



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
CLUJ NAPOCA, 2018

ASPECTE IT PRIVIND MODUL DE CALCUL ȘI ANALIZĂ A PERFORMANTELOR MAȘINILOR ELECTRICE DE INDUCȚIE UTILIZÂND PROGRAME DE TIP "IND"

Lucian-Corneliu OCOLIȘAN, Sebastian Mihai IANCU,
Gheorghe VERTAN

IT ISSUES CONCERNING CALCULATION AND ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF ELECTRICAL MACHINERY USING INDUCTION PROGRAMS "IND"

The paper presents IT and general aspects of the optimal calculation and specific analysis of the performance of induction electric machines (MI) with IND programs in the classic versions of Windows 2010/2015 and new modern versions, original Linux 2017/2018. The latest ones are based on native C language, with maximum compatibility and portability and, moreover, they are automatically plotting the features (MI); the equivalent executable binary code and global computing time are reduced (with 55 % and 27 %) including automatic graphic representation and export to 2 disk formats (".FIG" and MATLAB ".png").

Keywords: induction machines, IND program, upgrading, software, simulation modelling, MATLAB, Simulink, FORTRAN'77, C

Cuvinte cheie: mașini de inducție, program IND, re tehnologizare, software, modelare simulare, MATLAB, Simulink, FORTRAN'77, C

1. Introducere

Contextul social, tehnic și tehnologic contemporan permite și chiar impune nivele tot mai ridicate în privința derulării activităților

cotidiene, cu condiții și cerințe mereu crescânde și termene de realizare dorite tot mai reduse și rigide. Aceasta afectează implicit și segmentul efectuării de calcule și/sau analiză calitativă și cantitativă din toate domeniile vieții. Focalizat pe domeniul și sau aplicația de interes concret, spre exemplu: mașini de inducție MI, instalații și sisteme diverse având în componență MI noi și/sau supuse unui proces de re tehnologizare etc., se creează posibilitatea rațională a minimizării din punct de vedere al costurilor globale cu resursele și/sau maximizării eficienței de exploatare a lor. Un mod de calcul cu posibilități multiple și posibilitate de generare automată în format tabelar și/sau grafic a caracteristicilor funcționale specifice MI, sub forma unor curbe funcționale specifice, este de oportunitate în aplicațiile din toate domeniile, sistemele și instalațiile specifice care le includ. Un exemplu de origine autohtonă este ”**Programul IND de calcul al MI**” [1], cu diversele lui forme și/sau extensii, așa cum se prezintă în continuare, pe scurt **IND**.

2. Metoda de calcul și analiză a performanțelor MI transpusă informatic în programul IND

IND are la bază o metodă de calcul și analiză a performanțelor MI transpusă informatic în programul **IND** (ultimele două versiuni clasice în anul 2010, 2015) prin intermediul limbajului **FORTRAN'77** și sistem de operare **MS Windows XP PRO SP2 x86_32 biți**.

Ea a fost dezvoltată în cadrul **Academiei Române Filiala Timișoara - Laboratorul Electromecanică al Centrului de Cercetări Fundamentale și avansate CCTFA** de Dl. Acad. Toma DORDEA (n.1921-d.2015) și colectiv, având rădăcini adânci universitare politehnic timișorene în anul 1945, la Facultatea de Electromecanică. **IND** oferă o soluție utilizabilă informatizat de calcul de proiectare electromagnetice și sau studiu aprofundat/cercetare pentru cazul MI considerată prin forma ei constructivă și valorile specifice constantelor de material folosite la realizarea părții electromagnetice.

Versiunea **IND** în limba engleză, din anul 2015, este dedicată specializat identificării automate a unei soluții optime de MI din punct de vedere al proiectării ei electromagnetice; MI considerate sunt de tip polifazat cu rotor bobinat și / sau în colivie/scurtcircuit. Optimizarea are la bază criteriul masă-costuri materiale active și energie electrică transformată în căldură pe o durată normată de exploatare, în sensul minimizării lor la parametri funcționali de exploatare impuși (exprimate în unități fizice SI sau echivalent monetar) [1].

Versiunea **IND** din anul 2010 și, considerată de referință în continuare, permite suplimentar celei din 2015 și studierea după dorință a comportamentului MI. MI poate fi cea găsită în procesul de optimizare sau una oarecare, dacă sunt cunoscute mărimile geometrice și constantele de material definitorii, prin descrierea ei corespunzător cerințelor de completare a fișierului specific cu date de intrare (**205 mărimi + 113 variabile de comandă, în total 318**) [1]. **IND 2010** are implementate selectabil după dorință (prin mărimi de comandă în fișierul cu date de intrare specific) 2 moduri de funcționare: ca motor, sau generator, ambele pentru cazul regimului staționar, la mărimi nominale impuse.

3. Versiuni modernizate ale programul IND 2017/2018

Pentru un calcul mai rapid de optimizare a MI și o mai simplă și rapidă apreciere a comportamentului MI în diferite condiții de electroalimentare și/sau exploatare (sarcină variabilă etc.) pe baza caracteristicilor calculate și/sau performanțelor în funcționare, respectiv corelări între mărimi și/sau cu altă referință decât alunecarea, s-a dezvoltat în 2010 un modul extern proprietar independent, specializat, pentru reprezentări grafice în **MATLAB** [2, 3, 4]. Acesta a fost realizat pentru o utilizare cu sau fără conexiune **Simulink** (care să permită, după dorință și studierea regimurilor complexe și/sau dinamice cu date preluate de la **IND**).

Din practica utilizării **IND** până în 2010 și a modulului grafic extern nou s-a constatat oportunitatea și utilitatea transformării **IND 2010** într-o aplicație binar executabilă sub sistem de operare **Linux** cu licență de utilizare gratuită, via limbajul "**C**". Motivul principal îl constituie posibilitatea alocării în pondere mai mare a resurselor de calcul a unității centrale de calcul UC aplicației utilizator, față de sistemul de operare **MS Windows** (variante) comercial. Resursele de calcul ale plăcii grafice încorporate în sistemul de calcul sunt utilizate dedicat, distinct și specializat pentru realizarea graficelor, după caz, via capacitatea **OpenGL** a **MATLAB** și/sau **Simulink** [2, 3, 4].

S-au modificat și translatat din limbajul "**FORTRAN'77**" sursele de referință "**.FOR**" în limbajul "**C**" **compatibil** folosindu-se utilitarul **Linux "f2c" - FORTRAN to C** [5, 6].

S-au obținut $2 \times 2 = 4$ aplicații noi x86_32/64 biți echivalente funcțional formei de referință **IND 2010**, cu un cod sursă echivalent și un timp de execuție reduse în comparație cu programul de referință **IND 2010 MS Windows x86_32 biți**. Acestea sunt: •

cLinuxINDx86_64 bit (versiunea 2017), cLinuxINDx86_32 bit (versiunea 2018) echivalente cu **IND 2010** și • **gLinuxINDx86_64 bit (2017), gLinuxINDx86_32 bit (2018)**” forme specializate pentru lucrul paralel multi-tasking cu • modulul dedicat independent **MATLAB +/- Simulink** specializat de calcule externe și / sau reprezentare grafică automată, care generează seturi de câte 580 fișiere în format grafic / caz de MI calculată cu ”**gLinuxIND**” (din care jumătate sunt în format grafic specific nativ **MATLAB “.FIG”**, color, editabil după dorință și restul în format grafic ”**.PNG**” monocrom de rezoluție 300 dpi și dimensiune 7,2cm x 3,6 cm fiecare (ajustabilă după dorință), compatibil cu cerințele editurilor.

Echipamentul utilizat în toate prelucrările prezentate și comparate este unic și anume: • stație de lucru PC DELL 780 dotată cu CPU Intel C2Q E9650 și 4 GB DDR3-1066 MHz, dual channel, SSD Samsung EVO 860 250 GB (MS Windows 7 PRO SP1 x86_64 biți), dual boot-abil cu HDD 160 GB, 7200 rpm, SATA3, Ubuntu Linux 16.04.4 x86_32 biți LTS, denumită în continuare PC, pentru care există și o versiune pentru arhitectura x86_64 biți.

Calculul s-a efectuat cu forma specifică arhitecturii x86_32 biți din 2018 a ”**cLinuxINDx86**”. Performanțele realizate sunt prezentate sintetic în continuare sub forma a 4 tabele și 2 figuri.

Execuția programului de referință **MS Windows IND2010** este posibilă în mod identic atât sub **MS Windows** cât și sub **Linux** (prin intermediul interfeței **Linux "Wine"**).

Utilizarea concretă a celor 4 programe moderne **cLinuxINDx32/64** și **gLinuxINDx32/64**, în comparație cu programul de referință **IND 2010**, este diferită.

Marcarea în fișierele de ieșire a timpului sistem se face în forma generică ”hh:mm:ss,ss”: ora – 2 caractere, minutul – 2 caractere, secunda – 2 caractere și, sutimea de secunda – 2 caractere.

Se prezintă câteva informații concrete privind resursele utilizate, dimensiuni comparative de fișiere și final, diferența de lungime de cod binar executabil (**cLinuxIND / gLinuxIND** față de **MS Windows IND 2010**) și timp realizate în cazul unui calcul de optimizare la o mașină de inducție cu **cLinuxINDx86 (32 biți)**, cazul a) din CD-ul și cartea [1] – Cap.1 (cu variabila contor *număr total variante calculate*, din fișierul specific cu date de intrare, ZJ=20000).

Tabelul 1

Diferența de timp de calcul la efectuarea calculului pentru cazul „a” [1] sub **MS Windows XP PRO** arhitectură x86_32 biți, cu programul “**Windows IND 2010**”; fișier: ”1D11; denumit ”**Timp referință $t_{WXP_2010} (s)$** ”

Cazul	Timp calcul start t_1	Timp calcul stop t_2	Diferența $t_{WXP_{2010}}$ $t_2 - t_1$
a)	hh:mm:ss,ss 10:52; 7, 9	hh:mm:ss,ss 11; 3;43,93	mm:ss,ss 11;36,84

Tabelul 2

Diferența de timp de calcul la efectuarea calculelor pentru cazul „a” [1] sub **Ubuntu Linux 16.04.4 LTS x86_32 biți**, cu programul “**Windows IND 2010**” și **interfața Linux Wine**; fișier: “1D11”; denumit “**Timp referință $t_{ULW_{2018}}(s)$** ”

Cazul	Timp calcul start t_1	Timp calcul stop t_2	Diferența $t_{ULW_{2018}}$ $t_2 - t_1$
a)	hh:mm:ss,ss 14:37;33,95	hh:mm:ss,ss 14;48;53,77	mm:ss,ss 11;29,82

Tabelul 3

Diferența de timp de calcul la efectuarea calculelor pentru cazul „a” [1] sub **Ubuntu Linux 16.04.4 LTS x86_32 biți**, cu programul “**cLinuxINDx86 32 biți**”; fișierele: “fort.11” / “1D11”; denumit “**Timp actual $t_{UL_{2018}}(s)$** ”

Cazul	Timp calcul start t_1	Timp calcul stop t_2	Diferența $t_{UL_{2018}}$ $t_2 - t_1$
a)	hh:mm:ss,ss 13;22;24,52	hh:mm:ss,ss 13;30;37,44	mm:ss,ss 8;12,92

Tabelul 4

Diferența de timp de calcul la efectuarea calculelor pentru cazul „a” [1] sub **Ubuntu Linux 16.04.4 LTS x86_32 biți**, cu programul “**cLinuxINDx86 32 biți**”; fișierele: “fort.11” / “1D11”; față de programul de referință **MS Windows IND 2010** sub **interfața Linux Wine**, denumit “**Reduceri Timp Actuale $t_{RTA_{2018}}(sigura)$** ”

Cazul	Timp calcul $t_{ULW_{2018}}$	Timp calcul $t_{UL_{2018}}$	Diferența $t_{RTA_{2018}}$ $t_{ULW_{2018}} - t_{UL_{2018}}$
a)	hh:mm:ss,ss 11;29,82	hh:mm:ss,ss 8;12,92	mm:ss,ss 3;16,90

Dacă introducem abaterea relativă procentuală pentru calculul diferenței de timp $t_{RTA_{2018}}$ din tabelul 4 (calculată pe baza tabelelor 2 și 3), raportată la timpul inițial de calcul $t_{ULW_{2018}}$:

$$t_{RTA_{2018}} \% = (t_{ULW_{2018}} - t_{UL_{2018}}) / t_{ULW_{2018}} * 100 (\%)$$

obținem (calculând în sutimi de secundă) valoarea

$$t_{RTA_{2018}} \% = (3*60*100+16*100+90) / (11*60*100+29*100+82) * 100 = 1801690 / 6602982 * 100 = 0,2728600502015604 * 100 (\%)$$

$$t_{RTA_{2018}} \% \approx 27 (\%)$$

Din figura 1 și figura 2, se pot constata diferențele actuale relative la fișierele specifice, dimensiunile lor, formele binar executabile

ale programului **IND.EXE** de referință **MS Windows din 2010**, respectiv **cLinuxINDx86 (32 biți, 2018)** / **cLinuxINDx64 (64 biți, 2017)** / **gLinuxINDx86 (32 biți, 2018)** / **gLinuxINDx64 (64 biți, 2017)**, cât și fișierul de date de intrare utilizat original pentru cazul a) din CD-ul și cartea [1] – Cap.1, împreună cu fișierele rezultate corespunzătoare.

Name	Size	Type	Modified
1DI	8,8 kB	Text	12:44
1DI2	687,5 kB	Text	14:48
1DI3	716,4 kB	Text	14:48
1DI4	3,0 kB	Text	14:48
cLinuxINDx64	243,2 kB	Program	12:44
cLinuxINDx86	196,5 kB	Program	12:44
dateThhmmsns.txt	36 bytes	Text	13:30
fort.11	9,4 kB	Text	12:44
fort.22	684,6 kB	Text	13:30
fort.33	710,0 kB	Text	13:30
fort.44	3,0 kB	Text	13:30
gINDx64	232,3 kB	Program	12:44
gINDx86	197,0 kB	Program	12:44
IND.EXE	441,3 kB	Program	12:22
PC.png	130,6 kB	Image	13:18
Ubug86a.png	259,6 kB	Image	13:36
Ubug86aGLOBAL	1,1 kB	Text	14:55

Fig.1 Raport Ubuntu Linux 16.04.4 LTS x86_32 biți privind fișierele utilizate, dimensiune / tipul / ora de modificare a lor în cazul efectuării pasului "a)" de optimizare conform cu CD-ul și cartea [1] – Cap.1

Dacă introducem abaterea relativă procentuală pentru calculul diferenței de lungime a codului binar executabil actual al **cLinuxINDx86 (32 biți)** L_{CBE_2018} din figura 2, raportată la valoarea inițială de referință **IND.EXE** L_{CBE_2010} :

$$L_{CBE_2018} \% = (L_{CBE_2010} - L_{CBE_2018}) / L_{CBE_2010} * 100 (\%)$$

obținem (calculând în kB, 1 kB=1024 B) valoarea

$$L_{CBE_2018} \% = (441,344 - 196,524) / (441,344) * 100 = 244.82 / 441,344 * 100 = 0.554714689675174 * 100 (\%)$$

$$L_{CBE_2018} \% \approx 55 (\%)$$

Microsoft Windows [Version 6.1.7601]

```

Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.
C:\Users\lucian>cd C:\MatlabWork2018\2018\20180426 sub
Ubux86\Ubuntu86aWine
Directory of C:\MatlabWork2018\2018\20180426 sub Ubux86\Ubuntu86aWine
04/26/2018 01:02 PM <DIR>      .
04/26/2018 01:02 PM <DIR>      ..
04/26/2018 12:44 PM           8,786 1DI
04/26/2018 02:48 PM          687,485 1DI2
04/26/2018 02:48 PM         716,370 1DI3
04/26/2018 02:48 PM          2,997 1DI4
04/26/2018 12:44 PM        243,171 cLinuxINDx64
04/26/2018 12:44 PM        196,524 cLinuxINDx86
04/26/2018 01:30 PM           36 dateThhmmssns.txt
04/26/2018 12:44 PM           9,364 fort.11
04/26/2018 01:30 PM        684,572 fort.22
04/26/2018 01:30 PM        710,039 fort.33
04/26/2018 01:30 PM           2,970 fort.44
04/26/2018 12:44 PM        232,296 gINDx64
04/26/2018 12:44 PM        197,020 gINDx86
04/26/2018 12:22 PM        441,344 IND.EXE
04/26/2018 01:18 PM        130,572 PC.png
04/26/2018 01:36 PM        259,576 Ubux86a.png
04/26/2018 02:55 PM           1,103 Ubux86aGLOBAL
04/26/2018 03:02 PM        323,169 Ubux86aGLOBAL.png
      18 File(s)  4,847,394 bytes
      2 Dir(s) 149,047,713,792 bytes free

```

Fig. 2 Raport valabil Linux Wine și MS Windows 7 PRO SP1 x86_32 bți privind fișierele utilizate, dimensiune / tipul / ora de modificare a lor în cazul efectuării pasului "a)" de optimizare conform cu CD-ul și cartea [1] – Cap.1

4. Concluzii

■ Lucrarea prezintă aspecte IT și generale privind modul de calcul optimal și analiză specifică a performanțelor mașinilor electrice de inducție MI cu programe de tip IND din formele clasice de referință Windows 2010/2015 și versiuni moderne noi, originale Linux 2017/2018.

Ultimele au la baza limbajul "C" nativ, cu maximă compatibilitate și portabilitate și, în plus, reprezintă grafic automat caracteristicile MI; codul binar executabil echivalent și timpul de calcul global sunt reduse (cu 55 % și 27 %) incluzând reprezentarea grafică automată și exportul în 2 formate pe disc ("Fig" MATLAB și ".png").

■ Utilitatea versiunilor noi informatice **cLinuxIND** și **gLinuxIND** (cu reprezentarea grafică automată și autoscalare a caracteristicilor MI calculate și/sau studiate) este de a facilita, pe cât posibil, rezolvarea unor probleme de natură tehnică și economică în care este necesar și oportun calculul optimal inclusiv energetic pe durata de viață și exploatare a MI.

De asemenea, ele își găsesc utilizarea versatilă și la calculul parametrilor și/sau caracteristicilor funcționale ale MI în condiții diferite de exploatare (re tehnologizarea sistemelor cu MI în componentă), altele decât cele de regim nominal de funcționare (nativ pentru regimuri staționare ca motor sau generator).

BIBLIOGRAFIE

[1] Dordea, T., Dordea T.P., Madescu, Gh., Torac, Ileana, Ocolişan, L.C., Moț, M., *Mașini electrice. Programe de calcul*, Editura POLITEHNICA, 2010, Timișoara, ISBN: 978-973-625-822-0, Pag.:61-133 și CD-ul cu programe și exemple asociat cărții.

[2] * * * <https://www.mathworks.com/products.html>.

[3] * * * https://www.mathworks.com/help/matlab/creating_plots/system-requirements-for-matlab-graphics.html?requestedDomain=true.

[4] * * * https://www.mathworks.com/help/matlab/creating_plots/system-requirements-for-matlab-graphics.html?requestedDomain=true#buw5ur3-1.

[5] * * * <http://www.netlib.org/f2c/>.

[6] * * * <http://www.wikiwand.com/en/F2c>.

C.S.III Lucian-Corneliu OCOLIȘAN

ACADEMIA ROMÂNĂ – Filiala Timișoara. Centrul de Cercetări Tehnice Fundamentale și Avansate. Laboratorul de Electromecanică. Bd. Mihai Viteazul nr. 24. 300223 Timișoara, Tel. 0256-491815, 0737-147450
E-Mail: eulatm@yahoo.com ; lccolislan@acad-tim.tm.edu.ro

Sebastian Mihai IANCU

Programator S.C. NOKIA S.R.L. Timișoara, Str. Ghe. Lazar nr.9, 300344,
Tel. 0748-134951, E-Mail: sebastianm.iancu@yahoo.com

Dr.Ing. Gheorghe VERTAN

S.C. Versiuni Tehnice Avansate și Noutăți S.R.L., Timișoara,
Tel. 0356-005345, 0748-134646
E-Mail: maghe2008@yahoo.com