coduri ale unor comenzi, transmise sub forma unor impulsuri TTL între placa de achiziție de date și alte componente ale sistemului computerizat). Comunicațiile digitale pot fi utilizate și pentru măsurări sau generări de semnale în cazul în care traductorul sau elementul de acționare au o funcționare descrisă de o stare logică binară (comutatoare cu două poziții, întrerupătoare, relee, diode electroluminiscente etc);
3. *numărare / cronometrare* (primirea și emiterea de semnale sub formă de serii de impulsuri TTL în care informația este conținută în numărul de impulsuri din serie sau în frecvența acestora).

O placă de achiziție fără software-ul aferent ar fi complet inutilă și foarte greu de programat și configurat. Pachetul software utilizat în acest scop este *LabVIEW* și *NI-DAQ* creat de National Instruments.

ÎNTREBĂRI ȘI PROBLEME

1. În ce constă *un sistem de măsurare cu comunicație serială*?
2. În ce constă *un sistem de măsurare cu comunicație paralelă*?
3. Care sunt funcțiile pe care le poate îndeplini o placă de achiziție?
4. Se consideră o placă de achiziții de date cu rata maximă de eșantionare de 1MS/s cu ajutorul căreia se măsoară 10 semnale. Care este rata de eșantionare efectivă pe fiecare canal de măsurare?
5. Să se realizeze reprezentarea grafică a unui semnal sinusoidal descrescând de un convertor pe 4 biți.
6. Ce reprezintă *lățimea de cod*?
7. Care este cauza erorilor de tip *alias*?
8. Definiți parametrul *DNL*.
9. În ce se exprimă *precizia relativă*?
10. Care sunt avantajele utilizării mediului de programare grafică LabVIEW?
11. În ce situație este necesară implementarea software-ului NI-DAQ?
12. Cum se realizează *Graphical User Interface*?
13. Ce semnificație are o *frecvență de eșantionare* aleasă corect?





TEMĂ: Plăci de achiziții de date

- Se alege o anumită placă de achiziții de date și se vor determina toate caracteristicile acesteia.
- Se utilizează adresa www.ni.com, care poate fi una din sursele de unde se pot obține aceste informații.
- Datele astfel obținute se vor îndosaria și se vor preda profesorului coordonator.