

Preskuševališče za testiranje pedalnega sklopa

Test Stand for Brake Pedal Tests

Janko Kernc - Tomaž Jurejevčič

Preskušanje za potrebe razvoja in/ali verifikacije serijskega izdelka je nujno potreben del postopka industrializacije izdelka pri razvojnem dobavitelju. Razvojna preskušanja so namenjena predvsem temu, da podajajo potrebne informacije med razvojem izdelka. Verifikacijska preskušanja morajo kupcu dokazati, da bo izdelek zadovoljil vse njegove zahteve. Tovrstni postopki se največkrat pojavljajo pri dobaviteljih avtomobilске industrije. Prispevek prikazuje primer verifikacijskega preskušanja zavornega pedala za mednarodno podjetje proizvodnje vozil.

© 1999 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

(Ključne besede: pedali zavorni, preskušanje, verige merilne, inštrumenti navidezni)

Testing for the purpose of development and/or serial product verification is a required part of the product industrialization at a development contractor company. Development testing should provide the data needed during the development, whereas the verification tests should prove to the customer, that the product satisfies all the necessary requirements. These procedures are the most common with vehicle manufacturers' contractors. This paper shows an example of a brake pedal verification test for an international vehicle manufacturer.

© 1999 Journal of Mechanical Engineering. All rights reserved.

(Keywords: brake pedals, testing, mechanical measurements, virtual instruments)

0 UVOD

Razvojni dobavitelj, posebej v avtomobilski industriji, običajno prevzame industrializacijo celotnega sklopa vozila. To pomeni načrtovanje, konstruiranje, serijsko proizvodnjo, dobavo in servisiranje sklopa v celotni dobi trajanja izdelka. V okviru konstrukterskih postopkov je zelo pomemben del preskušanje, ki ga lahko v grobem razdelimo na dva dela: razvojno preskušanje in verifikacijsko preskušanje.

Ko razvojni dobavitelj razvije izdelek do te mere, da je primeren za serijsko proizvodnjo, se izdelka manjša serija izdelkov pod serijskimi pogoji. Ti izdelki so namenjeni za ugotavljanje začetnih parametrov serijske proizvodnje, to je npr. stabilnost kritičnih parametrov (dimenzij, toleranc, kakovosti površin ipd.) izdelka med serijsko proizvodnjo, pa tudi za funkcionalno preskušanje in preskušanje zdržljivosti. Ti preskusi so namenjeni za to, da proizvajalec dokaže kupcu skladnost z vsemi njegovimi zahtevami. Rezultati preskusov so del tako imenovane vzorčne serije, ki jo mora dobavitelj predstaviti kupcu pred zagonom proizvodnje. V nadaljevanju želimo prikazati primer verifikacijskega preskušanja zavornega pedala v okviru razvoja in proizvodnje pedalnega sklopa vozila znanega evropskega proizvajalca.

0 INTRODUCTION

In the vehicle industry it is particularly common for the vehicle manufacturer to subcontract the industrialization of a complete sub-assembly to a contractor. Such a contract includes planning, design, serial production, supply, and after-sales servicing of the sub-assembly. An important part of the design procedure involves testing, which can be divided in two sections: development testing and verification testing.

When a product has been developed to an appropriate level, a small series is manufactured under near-serial production conditions. These products are used to determine the initial parameters for the serial production, i.e. stability of critical parameters (dimensions, tolerances, surface quality, etc.) during serial production, and for functional testing and durability testing. The manufacturer uses these verification tests to prove to the customer, that the product satisfies all the initial requirements. The results of these tests are included with the so-called 'sample series' that the contractor must present to the customer prior to the start of serial production.

1 TESTNI POSTOPEK ZA PRESKUŠANJE ZAVORNIH PEDAL

1.1 Merilne zahteve in pogoji

Zavorni pedal ima v vozilu karakteristiko varnostnega elementa. Zato so zahteve in pogoji mehanskega preskušanja, ki jih je podal naročnik precej ostri. Meritve je treba izvajati v dveh delih: statični preskus in trajnostni preskus. Pri statičnem testu je treba preskusiti po tri začetne vzorčne kose in po tri kose ob preverjanju redne proizvodnje. Pri trajnostnem testu je treba preskusiti štiri začetne vzorčne kose in po tri kose ob preverjanjih redne proizvodnje. Pri tem je pri statičnem testu treba vzorčni kos obremeniti 15 krat zaporedoma s silo $980\pm 25\text{N}$, nato pa še enkrat s silo 1335N za najmanj 5 sekund.

Pri trajnostnem testu je treba vzorčni kos obremeniti s silo $250\pm 10\text{N}$ zaporedoma 99 krat s frekvenco 1 do 4 Hz, nato pa še enkrat s silo $685\pm 10\text{N}$. Postopek 99+1 je treba ponoviti 10.000 krat, tako da vzorčni kos prejme 1.000.000 udarcev.

Pri obeh testih je treba zapisati število obremenitev in največjo obremenitev vsakega udarca.

2 OSNUTEK PRESKUŠANJA

Glede na to, da gre za preskušanje, ki se bo izvajalo redno z večjimi časovnimi presledki (spremljanje proizvodnje), je bilo upravičeno izdelati posebno preskuševalno pripravo, ki jo je z manjšimi popravki mogoče prilagoditi za druge vrste pedal. Ker so zahtevani trajnostni preskusi z velikim številom obremenitvenih postopkov, mora biti naprava avtomatizirana in računalniško vodena. Bistvena prednost uporabljene polindustrijske merilne opreme je v njeni preprosti prilagodljivosti različnim tipom preskusov. Industrijske avtomatizacijske opreme (programljivi logični krmilniki - PLC) namreč ni mogoče tako preprosto uporabljati kakor univerzalne elemente.

3 ZASNOVA IN IZVEDBA MEHANSKEGA DELA PRESKUŠEVALIŠČA

Mehanski del merilne naprave je sestavljen iz priprave za vpetje pedala, dveh zaporedno vezanih pnevmatičnih valjev in merilnih tipal za merjenje pomika in sile.

Obe tipali sta prek ojačevalnika vezani na A/D pretvornik (pričakovane vhodne napetosti $\pm 10\text{V}$). Pnevmatične valje krmilimo elektromagnetno prek relejnega vmesnika (NI PC-ERA-16). Povsod je bil uporabljen diferencialni način električne vezave, kar povečuje varnost pred električnimi motnjami (neizenačenimi potenciali itn.).

1 TEST PROCEDURE FOR BRAKE PEDAL TESTING

1.1 Measurement requirements and conditions

The brake pedal in any vehicle is designated as an element important for safety. As a consequence, the mechanical measurement requirements and the conditions specified by the customer are relatively high. The measurements are divided in two parts: Static test ("Proof load") and fatigue test. The static test requires testing three initial specimens, and three specimens during regular serial production checking. Each specimen should be loaded 15 times with a force of $980\pm 25\text{N}$ and once with a force of 1335N for at least 5 seconds.

The fatigue test requires testing four initial specimens and three specimens during regular serial production checking. Each specimen should be loaded 99 times with $250\pm 10\text{N}$ (frequency 1 to 4 Hz), and once with $685\pm 10\text{N}$. The 99+1 cycle should be repeated 10.000 times, so that each specimen is loaded and unloaded 1.000.000 times.

During both tests, the maximum force of each load, and the number of loads should be recorded.

2 TEST CONCEPTS

Because the tests will be executed regularly over long time intervals (production checking), it has been decided to build a test stand, which with minor changes can be adapted to various pedal designs. Due to the large number of load cycles during fatigue tests, the test stand has to be automated and computer controlled. A decisive advantage of the semi-industrial measurement equipment used is in its flexibility to adapt to various kinds of tests. The usual industrial automation equipment (programmable logic controllers - PLC) is not as flexible as the universal elements.

3 DESIGN AND SET-UP OF THE MECHANICAL PART OF THE TEST STAND

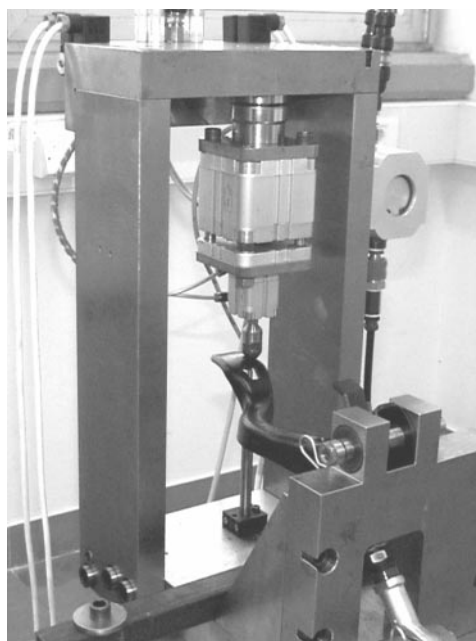
The mechanical part of the test machine consists of the pedal fixture, two serially connected pneumatic cylinders, and transducers for force and displacement measurement.

Both transducers are connected through an amplifier to the A/D converter with an expected input voltage of $\pm 10\text{V}$. Differential connection modes are used throughout, to minimize the possibility of electrical noise intrusion and unbalanced voltage potentials.

The pneumatic cylinders are solenoid controlled through a relay interface connected to a digital input/output circuit (NI PC-ERA-16).

Elektromagnete napajamo s krmiljenim usmernikom. Velikost sile uravnavamo z nastavljanjem tlaka v pnevmatskem napajanju. Za uravnavanje tlaka je namenjen električni proporcionalni ventil, kjer s krmilno napetostjo (0 do 10V) uravnavamo izstopni tlak.

A controlled power supply unit is used to feed the input voltage to the solenoids. The force can be adjusted with variation of the pressure in the pneumatic system. An electrical proportional valve, where an input control voltage (0 to 10V) governs the air pressure output, is used for pressure control in the pneumatic system.



Sl. 1. Mehanski del preskuševalne naprave
Fig. 1. Mechanical part of the test stand

4 KRMILNI PROGRAM

4 CONTROL PROGRAM

4.1 Zahteve in zasnova

4.1 Requirements and basic layout

Zasnovati in napisati je bilo treba krmilni program za izvedbo statičnega in trajnostnega testa. Krmiljenje posameznega testa z vmesnim prilagajanjem obremenitve je moralo biti avtomatizirano. Pri nezmožnosti doseganja sile (npr. izpad pnevmatskega ali električnega napajanja) je bilo treba zagotoviti ustavitev izvajanja in omogočiti kasnejše nadaljevanje testa (tj. rezultati morajo ostati ohranjeni). Rezultati posameznega testa naj so zapisani v primerni obliki na trdi disk. Vsaka datoteka mora vsebovati identifikacijo posameznega testa oz. preskušanca in podatke o datumu in časovnih okvirih testa. Program mora med obratovanjem prikazovati trenutno stanje testa (npr. število izvedenih ciklov).

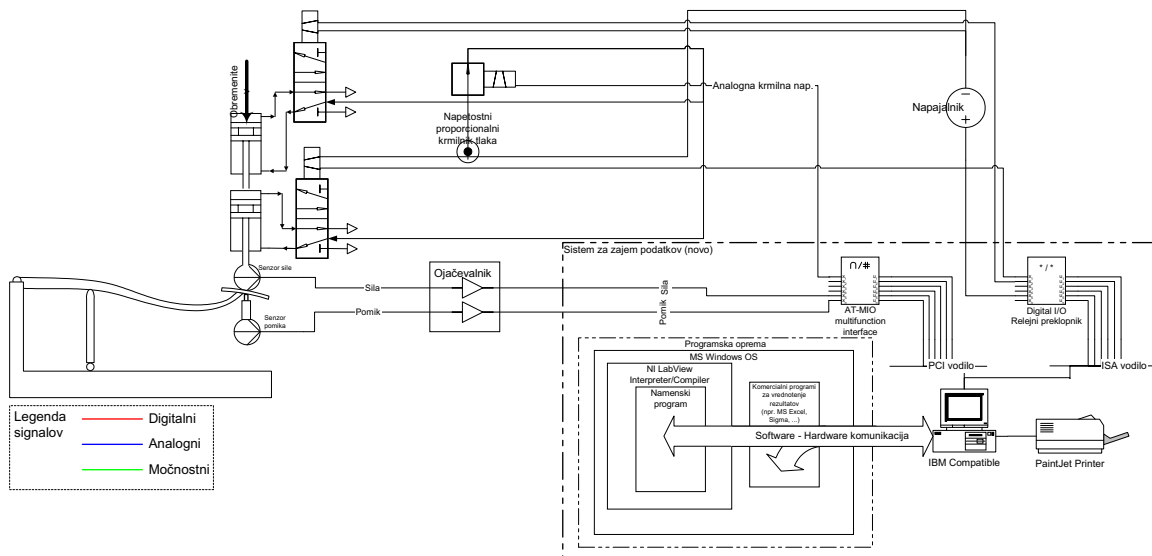
For the control of the test machine, it was necessary to design and write a control program for the static and fatigue tests. The control of each test, including the force adjustment, has to be automated. When the required force cannot be achieved (due to electrical or pneumatic supply failure), the procedure is interrupted and resumed later, i.e. the results already obtained remain recorded. The test results of each test are recorded to a hard disc in a suitable format. Each file must contain the identification of the test and the test specimen, and the date and time of recording. There must also be an indication of the test progress (i.e. the number of completed cycles) during the test execution.

4.2 Sestava programa

4.2 Program layout

Program je napisan v programskem jeziku G, ki je vsebovan v okviru razvojnega orodja za merilne sisteme LabView®. Zasnova programa je taka, da imamo na voljo dva uporabniška vmesnika - navidezna instrumenta, ki sta prilagojena statičnemu in trajnostnemu testu.

The program is written in the program language G, which is part of the LabView® development software tool for measurement systems. The application program has two user interfaces (virtual instruments), one for static and one for fatigue test.



Sl. 2. Shematski prikaz preskuševališča (mehanski del, pnevmatično napajanje, analogne in digitalne električne povezave ter zveza s programsko opremo)

Fig. 2. Test stand schematic (mechanical part, pneumatic supply, analogue and digital connections, and connection to the software)

Vsak uporabniški vmesnik je razdeljen v dve logični stopnji:

– raven osnovnega vmesnika za običajnega operaterja, ki streže napravi in izvaja preskuse in

– raven razširjenega vmesnika za operaterja specialista, ki izvaja optimiranje parametrov delovanja pri zagonu serije testov. Razmere pri obratovanju se namreč lahko spreminjajo, kar močno vpliva na doseženo frekvenco obremenjevanja preskušanca.

Merjenje in krmiljenje sile je izvedeno avtomatsko z uporabo sklenjene krmilne zanke. Krmiljenje sile se lahko izvaja med testiranjem ob vsakem obremenitvenem ciklu. Interaktivno ga je mogoče preklopiti tako, da se sila krmili le pri spremembi imenske obremenitve (glej osnovne zahteve trajnostnega testa).

Če obremenitve ni mogoče doseči (npr. pri izpadu pnevmatskega napajanja) programsko krmilje poskuša doseči obremenitev toliko časa, dokler niso izpolnjeni pogoji za doseganje ciljne obremenitve (tj. dokler ni spet na voljo zadovoljiv tlak v pnevmatskem sistemu).

Pri izpadu električnega napajanja ostane trenutno stanje testa oz. programa ohranjeno v začasni datoteki na trdem disku nadzornega računalnika. Po ponovni vzpostavitvi pogojev za delovanje se stanje testa iz arhivske datoteke obnovi in test se lahko nadaljuje. Poprej dobljeni rezultati se pri tem ohranijo.

Vsak navidezni instrument zapiše rezultate testa v obliki ASCII datoteke na disk. Vsaka datoteka vsebuje glavo z identifikacijskimi podatki testa, podatki o datumu in časovnih okvirih testa. Navidezni instrument med izvajanjem testa prikazuje vse glavne podatke v digitalni in/ali grafični obliki.

Each user interface has two logical levels:

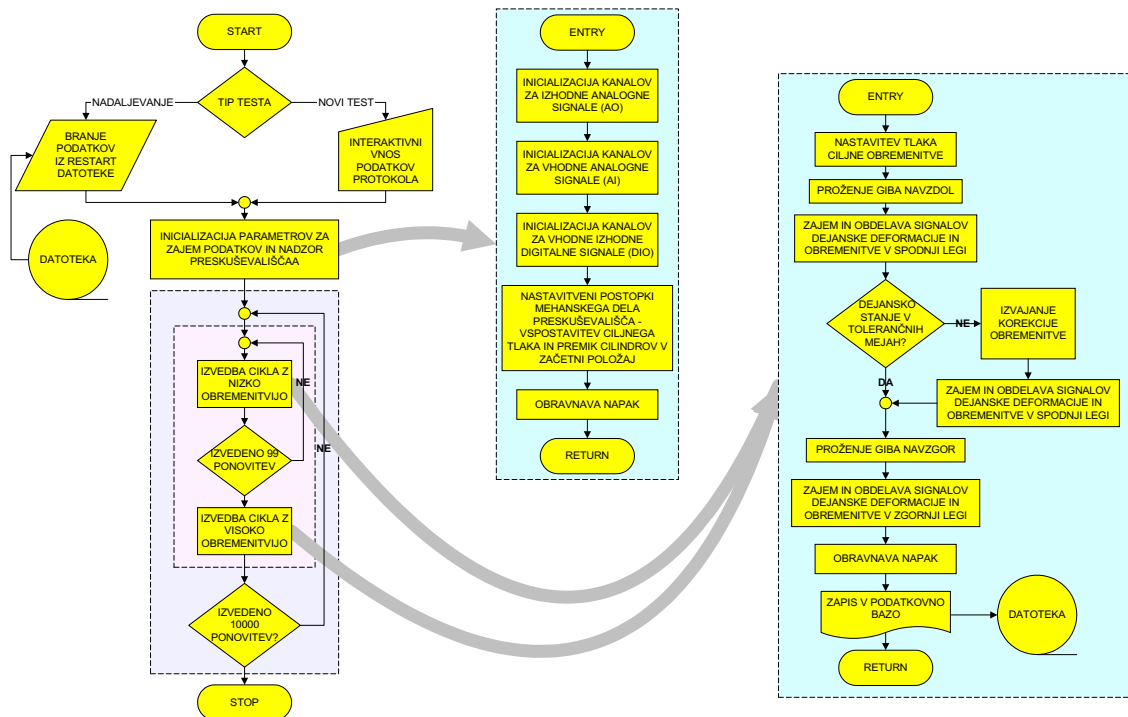
- basic user interface level intended for the machine operator executing the tests and
- extended user interface level intended for a specialist optimising the machine parameters when starting a new series of measurements. The operating conditions can change, with adverse effects to the loading frequency.

Measurement and force control are automatic, with the use of a closed loop feedback. The force control is executed once at each loading. It can be interactively switched, so that the adjustment is executed only when the nominal load changes (see basic requirements of the fatigue test).

If the required load cannot be reached (pneumatic supply failure), the control program tries to reach the force until the pneumatic supply is restored.

In case of electrical power supply failure, the current test data remain recorded in a temporary file on the hard disc of the controlling computer. When the power supply is restored, the data from the temporary file is reloaded and the test can continue from where it left off. All the previously acquired test results remain in the output file.

Each virtual instrument records the test results on the disc as an ASCII formatted file. Every file contains a header with test identification data, date, and time of recording. During the test, all the relevant data are shown on the screen in digital and/or graphic form.



Sl. 3. Diagram poteka nadzorne aplikacije za trajnostni test (1.000.000 udarcev)

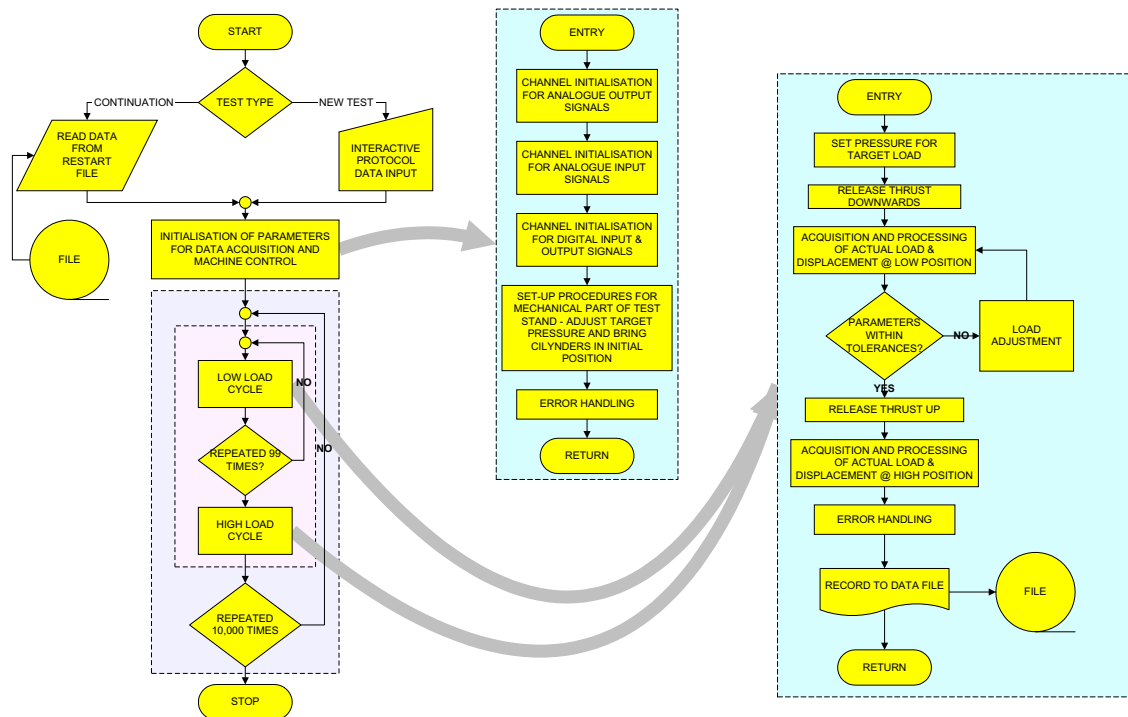


Fig. 3. Flow chart of the control program for the fatigue test (1.000.000 loadings)

V program so vgrajeni postopki za zajem zveznih signalov iz merilne verige, postopki za krmiljenje pnevmatskega servo ventila in postopki za krmiljenje prekopov dvopotnih ventilov. V program so vgrajeni celotna krmilna zanka, analiza izmerjenih vrednosti in vhodno/izhodni podprogrami.

The program incorporates procedures for the acquisition of analogue signals from the transducers, procedures for control of the pneumatic proportional servo controlled valve, and procedures for control of the two-position valves. A complete control loop, input and output procedure, and an analysis of the measured data are also included in the program.

Program deluje interaktivno - uporabnik lahko med delovanjem nastavlja parametre zajema in krmiljenja in s tem optimira delovanje programa oz. testa. Uporabniški vmesnik ima naslednje osnovne prednosti:

- 1) grafični vmesnik s prikazom zveznih dejanskih vrednosti,
- 2) vgrajen sistem standardne okenske pomoči s povezavami (WinHelp - Hypertext);
- 3) vgrajeno možnost ponovnega zagona in nadaljevanja ustavljenega testa,
- 4) grafični vmesnik s prikazom zveznih izmerjenih vrednosti omogoča zelo učinkovito interaktivno nastavljanje parametrov testa, ki ga izvaja operater specialist pri zagonu serije testov. Cilji pri nastavljanju so:
 - a) skrajševanje časov udarca oz. povratnega giba;
 - b) doseganje oz. izrabo dinamične sile bata za funkcijo obremenjevanja preskušanca in hkrati za funkcijo krmiljenja (zaradi velikih pojmkov - negativnih sunkov se na preskušancu uporabi sila, ki je enaka vsoti sile zaradi tlaka v valju in vztrajnostne sile batnice z batom - vztrajnostnega sistema);
 - c) čimboljša ponovljivost sile - v določenih razmerah je ponovljivost sile slabša in zaradi tega se izvajajo postopki nastavljanja tlaka v krmilni zanki, kar znatno vpliva na doseženo frekvenco obremenjevanja.

4.3 Tehnične rešitve pri izdelavi zapisa

Pri pisanju programa smo sledili nekaterim priporočenim rešitvam in rešitvam, ki izhajajo iz lastnih izkušenj pri uporabi programskega okolja Lab View.

- Optimirana je struktura programa z razmeroma malo funkcijami, ki pa se velikokrat uporabijo. Na ta način je zagotovljeno hitrejše izvajanje programa.
- Porazdeljen postopek zajema - strojno opremo za zajem, ta se zasnuje le enkrat, in sicer na začetku programa (sl. 3), nato pa se izvaja zajem na natančno določenih mestih med delovanjem. S porazdeljenim zajemom je bila povečana hitrost izvajanja programa, ker ni bilo treba izvajati večkratne alokacije vmesnih pomnilnikov. Za zajem so bile uporabljene funkcije vmesne ravni, kar je še dodatno pospešilo izvajanje programa.
- Porazdeljen postopek tvorjenja zveznega signala - prehodi z ene na drugo signalno raven so izvedeni prek linearne strmine. Signalno strmino je mogoče nadzirati interaktivno med delovanjem programa in sicer s spreminjanjem velikosti vmesnega pomnilnika in frekvence tvorjenja. Na ta način je mogoče optimirati hitrost delovanja programa. Kartica je zasnovana samo v začetni fazi delovanja programa, v nadaljevanju pa se izvajajo samo postopki polnjenja in praznjenja vmesnega pomnilnika in tvorjenja zveznega signala. Izkazalo se je, da je čas umirjanja dovolj kratek (50 μ s), tako da ni bilo tovrstnih problemov in s tem potreb po hitrejši strojni opremi (PCI-MIO-16XE50).

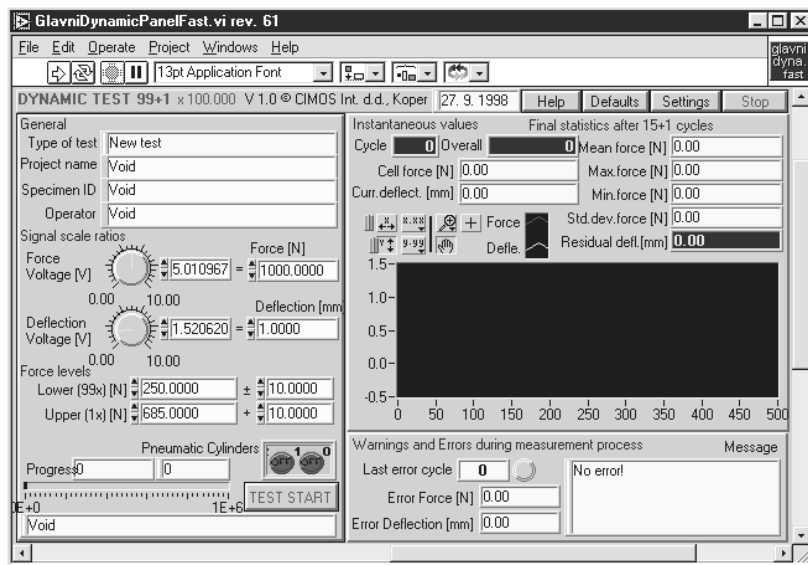
The program works interactively, i.e. the user can adjust the control and data acquisition parameters during the operation, thus optimising the test process. The main advantages of the user interface are:

- 1) graphical interface with analogue display of measured values;
- 2) help system with hypertext links (Win Help);
- 3) possibility of restart and continuation of a previously interrupted test;
- 4) very efficient interactive adjustment of test parameters, performed by a specialist operator during the start-up of a series of tests. The criteria of adjustment are:
 - a) shortening of partial stroke times, e.g. return stroke;
 - b) use of the dynamic force of the piston for loading and control functions (due to large accelerations and decelerations the force on the specimen equals the sum of pneumatic force in the cylinder and inertia force of the piston and rod);
 - c) The best achievable repeatability of load force - in some cases the repeatability decreases, causing the force adjustment in the control loop, and thus degrading the loading frequency.

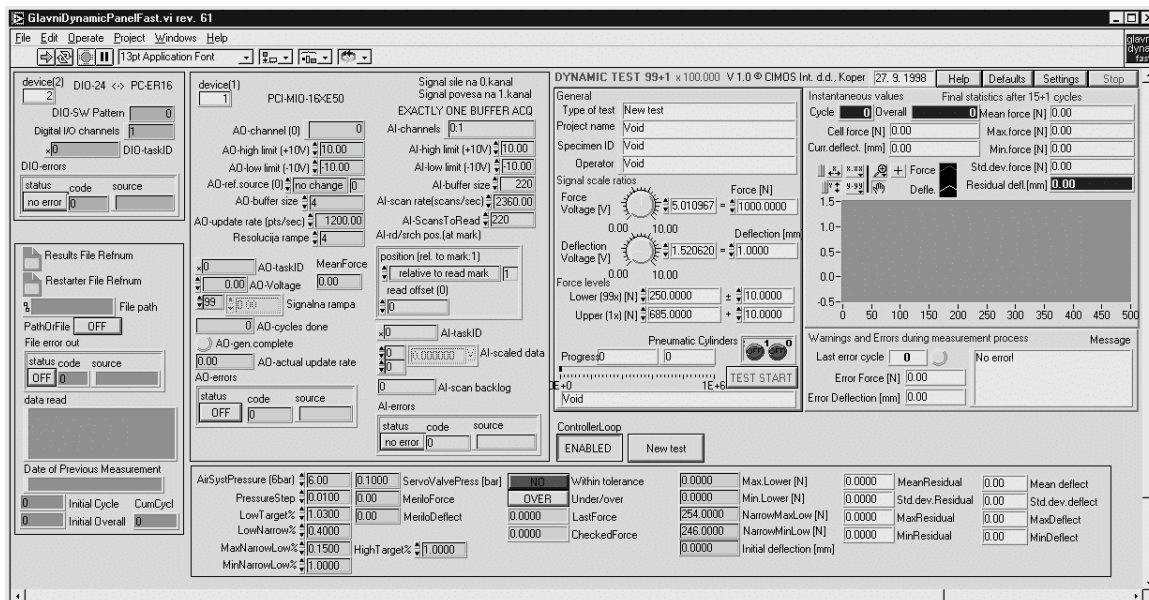
4.3 Technical solutions in the program encoding

The encoding of the program we used, follows some recommended solutions, and also the solutions from our own experience with the LabView programming environment:

- Optimisation of the program structure with relatively few, frequently used, functions. In this way, a faster execution of the program is achieved.
- Distributed data acquisition procedure - data acquisition hardware is configured only once, at the beginning of the program (fig. 3). The actual data acquisition is performed at exactly defined locations in the program. With the omission of the repeating buffer memory allocation, the distributed acquisition process increases the execution speed of the program. The actual sub-programs used for the acquisition were from the intermediate level library, further increasing the execution speed.
- Ramped generation of the analogue signal - the transitions from one signal level to the next one are gradual with a linear ramp function. The ramp function can be adjusted interactively during the program execution. The adjustment parameters are buffer memory size and generation frequency. In this way the program execution speed is further optimised. Hardware is configured only in the initialisation phase of the program. Subsequently only the analogue signal is generated and the buffer



Sl. 4. Navidezni instrument za dinamični test
 Fig. 4. Virtual instrument for fatigue test



Sl. 5. Razširjeni uporabniški vmesnik
 Fig. 5. Extended user interface

– Porazdeljen postopek nadzora nad digitalnimi izhodi.

Hitrost delovanja programa (frekvenca obremenjevanja) je pomembna, ker močno vpliva na trajanje preskusa. Primer: Trajnostni preskus enega pedala traja ob frekvenci obremenjevanja 4Hz (praktično dosegljivi maksimum) tri polne dni. V praksi to pomeni, da predpisani test štirih preskušancev traja okoli 15 dni, vse ob predpostavki doseganja največje frekvence.

Pri gradnji uporabniškega vmesnika so bila vpeljana nekatera iz lastnih izkušenj pridobljena načela in dogovori, ki bodo prikazani v nadaljevanju. Vsi osnovni navidezni instrumenti (sl. 5) so zasnovani tako, da so logično razdeljeni na:

memory is read/written to. The settling time proved to be short enough (50µs) so that there was no need for faster hardware than that already existing (PCI-MIO-16XE50).

– Distributed checking procedure for the digital output.

Program execution speed (i.e. loading frequency) is important, because it is directly connected with the duration of the test, e.g.: the fatigue test for one pedal takes three days to complete, provided that the loading frequency is 4Hz (achievable maximum). The testing of four specimens takes approximately 15 days.

- območja za vnose parametrov (nadzorniki) in
- območja za prikaz podatkov (indikatorji).

Grafično so elementi območja za vnos parametrov opredeljeni z blede rumeno barvo. Ustrezno so elementi območja za prikaz podatkov grafično opredeljeni z blede modro barvo.

Prepoznavnost funkcije nadzornika ali indikatorja je zagotovljena z izpisanim imenom.

Poleg osnovnega uporabniškega vmesnika je mogoče s povečanjem okna ali z drsniki priti do elementov razširjenega uporabniškega vmesnika (nadzornikov in indikatorjev). Nadzornike tudi tu prepoznamo po tem, da imajo naslov na levi, indikatorji pa na desni strani. Ti elementi so razdeljeni tematsko na naslednja območja:

- 1) območje PCI-MIO16XE50 karte - za nastavljanje A/D in D/A pretvornika,
- 2) območje DIO24 karte in PC-ERA-16 terminalskega bloka,
- 3) območje za fino nastavljanje tolerančnega intervala za krmiljenje sile,
- 4) območje s parametri za datoteke za shranjevanje rezultatov in trenutnega stanja programa,
- 5) gumb za vklop/izklop krmiljenja sile med izvajanjem osnovne serije obremenitev.

4.4 Datotečni formati

Program uporablja za zapis rezultatov meritve dve datoteki (obe sta v zapisu ASCII), in sicer:

- datoteko z rezultati,
- datoteko s podatki, pomembnimi za ponovni zagon prekinjenega testa.

Datoteka z rezultati ima glavo z osnovnimi protokolarnimi podatki, v nadaljevanju pa vsebuje tabelo izmerjenih vrednosti s tabulatorji kot delilniki stolpcev. Tako oblikovane podatke je mogoče preprosto prenesti v program za postprocesiranje (izdelavo grafov, npr. MS Excel).

Datoteka za ponovni zagon ima razširjeno glavo z vsemi pomembnimi podatki protokola in nastavitve strojne in programske opreme za zajem in krmiljenje merilne naprave, v nadaljevanju pa vsebuje preglednico izmerjenih vrednosti s tabulatorji kot delilniki stolpcev. Ta datoteka se po uspešnem koncu testa zbrši s trdega diska. Uporabi se samo v primeru ustavitve testa in ponovnega zagona oz. nadaljevanja prekinjenega testa.

5 REZULTATI DELOVANJA

Opisana preskuševalna naprava je uporabljena za preskušanje zavornih pedal in je pri tem pokazala naslednje rezultate:

In the user interface set-up, we used some conventions, which in our experience proved to be useful. All the basic virtual instruments (fig. 5) are logically divided into:

- parameter input areas and
- data display areas.

Parameter input areas are indicated with pale yellow, whereas the data display areas are indicated by a pale blue colour.

Besides the basic user interface, it is possible to resize the window or use the sliders to reach the extended user interface. Data input fields have the label on their left, while data indicators have the label on their right. All these elements are grouped in the following areas:

- 1) PCI-MIO16XE50 card area – set-up of the A/D and D/A converters;
- 2) DIO24 card area and PC-ERA-16 terminal block area;
- 3) Fine tuning of the tolerance interval for force setting;
- 4) File parameters for the result and current state storage;
- 5) Switching of the force control during execution of the base cycle.

4.4 File formats

The measurement results are written to two ASCII formatted files:

- results file,
- file with data for restart of a previously interrupted test.

The results file has a header containing the measurement protocol data and the measured data in TAB separated columns. The data in this format can be easily imported in commercial programs (e.g. spreadsheet type) for further processing.

The restart file contains an extended header with all the important protocol data, program and hardware settings for data acquisition and machine control, and the measured data in TAB separated columns. This file is used only in case of test interruption and its subsequent restart. It is erased from the disc after the successful completion of the test.

5 TEST RESULTS

The following results are an example of the actual use of the machine for brake pedal testing. These are the results of a test made for a respected international vehicle manufacturer.

5.1 Test za ugotovitev statične poškodbe

5.1 Static damage test

preskušaneec specimen	tip preskusa test type	najv. obrem. max. load	najv. deform. max. deform.	preostala deform. residual deform.
96FB_2455_DB_spec2_ser0	preskusna obrem. proof load	1335 N	5,4 mm	0,01 mm
96FB_2455_DB_spec4_ser0	preskusna obrem. proof load	1336 N	5,8 mm	0,38 mm
96FB_2455_DB_spec5_ser0	preskusna obrem. proof load	1339 N	6,4 mm	0,80 mm

5.2 Test za ugotovitev poškodbe pri ponavljanem obremenjevanju

5.2 Test for damage checking during cyclic loading

preskušaneec specimen	tip preskusa test type	najv. obrem. max. load	najv. deform. max. deform.	preostala deform. residual deform.
96FB_2455_DB_spec3_ser0	utrujanje fatigue	695 N	4,24 mm	0,02 mm
96FB_2455_DB_spec1_ser1	utrujanje fatigue	695 N	3,00 mm	0,14 mm
96FB_2455_DB_spec3_ser1	utrujanje fatigue	695 N	3,29 mm	0,09 mm
96FB_2455_DB_spec4_ser1	utrujanje fatigue	695 N	3,36 mm	0,07 mm

6 SKLEP

Preskušanje okoli 12 preskušancev z opisano napravo je pokazalo, da je dovolj zanesljiva za uporabo za polindustrijsko preskušanje pedal. Le-to načrtuje redno preskušanje manjšega števila vzorcev za spremljanje tekoče proizvodnje in ob manjših spremembah konstrukcije ali proizvodnega procesa.

6 CONCLUSION

The testing of a batch of specimens proved the machine capable of the semi-industrial testing of brake pedals. This type of testing has to be carried out periodically for serial production checking, and when small changes to the design are made.

7 LITERATURA

7 REFERENCES

- [1] – (1993) LabView for Windows, Data acquisition reference manual, National Instruments, Austin TX.
 [2] Doebelin, E. (1990) Measurement Systems, Application and Design, 4th ed., *McGraw-Hill*, ISBN 0-07-017338-9.
 [3] Press, W. et al. (1990) Numerical recipes in C, The art of scientific computing, *Cambridge University Press*, ISBN 0-521-35465-X

Naslov avtorjev: mag. Janko Kernc
 IRGO
 Slovenčeva 93
 1000 Ljubljana

dr. Tomaž Jurejevčič
 Tehnični servis
 Donit Tesnit d.d.
 Cesta komandanta Staneta 38
 1215 Medvode

Authors' Address: Mag. Janko Kernc
 IRGO
 Slovenčeva 93
 1000 Ljubljana, Slovenia

Dr. Tomaž Jurejevčič
 Technical services
 Donit Tesnit d.d.
 Cesta komandanta Staneta 38
 1215 Medvode, Slovenia

Prejeto: 13.10.1999
 Received:

Sprejeto: 3.12.1999
 Accepted: