

STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND PROIECTAREA ȘI REALIZAREA UNUI PROTOTIP AL UNUI TRADUCTOR DE PRESIUNE

CRĂCIUN Daniel¹

Conducător științific: Prof. dr. ing. Tom SAVU

REZUMAT: Lucrarea prezintă cercetări constructiv-tehnologice și funcționale privind proiectarea și realizarea unui prototip al unui traductor de presiune utilizat în circuitul pneumatic al unei prese cu comandă computerizată. În proiectare s-a ținut cont de presiunea maximă din circuit, de 8 atm, presiune generată de un compresor. Proiectarea a demarat de la utilizarea senzorului NXP MPX5999D care poate măsura o presiune de până la 10 atm. După întâmpinarea unor probleme de construcție a carcasei s-a ales o variantă de carcasă care să integreze senzorul cât mai eficient. Carcasa s-a compus din 4 componente dintre care 3 s-au prelucrat pe strungul SN320 din semifabricat bară. S-a testat, etalonat și folosit senzorul în ansamblul TRADUCTOR DE PRESIUNE, traductor care transmite date către microcontrolerul Arduino conectat la un computer. Pe baza datelor primite s-a determinat presiunea circuitului dar și forța cu care tija cilindricului pneumatic deformează semifabricatul.

CUVINTE CHEIE: prototip, traductor, senzor, presiune, computer

1 INTRODUCERE

În anul 2016 a fost proiectată și realizată o presă pneumatică comandată de către computer. La momentul respectiv nu s-a reușit montarea pe presă a unui traductor de presiune. Prezența unui astfel de traductor s-a considerat a fi utilă atât pentru măsurarea presiunii aerului din circuitul pneumatic al preseii, dar și pentru studiul variației forței exercitate de pistonul preseii în timpul unor diferite prelucrări.

S-au studiat soluțiile constructive de traductor de presiune care funcționează la presiunea maximă a aerului din circuitul pneumatic, de 8 atm, și care sunt rentabile din punct de vedere al prețului. În urma studiilor s-a găsit o variantă de traductor care funcționează până la 10 atm însă costul achiziționării acestuia nu este foarte mic.

S-a luat în calcul posibilitatea proiectării și realizării unui traductor, dar pentru că din acest ansamblu face parte un senzor de presiune ce conține un material elastic de dimensiuni foarte mici cât și o parte electrică care nu s-au putut realiza ușor s-a decis achiziționarea unui senzor de presiune care îndeplinește cerințele de mai sus.

S-a achiziționat senzorul NXP (FREESCALE) MPX5999D care are domeniul de măsurare de la 0 până la 1000 kPa și măsoară presiunea relativ.

2 PROIECTAREA TRADUCTORULUI

În proiectare s-au stabilit câteva reguli precum:

- Montarea senzorului să se facă ușor;
- Să existe un orificiu pentru comunicarea cu aerul din atmosferă;
- Carcasa să reziste la o presiune a aerului de 8 bari;
- Asamblarea carcasei să fie etanșă;
- Carcasa să fie prevăzută cu un filet pentru asamblarea traductorului într-un racord T.

Înainte de proiectarea propriu-zisă s-a realizat o schiță a carcasei (fig. 1).

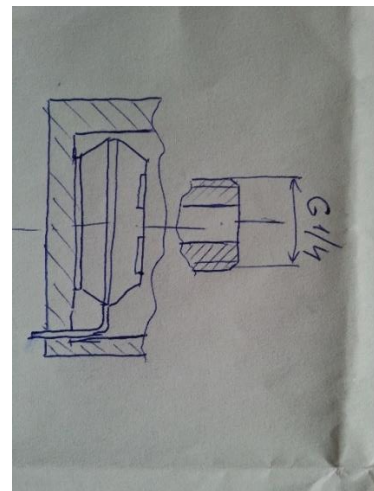


Fig. 1. Schița carcasei

Pentru a înțelege mai bine cum funcționează senzorul de presiune s-a analizat documentația tehnică a acestuia.

Conform documentației senzorul trebuie alimentat la o tensiune de 5 V, presiunea P1 trebuie să fie mai mare sau egal cu presiunea P2, unde P1 este presiunea din circuitul pneumatic, iar P2 este presiunea aerului din atmosferă (fig.2) [1].

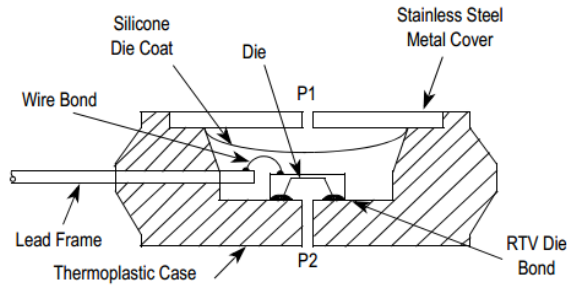


Fig. 2. Secțiune transversală prin senzor [1]

Precizia de măsurare este de $\pm 2,5\%$ din diferența dintre tensiunea de ieșire când presiunea este maximă și tensiunea de ieșire când presiunea este minimă [1].

Presiunea maximă de funcționare este de 4000 kPa și temperatura de operare și de depozitare este de la $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ până la $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Schema bloc prezintă în figura de mai jos s-a folosit pentru a înțelege cum funcționează circuitul intern integrat (fig.3).

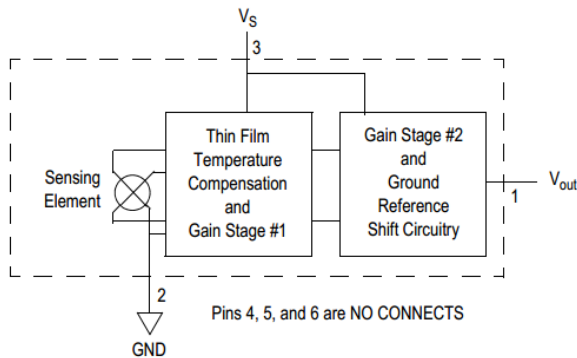


Fig. 3. Schema bloc a circuitului intern integrat [1]

Pe baza documentației s-a realizat un set de schițe și un model 3D pentru părțile componente ale carcasei (fig.4, fig.5, fig. 6).

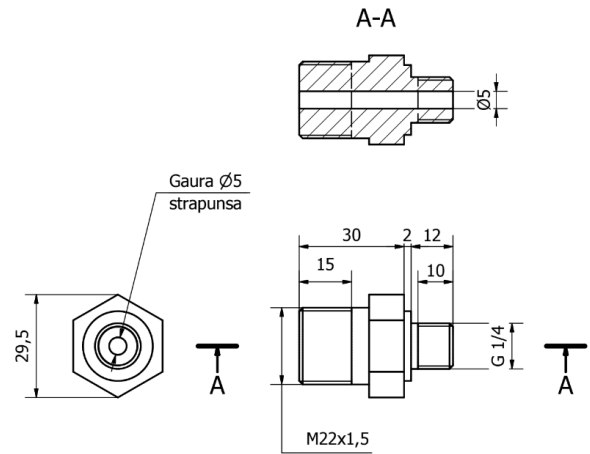


Fig. 4. Niplu carcasă

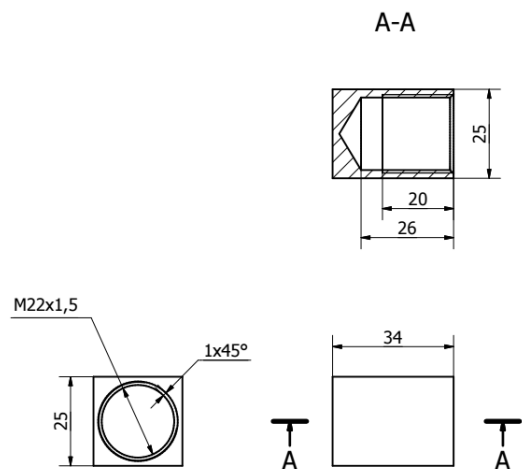


Fig. 5. Incintă senzor

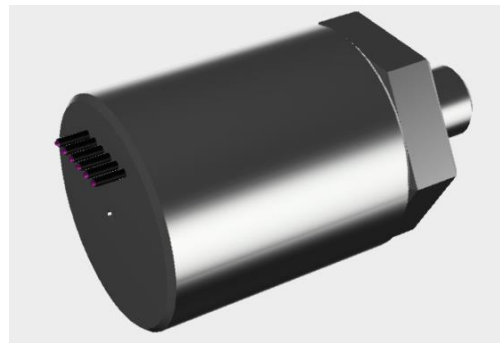


Fig. 6. Model 3D

Mai departe proiectarea s-a bazat pe deținerea unui adaptor niplu de la filet $G \frac{1}{2}$ la M36 din oțel inoxidabil.

S-au studiat mai multe modele de traductoare de presiune printre care seria A2 de la Ashcroft de traductoare de presiune industriale, modelul PX2CG1XX010BSCHX de la HONEYWELL. De asemenea s-a luat legătura cu organizația SYSCOM, organizație care produce printre altele și traductoare de presiune relative, absolute dar și diferențiale. Această organizație a oferit un catalog

în care s-au studiat câteva variante constructive de carcasă ale traductoarelor.

Pe baza studiilor s-a decis să se modifice incinta senzorului și adaptarea acesteia astfel încât asamblarea unei mufe să fie posibilă (fig. 7, fig.8).

Deoarece asamblarea unei mufe și existența orificiului pentru comunicarea senzorului cu aerul atmosferic au făcut dificilă proiectarea carcasei s-a decis proiectarea unei piese de tip adaptor care să fie asamblată cu incinta senzorului. Adaptorul s-a prevăzut cu două filete, unul interior M16 pentru a fi folosit la asamblarea mufei și unul exterior M42 pentru asamblarea cu incinta senzorului. De asemenea s-a realizat o gaură străpunsă de diametru $\phi 2$ mm prin care aerul atmosferic va pătrunde.

Asamblarea incintei senzorului și a adaptorului a presupus proiectarea unei piese de revoluție cu filet interior M42.

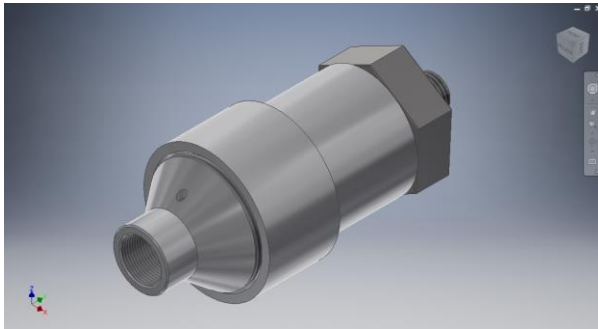


Fig. 7. Model 3D modificat

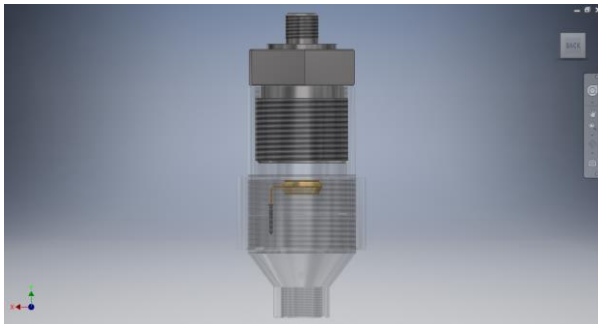


Fig. 8. Model 3D modificat transparent

S-a realizat o schiță pentru a cunoaște dimensiunile de gabarit ale traductorului, pentru a oferi o vedere în secțiune a interiorului traductorului dar și pentru a avea o referință în momentul în care prelucrăm piesele componente (fig.9).

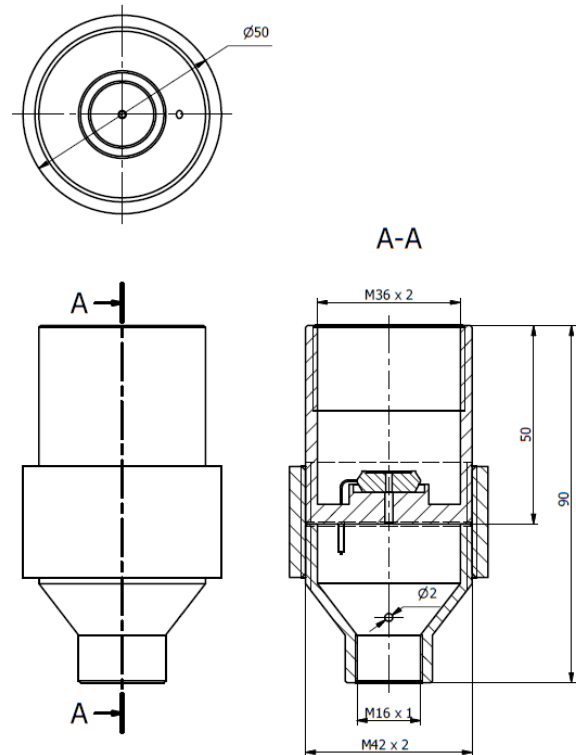


Fig. 9. Schița ansamblului

Odată ce proiectarea a fost finalizată s-a trecut la etapa următoare și anume realizarea componentelor carcasei.

¹ Specializarea Tehnologia Construcțiilor de Mașini, Facultatea IMST;

E-mail: danielcraciun14@gmail.com;

3 REALIZAREA TRADUCTORULUI

În vederea realizării componentelor carcasei s-a realizat desenul de execuție al incintei senzorului (fig.10).

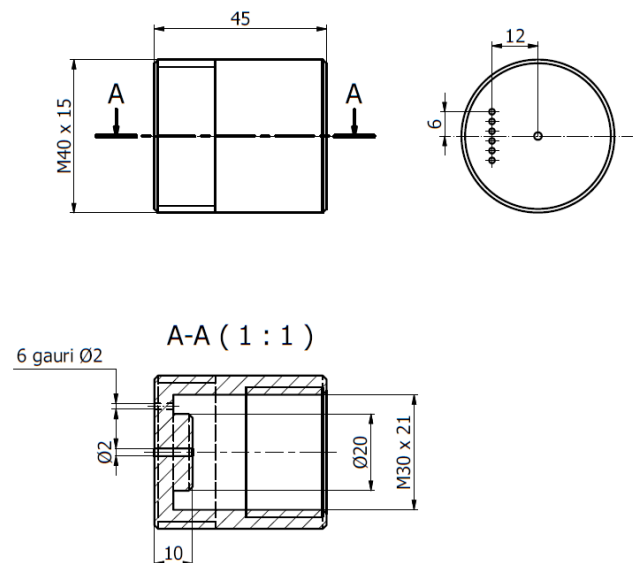


Fig. 10. Desen de execuție incintă senzor

Dimensiunile din desenul de execuție de mai sus au fost relative iar cele reale s-au specificat în capitolul anterior. Acestea au fost relative pentru că s-au raportat la niplul menționat anterior și au fost condiționate de semifabricatul bară care a fost achiziționat ulterior.

S-a utilizat semifabricat bară din Duraluminiu de diametru $\phi 42$ și $\phi 50$ pentru că este un aliaj ușor și de o duritate suficientă pentru a rezista presiunii circuitului pneumatic al preseii.

Prelucrările s-au realizat pe strungul SN320, mașina de frezat și găurit FUS32.

3.1 Prelucrări inițiale

Semifabricatul de lungime de 120 mm s-a debitat pe trei lungimi de 50 mm, 40 mm și de 30 pentru obținerea componentelor carcasi.

Prelucrările au constat în operații precum: Găurire $\phi 10$ mm / 35 mm (fig.11), Strunjire interioară de degroșare $\phi 36$ (fig.12), Filetare interioară M36 x 2 (fig.13), Găurire $\phi 2$ (fig.14), pentru incinta senzorului (fig.15, fig. 16), Filetare exterioară M42 x 2.



Fig. 11. Găurire $\phi 10$



Fig. 12. Strunjire degroșare $\phi 36$



Fig. 13. Filetare interioară M36



Fig. 14. Găurire $\phi 2$



Fig. 15. Incinta senzorului



Fig. 16. Detaliu incinta senzorului

Pentru adaptor s-au făcut următoarele prelucrări: Găurire, Strunjire interioară de degroșare (fig.17), Strunjire interioară conică, Strunjire exterioară conică (fig.18), Filetare exterioară (fig.19).



Fig. 17. Strunjire interioară de degroșare

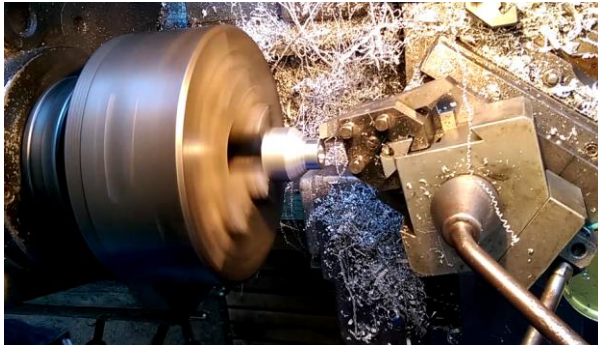


Fig. 18. Strunjire exterioră conică



Fig. 19. Filetare exterioră

Piesa de revoluție ce assemblează cele două piese prelucrate anterior s-a prezentat în figura următoare (fig.20).

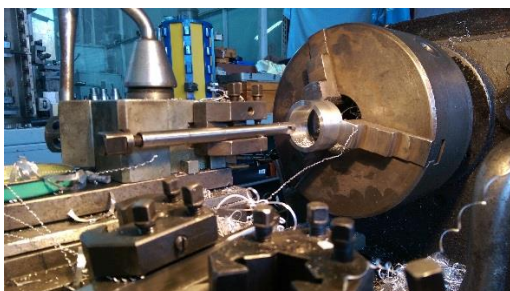


Fig. 20. Piesa de revoluție

Piesele s-au prelucrat și asamblat cu succes (fig.21, fig.22).



Fig. 21. Piesa componente



Fig. 22. Piesele asamblate

3.2 Prelucrări ulterioare

S-au făcut primele încercări pentru montarea senzorului în incintă. Trei dintre cei șase pini ai senzorului au fost tăiați deoarece nu erau configurați. S-au conectat la cabluri de culori diferite pentru a cunoaște rolul fiecăruia (fig.23).



Fig. 23. Senzor cablat

Senzorul cablat s-a montat și izolat în incintă (fig.24).

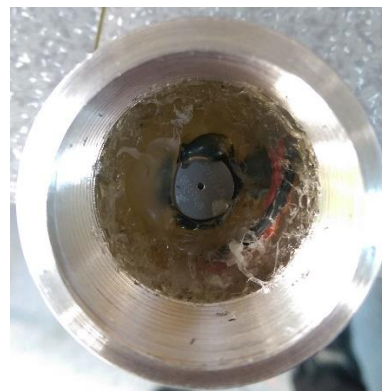


Fig. 24. Senzor montat

S-a testat și s-a observat că traductorul pierde presiune prin orificiul de pe baza incintei, motiv pentru care s-au realizat prelucrări ulterioare.

Pentru a asigura etanșeitatea s-a ales o garnitură O ring cu diametrul exterior $\phi 18$ mm și interior $\phi 14$ mm pe care va fi așezat senzorul. S-a prelucrat un locaș pe mașina de frezat FUS 32 în care s-a așezat garnitura și senzorul (fig.25).



Fig. 25. Prelucrare locaș

Pentru a asigura etanșeitatea s-a ales o garnitură O ring cu diametrul exterior $\phi 18$ mm și interior $\phi 14$ mm pe care va fi așezat senzorul. S-a prelucrat un locaș pe mașina de frezat FUS 32 în care s-a așezat garnitura și senzorul (fig.25).

S-a montat garnitura în locaș și senzorul peste garnitură. Etanșeitatea va fi asigurată cu ajutorul unui adeziv termo-fuzibil topit. Ca senzorul să fie presat pe garnitură s-a folosit un tub de PEX-Al, care a protejat orificiul senzorului de adezivul topit (fig.26).

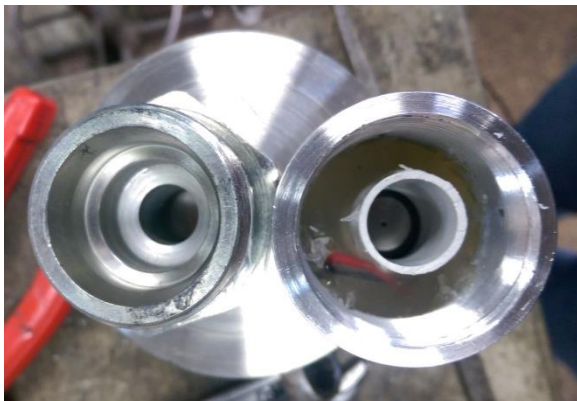


Fig. 26. Senzorul montat în incintă

4 CONECTAREA TRADUCTORULUI

S-a montat traductorul de presiune în circuitul pneumatic cu ajutorul unui racord T (fig.27) iar conexiunea cu placa de achiziție DAQ N.I. s-a făcut cu ajutorul unei mufe cu trei pini (fig.28).



Fig. 27. Conexiune în racord T



Fig. 28. Mufă cu trei pini

Conexiunea la placa de achiziție s-a făcut conectând cablurile precum în figurile de mai jos (fig.29, fig. 30).



Fig. 29. Conexiune GND (negru) și Vs(roșu)



Fig. 30. Conexiune V_{OUT} (portocaliu dr.)

Placa de achiziție s-a conectat la PC prin mufa USB și s-a măsurat presiunea din circuit folosind LabVIEW.

Configurarea plăcii de achiziție de date s-a realizat în Measurement & Automation Explorer (fig. 31).

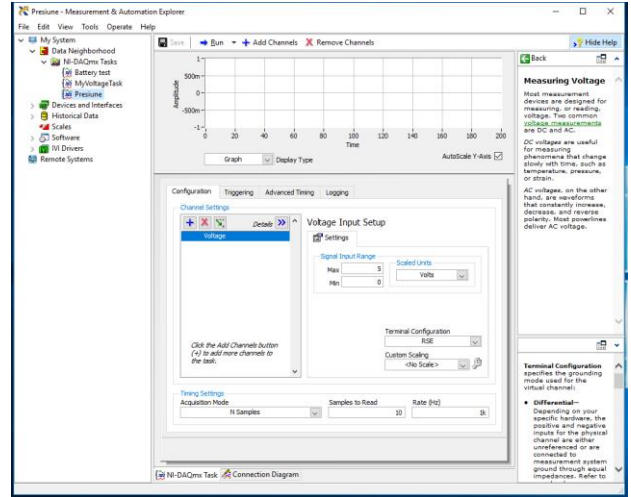


Fig. 31. Configurare DAQ N.I

Cu ajutorul unui VI LabVIEW s-a transformat semnalul transmis de senzor în kPa și folosind ecuația de transfer în bar (fig.32, fig.33).

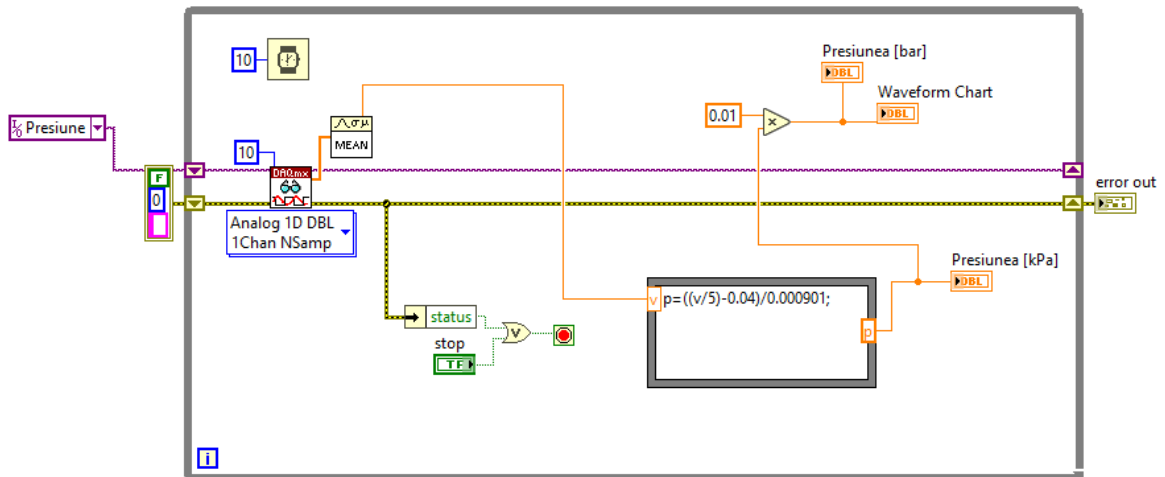


Fig. 32. Schema bloc a VI

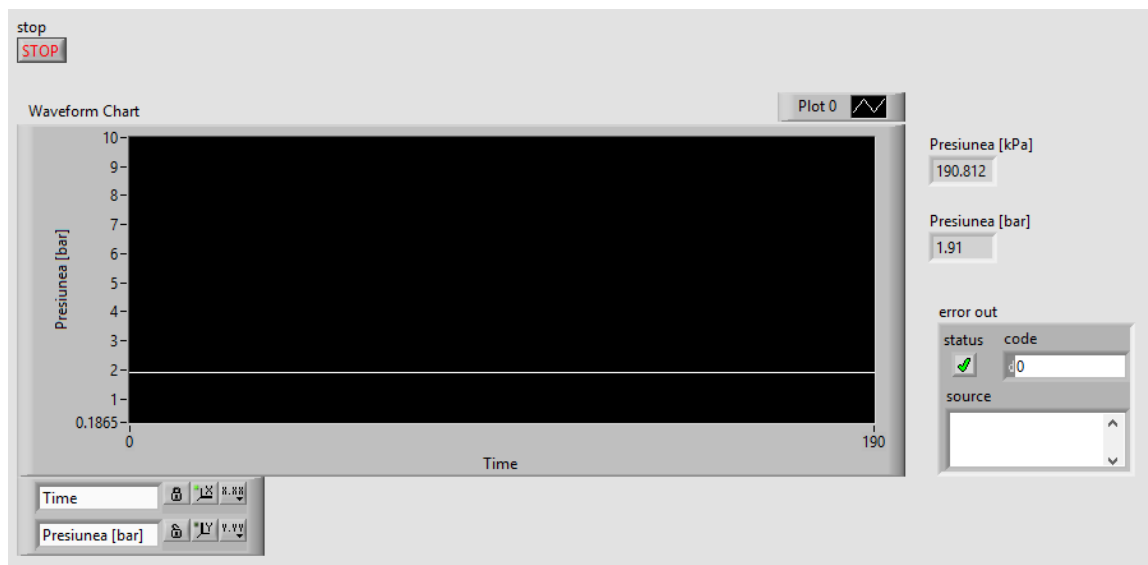


Fig. 33. Panou frontal VI

Din acest punct s-a măsurat presiunea circuitului pneumatic al presei mai precis decât cu un mijloc de măsurare analog precum un manometru.

S-a adăugat în schema bloc a VI ecuația pentru calculul forței exercitate în momentul în care pistonul împinge o sarcină (fig. 34, fig.35).

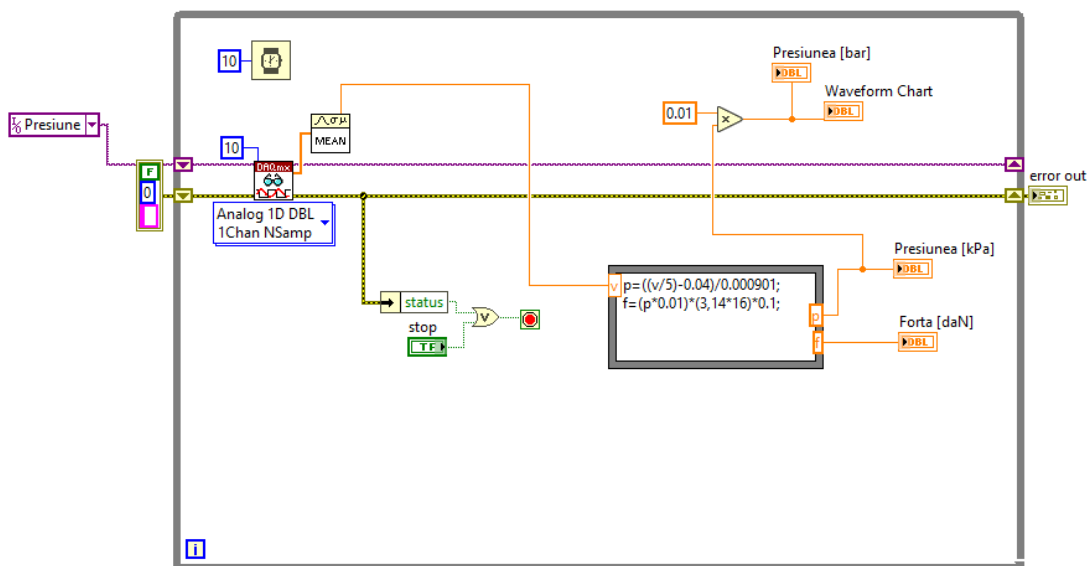


Fig. 34. Schema bloc, calculul forței

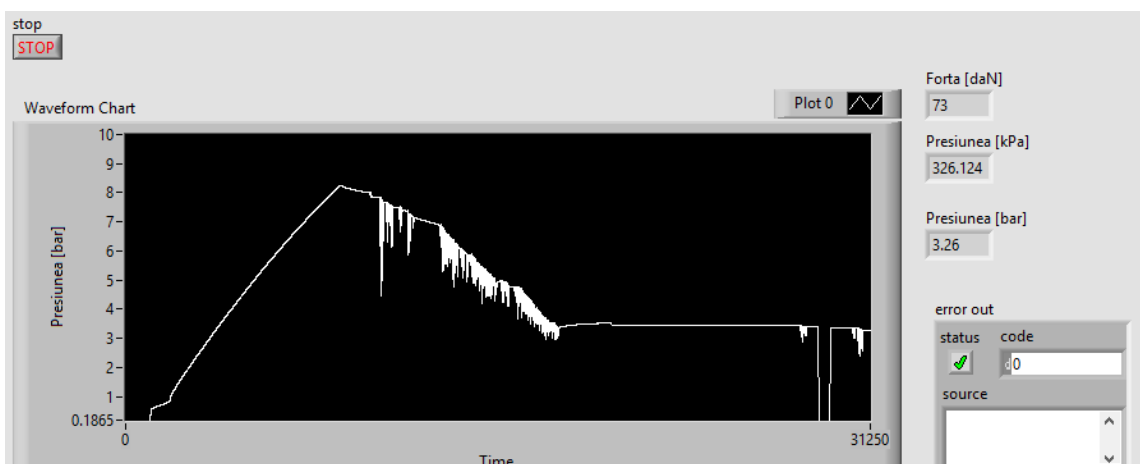


Fig. 35. Panou frontal, calculul forței

5 CONCLUZII

Traductorul de presiune care a fost proiectat și realizat funcționează corect și s-a utilizat pentru determinare presiunii circuitului pneumatic al presei pneumatice cu comandă computerizată cât și a forței cu care tija cilindrului deformează semifabricatul.

Ulterior se va putea monta traductorul pe batiul presei și se va adapta programul pentru microcontrolerul Arduino.

6 MULȚUMIRI

Autorul dorește să mulțumească conducătorului științific pentru sprijinul acordat în realizarea lucrării, dlor Nicolae ZMARANDACHE și Constantin DRAGU pentru suportul acordat în prelucrarea pieselor componente și dlui Bogdan JUGRAVU.

7 BIBLIOGRAFIE

- [1]. <http://www.tme.eu/ro/> Accesat în perioada 06.05.2016-11.05.2017.
- [2]. <http://www.airtechsolutions.ro/> Accesat în perioada 06.05.2016-11.05.2017.
- [3]. <https://www.ni.com/labview/> Accesat în perioada 06.05.2016-11.05.2017.
- [4]. <http://www.ni.com/data-acquisition/> Accesat în perioada 06.05.2016-11.05.2017.
- [5]. <http://www.syscom.ro/> Accesat în perioada 01.03.2017-11.05.2017.
- [6]. <http://www.ashcroft.com/> Accesat în perioada 01.03.2017-11.05.2017.