



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

CALCULUL PARAMETRILOR UNUI MOTOR DE INDUCȚIE LA DIFERITE VALORI ALE SARCINII, FOLOSIND PROGRAME DE TIPUL ”IND”

Lucian-Corneliu OCOLIȘAN, Sebastian Mihai IANCU,
Gheorghe VERTAN

CALCULATION OF PARAMETERS OF AN INDUCTION MOTOR AT DIFFERENT VALUES OF LOAD, USING PROGRAMS SUCH AS "IND"

The paper presents IT and general aspects of how to calculate the parameters of an induction engine (MI) with "IND" type 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 (55 % and 99,99 %) including automatic graphic representation and export to 2 disk formats (".FIG" and MATLAB .png).

Keywords: induction machines, IND program, refurbishment, software, simulation modelling, MATLAB, Simulink, C, f2c, virtual machine

Cuvinte cheie: mașini de inducție, programul IND, retehnologizare, software, modelare simulare, MATLAB, Simulink, C, f2c, mașină virtuală

1. Introducere

Un mod de calcul cu posibilități multiple și posibilitate de generare automată în format tabelar și/sau grafic a caracteristicilor funcționale specifice mașinilor electrice de inducție MI, sub forma unor

curbe funcționale specifice, este de oportunitate în aplicațiile din toate domeniile, sistemele și instalațiile specifice care le includ. Acesta înglobează aspecte de natură aplicativă privind evaluarea comportamentului MI analizate, existente și/sau necesare, argumentat și justificat obiectiv, cu scop inclusiv decizional, în procesul de evaluare a necesității de re tehnologizare, modernizare, extindere etc. 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 cu programul IND și utilizarea ei la calculul parametrilor unui motor de inducție la diferite valori ale sarcinii

Calculul parametrilor unui motor de inducție la diferite valori ale sarcinii, folosind programe de tipul ”IND” exploatează proprietățile metodei de calcul și analiză a performanțelor MI transpusă informatic în programul **IND** cu ultima versiuni clasică din anul 2010. 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 și colectiv. Practic se prezintă sub forma unei aplicații software specializate independente de calcul de proiectare electromagnetice și sau studiu aprofundat/cercetare pentru cazul MI considerată prin forma ei constructivă electromagnetice și valorile specifice constantelor de material folosite tehnologic în fabricarea sa.

Versiunea **IND 2010** a fost dezvoltată și finalizată informatic folosind limbajul **FORTTRAN’77** sub sistemul de operare **MS Windows XP PRO SP2** arhitectura x86_32 biți.

Din rațiuni de exploatare și adăugare a unei facilități suplimentare, sub forma unui modul specializat extern care să reprezinte automat în format grafic, post prelucrabil după dorință, dar stabil și reproductibil caracteristicile MI calculate de **IND 2010**, s-au modificat și adaptat corespunzător sursele **FORTTRAN’77** inițiale și s-a realizat o aplicație de generație nouă, modernă și originală în limbajul ”**C**” compatibil sub sistemul de operare **Linux** făcând apel la utilitarul ”**f2c**” din **Linux** [2, 3]. S-au obținut 2x2 = 4 aplicații noi, originale, pe arhitectură 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** [4, 5, 6] 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 7,2 cm x 3,6 cm fiecare (ajustabilă după dorință), compatibil cu cerințele editurilor.

3. Calculul parametrilor unui MI funcționând în regim de motor la valori ale cuplului mecanic aplicat la arbore de valori: 0,33 %, 0,66 %, 100 %, 133 %, 166 % din valoarea nominală M_N , cazul c) CD-ul și cartea [1] – Cap.1

Echipamentul utilizat în toate prelucrările prezentate și comparate este: • 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.

Calculul s-au efectuat cu forma specifică arhitecturii x86_32 biți din 2018 a **”gLinuxINDx86”**. Se intervine asupra fișierului cu date de intrare, succesiv, modificând valorile cuplului și numărului de intervale sau pasul/finețea cu care sunt calculate valorile cuplului nominal, a celui critic și de pornire, încât domeniul alunecării MI să fie (0÷1) și se are în vedere corelația putere-moment electromagnet-turație mecanică conform Instrucțiuni **IND** [1]. Performanțele realizate sunt prezentate sintetic în continuare sub forma a 3 tabele și 6 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 evaluare a comportamentului MI, în regim staționar de motor la valori diferite ale sarcinii. Se reprezintă grafic câteva curbe de variație funcție de valori ale cuplului mecanic aplicat la arborele mașinii de valoare 0,33 %, 0,66 %, 100 %, 133 % și 166 % din valoarea nominală la MI din cazul c) CD-ul și cartea [1] – Cap.1. Fișierul specific cu date de intrare este "fort.11" / "1DFC" și varianta de program de calcul utilizată concret este **gLinuxINDx86 (32 biți)**. Fișierele specifice de ieșire cu valori calculate rezultate sunt "fort.22" / "1DFC2", "fort.21" și "fort.23" ce conțin lista variabilelor calculate și valorile lor de calcul conform caracteristicilor **IND 2010**, "fort.33"/"1DFC3". Timpul consumat exclusiv de componenta externă de reprezentare grafică, la generarea unui set complet de 580 grafice rezultă prin diferența dintre momentul de timp aferent scrierii pe disc a ultimului fișier grafic rezultat și a celui corespunzător primului fișier grafic scris și este de circa 2 minute. Timpul de calcul necesar valorilor calculate din tabelul specific cu caracteristici ale MI considerate se extrage din fișierul "fort.22" (**Linux**)/"1DFC2" (**MS Windows**) prin diferența dintre valoarea de la sfârșitul și, respectiv, începutul lui.

Diferența de timp de calcul la efectuarea calculelor pentru cazul „c” [1] cu $M=M_N$ sub **Ubuntu Linux 16.04.4 LTS x86_32 biți**, cu programul "**Windows IND 2010**" și interfața **Linux Wine**; fișier: "1DFC" și "1DFC2"; denumit "**Timp referință $t_{ULW_2018} (s)$** " este:

Tabelul 1

Cazul	Timp calcul start t_1	Timp calcul stop t_2	Diferența $t_{ULW_2018} t_2 - t_1$
c)	hh:mm:ss,ss 14; 2;42,93	hh:mm:ss,ss 14; 2;48,62	mm:ss,ss 5,69

Diferența de timp de calcul la efectuarea calculelor pentru cazul „c” [1] cu $M=M_N$ sub **Ubuntu Linux 16.04.4 LTS x86_32 biți**, cu programul "**gLinuxINDx86 32 biți**"; fișierele: "fort.11" / "1DFC", "fort.22" / "1DFC2"; denumit "**Timp actual $t_{UL_2018} (s)$** " este:

Tabelul 2

Cazul	Timp calcul start t_1	Timp calcul stop t_2	Diferența $t_{UL_2018} t_2 - t_1$
c)	hh:mm:ss,ss 13;41;54,86	hh:mm:ss,ss 13;41;54,89	mm:ss,ss 0,03

Diferența de timp de calcul la efectuarea calculelor pentru cazul „c” [1] cu $M=M_N$ sub **Ubuntu Linux 16.04.4 LTS x86_32 biți**, cu

programul “gLinuxINDx86 32 biți”; fișierele: "fort.11"/"1DFC", "fort.22" / "1DFC2"; față de programul de referință MS Windows IND 2010 sub interfața Linux Wine, denumit "Reduceri Timp Actuale t_{RTA_2018} (s)" este:

Tabelul 3

Cazul	Timp calcul t_{ULW_2018}	Timp calcul t_{UL_2018}	Diferența t_{RTA_2018} $t_{ULW_2018} - t_{UL_2018}$
c)	hh:mm:ss,ss 5,69	hh:mm:ss,ss 0,03	mm:ss,ss 5,66

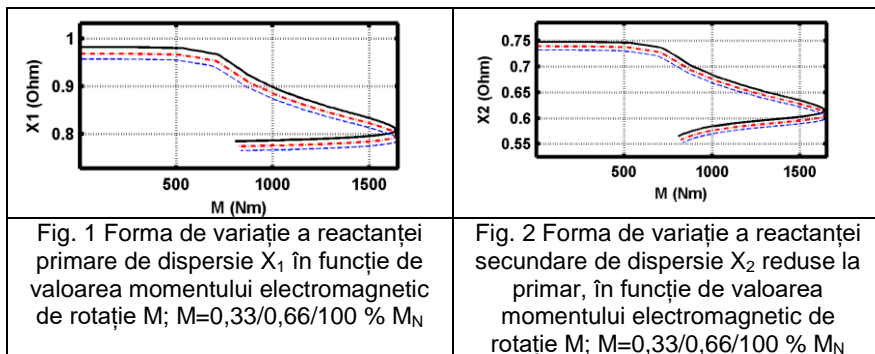
Dacă introducem abaterea relativă procentuală pentru calculul diferenței de timp t_{RTA_2018} din tabelul 3, raportată la timpul inițial de calcul t_{ULW_2018} obținem (calculând în sutimi de secundă) valoarea:

$$t_{RTA_2018} \% = (t_{ULW_2018} - t_{UL_2018}) / t_{ULW_2018} * 100 (\%)$$

$$t_{RTA_2018} \% = (5*100+69-0,03)/(5*100+69)*100 = 568.97/569*100 (\%)$$

$$t_{RTA_2018} \% \approx 99,99 (\%)$$

Figurile 1, 2, 3, 4 reprezintă forma de variație în funcție de valoarea momentului electromagnetic M a reactanțelor MI primară de dispersie și secundară redusă la primar. Linia neagră plină corespunde $M=M_N$, roșie întreruptă la $M=0,66x M_N$ figurile 1, 2 și $M=1,66x M_N$ figurile 3, 4, respectiv albastră linie punct la $M=0,33x M_N$ figurile 1, 2 și $M=1,33x M_N$ figurile 3, 4.



Din figura 5 și figura 6, 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 c) din CD-ul și cartea [1] – Cap.1, împreună cu fișierele rezultate corespunzătoare.

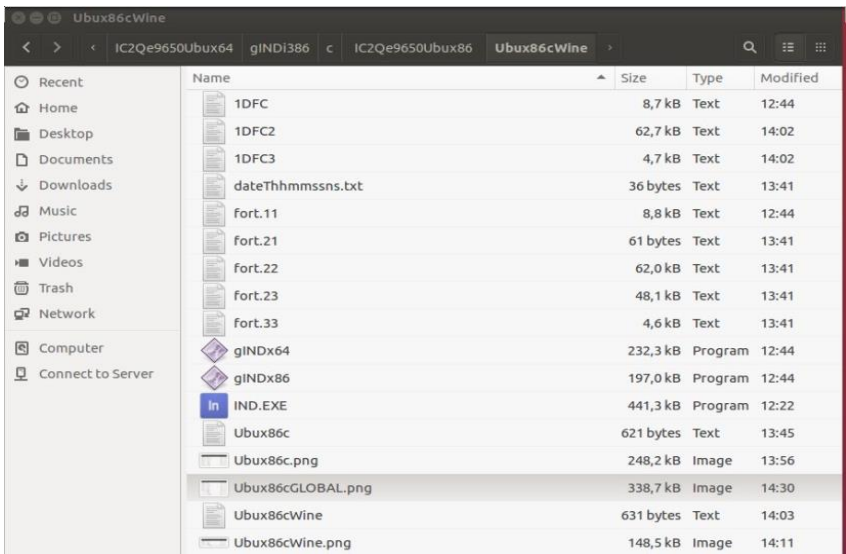
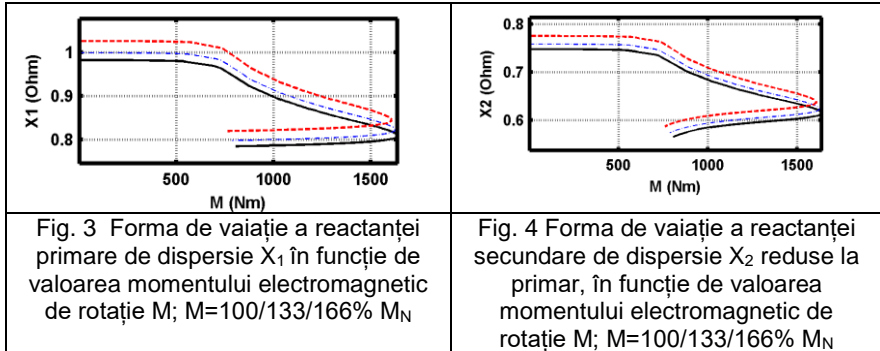


Fig. 5 Raport Ubuntu Linux 16.04.4 LTS x86_32 bți privind fișierele utilizate, dimensiune / tipul / ora de modificare a lor în cazul efectuării pasului "c)" de optimizare conform cu CD-ul și cartea [1] – Cap. 1

Dacă introducem abaterea relativă procentuală pentru calculul diferenței de lungime a codului binar executabil actual al **gLinuxINDx86 (32 biți)** L_{CBE_2018} din figura 6, 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

$$L_{\text{CBE}_{2018}} \% = (441,344 - 197,020) / (441,344) * 100 = 244.324 / 441,344 * 100 = 0.5535908497679814 * 100 (\%)$$

$$L_{\text{CBE}_{2018}} \% \approx 55 (\%)$$

```

Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.
C:\MatlabWork2018\2018\20180426 sub Ubux86\c\Ubux86cWine>dir
Directory of C:\MatlabWork2018\2018\20180426 sub Ubux86\c\Ubux86cWine
04/26/2018 01:02 PM <DIR>      .
04/26/2018 01:02 PM <DIR>      ..
04/26/2018 12:44 PM           8,749 1DFC
04/26/2018 02:02 PM          62,676 1DFC2
04/26/2018 02:02 PM          4,710 1DFC3
04/26/2018 01:41 PM             36 dateThhmmssns.txt
04/26/2018 12:44 PM           8,753 fort.11
04/26/2018 01:41 PM            61 fort.21
04/26/2018 01:41 PM          61,958 fort.22
04/26/2018 01:41 PM          48,070 fort.23
04/26/2018 01:41 PM           4,646 fort.33
04/26/2018 12:44 PM        232,296 glNDx64
04/26/2018 12:44 PM        197,020 glNDx86
04/26/2018 12:22 PM        441,344 IND.EXE
04/26/2018 01:45 PM           621 Ubux86c
04/26/2018 01:56 PM        248,198 Ubux86c.png
04/26/2018 02:32 PM        345,184 Ubux86cGLOBAL.png
04/26/2018 02:03 PM           631 Ubux86cWine
04/26/2018 02:11 PM        148,482 Ubux86cWine.png
    17 File(s)    1,813,435 bytes
     2 Dir(s)    148,768,690,176 bytes free

```

C:\MatlabWork2018\2018\20180426 sub Ubux86\c\Ubux86cWine>

Fig. 6 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 "c)" 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 99,99 %) 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 componență), 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] * * * <http://www.netlib.org/f2c/>

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

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

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

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

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 ; lcolicisan@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