

STAȚIE AUTOMATĂ CU MICROCONTROLLER INDUSTRIAL ȘI INTERFAȚĂ GRAFICĂ DE ACHIZIȚIE PENTRU MĂSURAREA TIMPILOR PROPRII DE ACȚIONARE ȘI REVENIRE AI RELEELOR ELECTROMAGNETICE

Dr. Ing. Leonard LAZĂR
Prof. Dr. Ing. Florin IONESCU

lazarleo@yahoo.com, S.C. LOTUS Telecom București
florstef@yahoo.com, Universitatea Politehnica din București

Timpii proprii de acționare și revenire ai releelor electromagnetice sunt doi parametri importanți în cadrul aplicațiilor de timp (relee de timp, automate programabile de timp), care afectează în mod direct temporizările efectuate și limitează frecvența de comutație la ieșirea unor astfel de echipamente. Se impune, deci, cunoașterea cu o precizie cât mai mare a acestor durate de timp, în vederea compensării și obținerii unor temporizări afectate de erori cât mai mici.

Stația automată descrisă în acest articol utilizează pentru măsurarea timpilor proprii de acționare și revenire un microcontroller industrial din seria AVR, principiul adoptat fiind cel al numărătorului universal; precizia de măsurare se situează în jurul valorii de ± 100 ppm și se datorează numai bazei de timp a microcontrollerului (cristalului de cuarț). Valorile obținute în urma măsurătorilor efectuate (cu și fără diodă de regim liber la bornele înfășurării releului) sunt transmise serial către calculator, unde prin intermediul unei interfețe grafice realizată în Visual Basic 6, sunt prelucrate și stocate într-o bază de date de tip "Acces". Interfața permite setarea numărului de acționări care vor fi efectuate de releul electromagnetic și furnizează câteva elemente de interes: valorile de timp minime și maxime, media aritmetică, etc. După terminarea măsurătorilor, pe baza valorilor obținute, este generat un diagnostic al releului testat. Introducerea diodei de regim liber la bornele înfășurării releului care se testează este făcută automat printr-un releu electromagnetic suplimentar, care este controlat de microcontroller în urma unor comenzi seriale transmise prin programul rulat de PC.

Action and release time of electromagnetic relay are two main in time delay application (time relays, programmable time systems) which affects timing and limit output switching frequency. It is necessary to know time intervals with accuracy to achieve a good timing with minimum errors.

Automatic device described by this papers uses an AVR microcontroller to measure action and release timing, the adopted method is about universal counter. Measure accuracy is near ± 100 ppm and is given by microcontroller time base. Data results, with or without free running diode are serial transmitted to computer, where graphical interface software, done by Visual Basic 6, are processed and stored in data base "Acces" type. Graphical interface sets the number of electromagnetic relay on/off cycle and show the results: minimum and maximum timing, mean timing, etc. For statistical purposes, data base maded can be easy exported, for example in "Excel" format. After finish testing, it is an automatic task. Free running diode of testing electromagnetic relay terminals is an automated task by additional electromagnetic relay wich is driven by microcontroller using serial communication.

Pentru măsurarea timpilor de acționare și revenire ai releelor electromagnetice a fost dezvoltată o instalație experimentală automată care efectuează un număr specificat de măsurători, achiziția rezultatelor obținute fiind făcută într-o bază de date de tip "Acces", gestionată prin intermediul unei interfețe grafice realizată cu ajutorul programului Visual Basic 6.0. În timpul măsurătorilor sunt afișate câteva date statistice, cum ar fi valorile minime și maxime și mediile aritmetice obținute, pentru duratele de timp de acționare și revenire în cazul existenței și inexistenței diodei de regim liber la bornele bobinei releului care se testează. Schema electrică este prezentată în figura 2, iar interfața grafică în figura 3.

Principiul de măsurare al timpului de acționare constă în utilizarea unui timer (timer1) al

microcontrolerului AT90S2313-10PI, pornirea acestuia în momentul aplicării unei tensiuni de comandă la bornele înfășurării releului electromagnetic și oprirea în momentul închiderii contactului normal deschis al acestuia. Rezultatul măsurării (valoarea timer-ului) este transmis serial către calculator, unde este prelucrat și afișat într-o interfață grafică. Pentru măsurarea timpului de revenire este utilizat același timer, care este pornit în momentul anulării tensiunii de comandă a releului (blocarea tranzistorului de comandă T_2 figura 3) și oprit în momentul revenirii (închiderea contactului normal închis al releului). Rezultatul obținut este de asemenea transmis serial către PC.

Comenzile de acționare și revenire ale releului electromagnetic sunt generate de programul rulat de PC; la nivelul microcontrolerului, comenzile sunt interpretate și executate prin intermediul unui interpretor de comenzi.

În figura 1 este prezentată organigrama programului rulat de microcontroler.

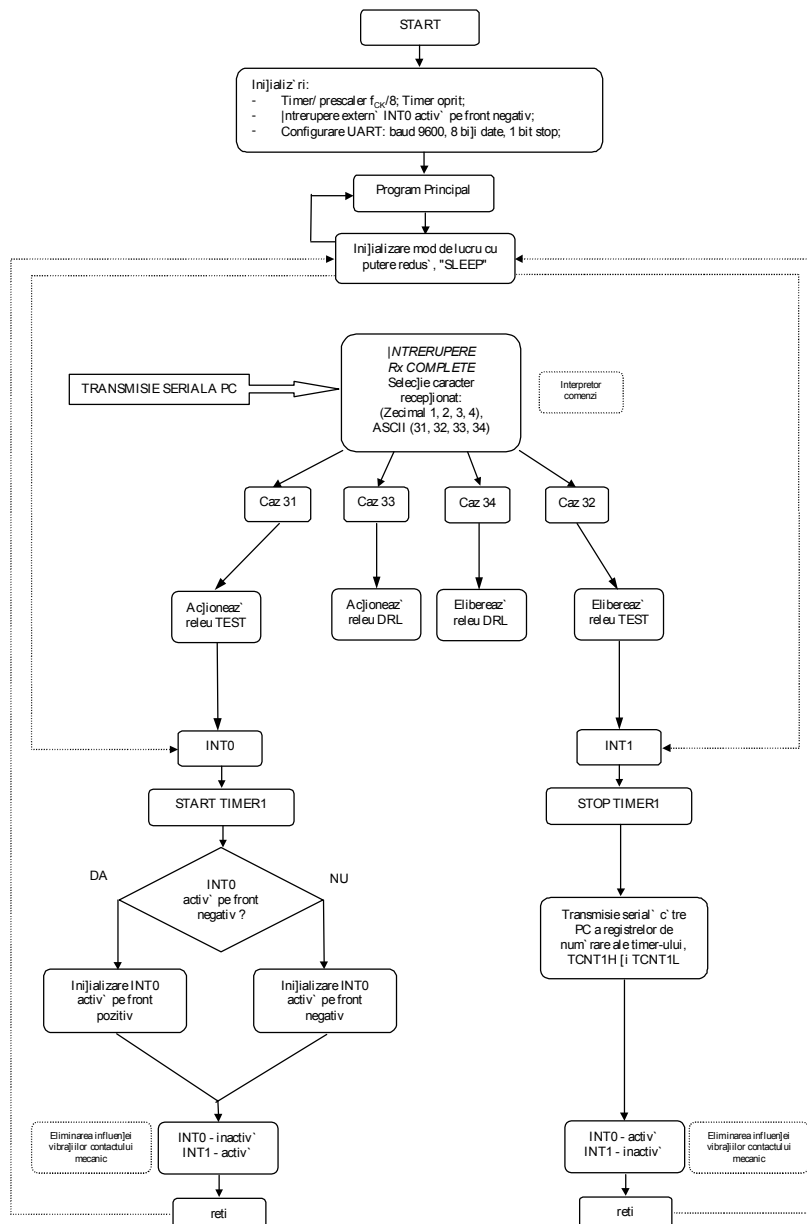


Fig.1 Organigrama programului rulat de microcontroler pentru măsurarea duratelor de timp de acționare și revenire ale unui releu electromagnetic

Interfața grafică de achiziție este prezentată în figura 3 și cuprinde următoarele controale și elemente grafice importante:

- controlul "Grid1" etichetat "TABEL TIMPI PROPRII DE ACȚIONARE ȘI REVENIRE (μ s)", prin intermediul căruia se poate vizualiza baza de date în care se stochează valorile măsurate; configurația este cu 5 câmpuri (5 coloane) denumite Nr crt (Număr curent), Timp ACT (Timp Acționare), Timp REV (Timp Revenire), Timp Act_DRL (Timp Acționare cu dioda de regim liber conectată la bornele bobinei releului care se testează) și Timp Rev_DRL (Timp Revenire cu dioda de regim liber conectată la bornele bobinei releului care se testează);
- controlul "DATA1" etichetat "Navigare Baza Date" prin intermediul căruia poate fi parcursă baza de date afișată în controlul "Grid1"; săgețile laterale permit deplasarea pe verticală cu o singură poziție/ apăsare și saltul la prima sau ultima linie a bazei de date;
- controlul "Text" etichetat "Număr Acționări" prin care se specifică numărul de acționări pe care le va efectua releul testat; incrementarea și decrementarea valorii afișate sunt realizate prin intermediul controlului de tip "SpinButton" aferent (elementul grafic cu săgeți verticale);
- controlul de tip "CommandButton" etichetat "START" prin care este inițiat procesul de măsurare;
- controlul de tip "CommandButton" etichetat "RESET" prin care baza de date și datele statistice sunt șterse, programul revenind în starea inițială;
- elementul grafic de tip "Frame" etichetat "DATE STATISTICE", care cuprinde etichete de afișare ale diverselor valori măsurate (valori minime, maxime, medii aritmetice, etc.);

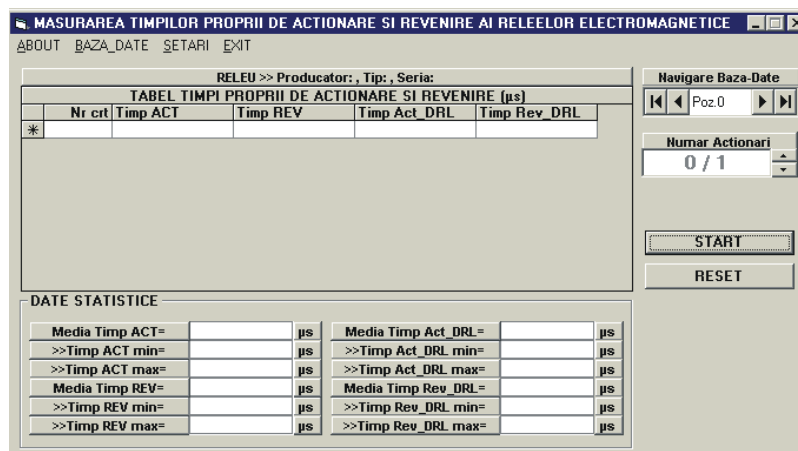


Fig. 3 Interfața grafică de achiziție

Meniul "SETARI" permite afișarea unei ferestre predefinite (figura 4) în care utilizatorul poate efectua câteva setări: alegerea portului serial și rata de baud a comunicației, date despre releul testat (producător, tip releu, serie de fabricație), precum și duratele de timp ale comenzilor de acționare și revenire pentru releul testat; aceste valori vor fi scrise în regiștrii calculatorului (deci memorate și pe perioadele în care calculatorul nu este alimentat) și refăcute automat la lansarea în execuție a programului;

După efectuarea măsurătorilor este generat un diagnostic al releului testat în funcție de rezultatele obținute, care stabilește practic calitatea sau gradul de uzură al releului electromagnetic; mesajele transmise sunt date în figurile 5 și 6.

ATEE - 2004

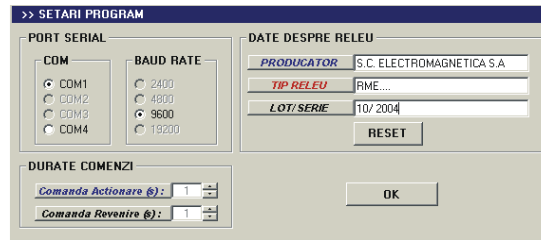


Fig. 4 Forma de lucru în care sunt realizate setările



Fig. 5 Mesajul în cazul unui releu stabil

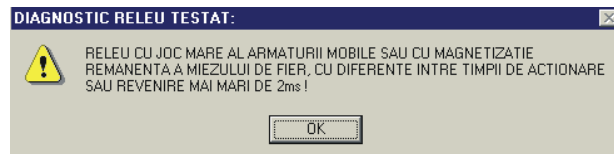


Fig. 6 Mesajul în cazul unui releu instabil

Pentru obținerea unor date statistice mai ample, baza de date creată poate fi ușor exportată și prelucrată într-un utilitar "Office" (spre exemplu "Microsoft Excel").

SPECIFICAȚII SOFTWARE PENTRU PROGRAMUL RULAT DE CALCULATOR

Salvarea și refacerea setărilor în/ din regiștrii calculatorului:

Comanda de salvare utilizată: **SaveSetting** (*appname, section, key, setting*)

Comanda de refacere utilizată: **GetSetting** (*appname, section, key[, default]*)

Detecția porturilor seriale existente la nivelul sistemului:

Această operație constă în încercarea de deschidere pe rând a unui port și închiderea acestuia, comenzile fiind asistate de un "handler de erori". Dacă portul testat se poate deschide, înseamnă că există; în acest caz handler-ul de erori intervine numai dacă portul era deja deschis (de o altă aplicație), furnizând o comandă de închidere. Dacă portul testat nu există, încercarea de deschidere va genera o eroare la nivelul sistemului de operare, care va fi inhibată însă de handler-ul de erori, și va permite aplicației să ruleze în continuare. Ca exemplu, se prezintă testarea existenței portului COM1:

TEST_COM1:

```
MSComm1.CommPort = 1 ' assignare număr port serial
```

```
On Error GoTo Handle_Error_1 ' dacă la execuția următoarei linii sistemul de operare generează o 'eroare, se face un salt la "handler-ul" de tratare a erorii; în caz contrar, portul se deschide, după care se 'închide
```

```
MSComm1.PortOpen = True
```

```
MSComm1.PortOpen = False
```

.....

```
Handle_Error_1: ' se testează numărul erorii generate de sistemul de operare
```

```
Select Case Err.Number
```

```
Case 8002 ' port inexistent
```

```
MsgBox "NU exista COM1 !", 0 + 48, "ERROR !" ' mesaj de eroare de inexistență a portului
```

```
Form2.Option1.Value = False ' port indisponibil utilizatorului
```

```
Form2.Option1.Enabled = False
```

```
Case 8005 ' port deja deschis
```

MSComm1.PortOpen = False ' închidere port
End Select

Transmisia serială:

Se transmite serial către microcontroler comenzile de acționare și revenire pentru releul electromagnetic care se testează și pentru releul care introduce în circuit dioda de regim liber (tabelul 1):

Tabel 1 Comenzile pentru acționarea și revenirea releelor electromagnetice

Valoare zecimală	Valoare ASCII	Descriere comandă
"1"	31	Acționare releu electromagnetic testat
"2"	32	Revenire releu electromagnetic testat
"3"	33	Acționare releu care introduce DRL
"4"	34	Revenire releu care introduce DRL

Recepția Serială:

Controlul MSComm1 al interfeței de achiziție are proprietatea RThreshold=2, prin care acesta va genera o întrerupere la fiecare două caractere recepționate, acestea reprezentând valorile registrelor de numărare ale microcontrolerului. Tratarea întreruperii de recepție și calculul valorii de timp:

```
Select Case MSComm1.CommEvent ' Selecție eveniment de port serial, Recepție
Case comEvReceive
sir = MSComm1.Input ' șirul recepționat este transferat variabilei "sir" de tip șir de caractere ("String");
n1 = Left$(sir, 1) 'MSB (TCNTH μC) primul caracter se atribuie variabilei n1 de tip "String"
n2 = Right$(sir, 1) 'LSB (TCNTL μC) al doilea caracter se atribuie variabilei n2 de tip "String"
val1 = Asc(n1) ' conversie ASCII
val2 = Asc(n2) , conversie ASCII
Val_timp = (256# * val1 + val2) * 8# * 0.13563368
' 8=valoarea prescalerului pentru Timer-ul microcontrolerului;
' 0,13563368 (μs) este valoarea ciclului mașină al microcontrolerului;
End Select
```

Valoarea de timp obținută va fi afișată în coloana corespunzătoare din controlul DBGrid 1.

CONCLUZII ÎN URMA MĂSURĂTORILOR EFECTUATE

- timpul de revenire al unui releu electromagnetic crește prin introducerea diodei de regim liber de cel puțin două ori;
- cu cât rezistența înfășurării este mai mare, descărcarea bobinei prin dioda de regim liber este mai lentă, consecința fiind creșterea timpului de revenire al releului;
- atât timpul de acționare cât și cel de revenire variază semnificativ de la o măsurare la alta, (din cauza construcției mecanice) obținându-se diferențe de timp chiar și de ordinul milisekundei în condițiile în care tensiunea de alimentare a bobinei este stabilizată; în cazul releelor electronice de timp care utilizează ca elemente de ieșire rele electromagnetice, nu pot fi obținute temporizări cu erori mai mici de 1ms;
- variații de până la 0,5 ms pentru duratele de timp de acționare și revenire pot fi obținute și datorită poziției de lucru a releului electromagnetic;

Compensarea timpului de acționare al releelor electromagnetice utilizate în cadrul releelor de timp devine importantă în cazul temporizărilor mici, de ordinul zecilor, sutelor de milisekunde sau chiar secunde. De exemplu, în cazul unei temporizări impuse cu valoarea de o secundă, eroarea obținută poate atinge valoarea de 1%, iar în cazul unei temporizări de 100ms eroarea poate ajunge la 10%, valori datorate în exclusivitate releului electromagnetic. Pentru temporizări mai mici de o secundă erorile devin nepermise de mari și se impune compensarea timpului propriu de acționare al contactelor releului electromagnetic. Releele electronice la care această compensare este obligatorie sunt în general cele de protecție.