

UTILIZAREA PROGRAMULUI DIGSILENT POWER FACTORY PENTRU CALCULUL DE REGIM PE CURBE DE SARCINĂ

Pentru construirea schemelor monofilare utilizate în studiile de caz s-a apelat la programul Power Factory versiunea 14.0.519 dezvoltat de compania germană DGSilent GmbH, deoarece dispune de o interfață grafică intuitivă și flexibilă, cuplată cu o bază de date interactivă, care permite atât utilizarea unor elemente (bare de stații, sarcini, linii, transformatoare etc.) predefinite, cât și introducerea de elemente de rețea noi sau particularizarea unora deja existente.

Programul folosește o bază de date cu tipuri de echipamente predefinite (tipuri de cabluri, transformatoare, generatoare etc.) cu parametrii lor electrici specifici, care se asociază elementelor introduse în schemă. Atunci când baza de date nu conține un anumit tip de element existent în schema introdusă de utilizator, acesta poate fi definit în cadrul proiectului și utilizat de ori de câte ori este nevoie.

Un exemplu de schemă monofilară introdusă de utilizator și pregătită pentru calculul de regim este indicat în fig. X.1. Este vorba despre o rețea test utilizată în cadrul studiului de caz.

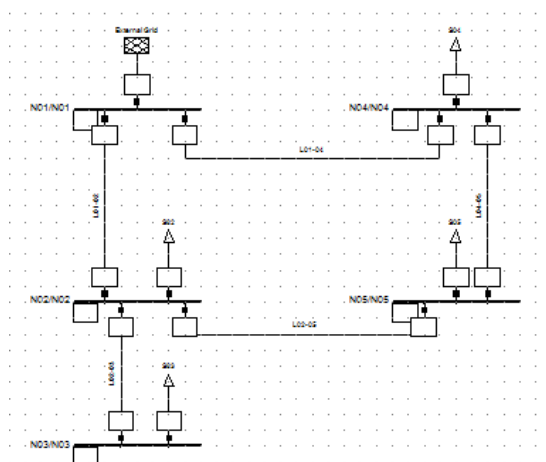


Fig. X.1 – Rețea test pentru calculul regimului permanent cu RNA introdusă în DGSilent Power Factory

Programul poate fi utilizat pentru calculul unui singur regim permanent, caz în care trebuie specificate puterile nodale consumate sau generate, acolo unde este cazul. Valorile sarcinilor sau ale puterilor generate se introduc manual, prin intermediul ferestrei de dialog asociate elementului grafic sarcină (fig. X.2), sau sunt scrise direct în baza de date asociată schemei (fig. X.3).

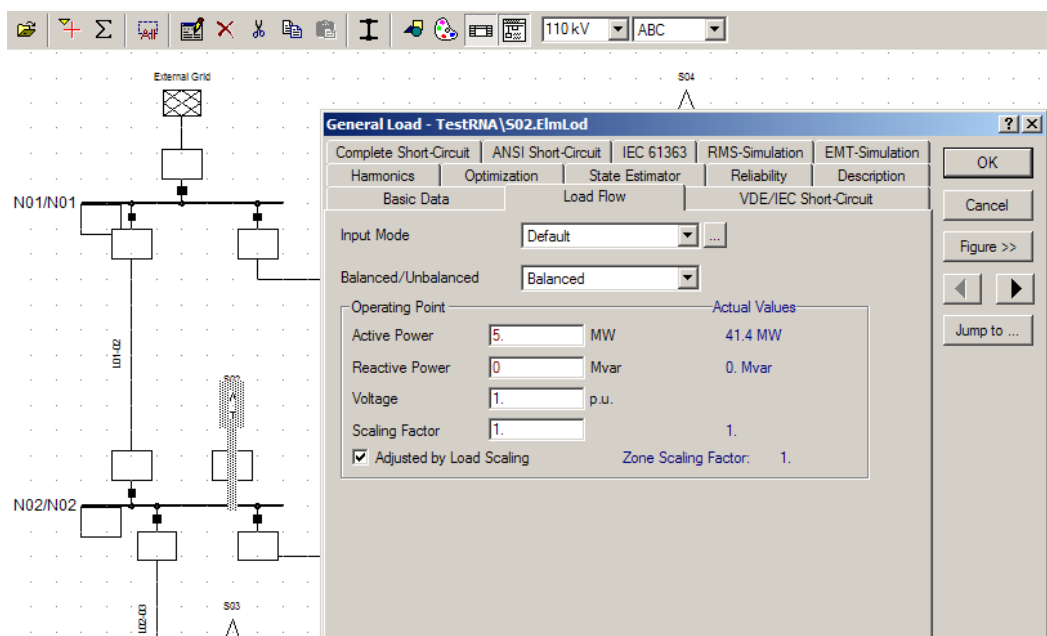


Fig. X.2 - Introducerea sarcinilor instantanee element cu element

Object Filter: *.ElmLod

	Name	Grnd	Input Mode	Balanced/Unbala...	Act.Pow. MW	React.Pow. Mvar	App. M
▶	S02	TestRNA	DEF	0	5.	0.	
▶	S03	TestRNA	DEF	0	5.	0.	
▶	S04	TestRNA	DEF	0	5.	0.	
▶	S05	Demo\TestRNA\Network Model\Network Data\TestRNA\S04		0	5.	0.	

Ln 1 4 object(s) of 4 1 object(s) selected Drag & Drop

Fig. X.3 - Introducerea sarcinilor instantanee direct în baza de date

Rezultatele calculului de regim pot fi citite fie grafic, în casetele de rezultate de pe schema monofilară (fig. X.4) sau din baza de date.

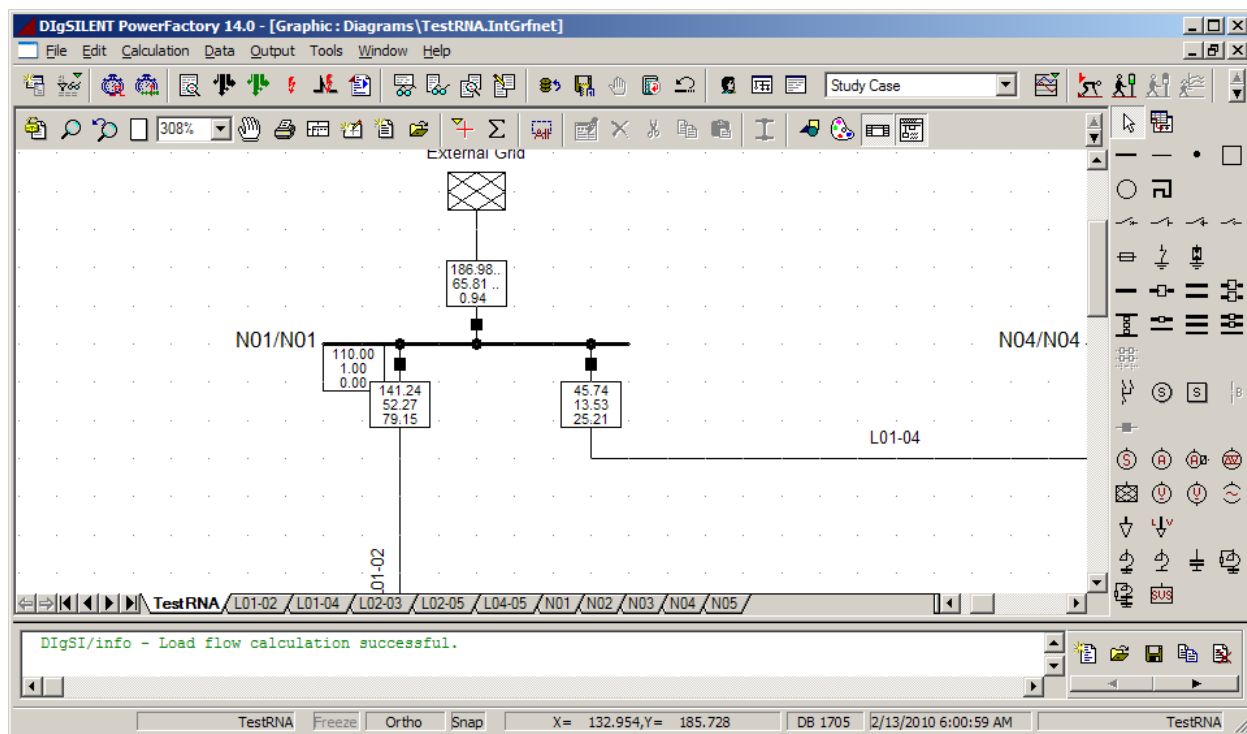


Fig. X.4

În această situație, calculul unui număr mare de regimuri ar presupune modificarea succesivă a puterilor nodale și apoi citirea rezultatelor pentru fiecare regim în parte, mare consumator de timp. Pentru rezolvarea acestui inconvenient, programul Power Factory dispune de un modul de calcul specializat, capabil să citească seturi mari de date din fișiere csv (comma separated values), care sunt ușor de creat și procesat folosind programul Microsoft Excel, apoi să exporte rezultatele în fișiere de tip text.

Modalitatea de utilizare a programului pentru acest tip de calcul este descrisă în detaliu în continuare:

Primul pas, realizat deja este construirea schemei monofilare și introducerea parametrilor electrici ai tuturor elementelor rețelei. Rețeaua exemplificată în fig. X.1 are cinci noduri, dintre care patru sunt noduri consumatoare (PQ) iar unul, nodul 1, este de echilibru și cinci linii electrice.

Pentru calculul mai multor regimuri fără intervenția utilizatorului, valorile puterilor active și reactive din cele patru noduri de sarcină vor fi citite automat de program dintr-un fișier csv, creat în acest scop. În acest fișier (fig. X.5) prima coloană, care pentru programul Power Factory are indexul 0, trebuie să conțină numărul de ordine al regimului calculat. Următoarele

coloane vor conține valorile puterilor active și reactive pentru nodurile rețelei, fără o ordine impusă, însă, odată aleasă pentru un regim, ea trebuie păstrată pentru toate regimurile citite din fișierul curent. Pentru exemplul rețelei electrice din fig.X.1, care are patru noduri de sarcină, fișierul csv trebuie să conțină o coloană index și opt coloane pentru puteri active și reactive nodale. Numărul de linii de date din fișier indică numărul de regimuri care vor fi calculate succesiv.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	1	2	0.1	10	1.1	30	0.5	30	0.5		
2	2	2	0.1	10	1.2	31	0.6	31	0.6		
3	3	2	0.1	10	1.3	32	0.7	32	0.7		
4	4	2	0.1	10	1.4	33	0.8	33	0.8		
5	5	2	0.1	10	1.5	34	0.9	34	0.9		
6	6	2	0.1	10	1.6	35	1	35	1		
7	7	2	0.1	10	1.7	36	1.1	36	1.1		

Fig. X.5 Fișierul de date utilizat pentru calculele de regim

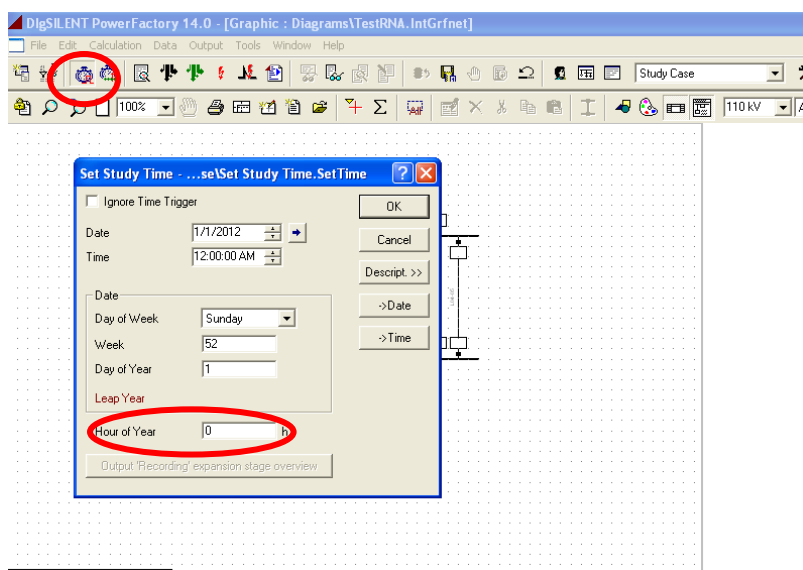


Fig. X.6 Stabilirea datei și orei de start a studiului de caz

În continuare, se apasă butonul **Date/Time of Calculation Case**, se setează data și ora studiului de caz la cele dorite și ora de start (Hour of Year) la 0 (fig. X.6). Apoi, se realizează legătura între fișierul csv și sarcinile definite în schema monofilară. Aceasta se realizează manual pentru o singură sarcină, apoi parțial automat pentru restul sarcinilor din rețea.

În acest scop, se execută dublu click cu mouse-ul pe oricare dintre sarcinile din schemă și se afișează fereastra de dialog pentru introducerea datelor corespunzătoare acestora.

Se face click dreapta pe câmpul **Active Power** (putere activă) din tabul Load Flow, se alege opțiunea **New Characteristic** (caracteristică nouă) și apoi **Characteristic from file** (caracteristică citită din fișier) (fig. X.7).

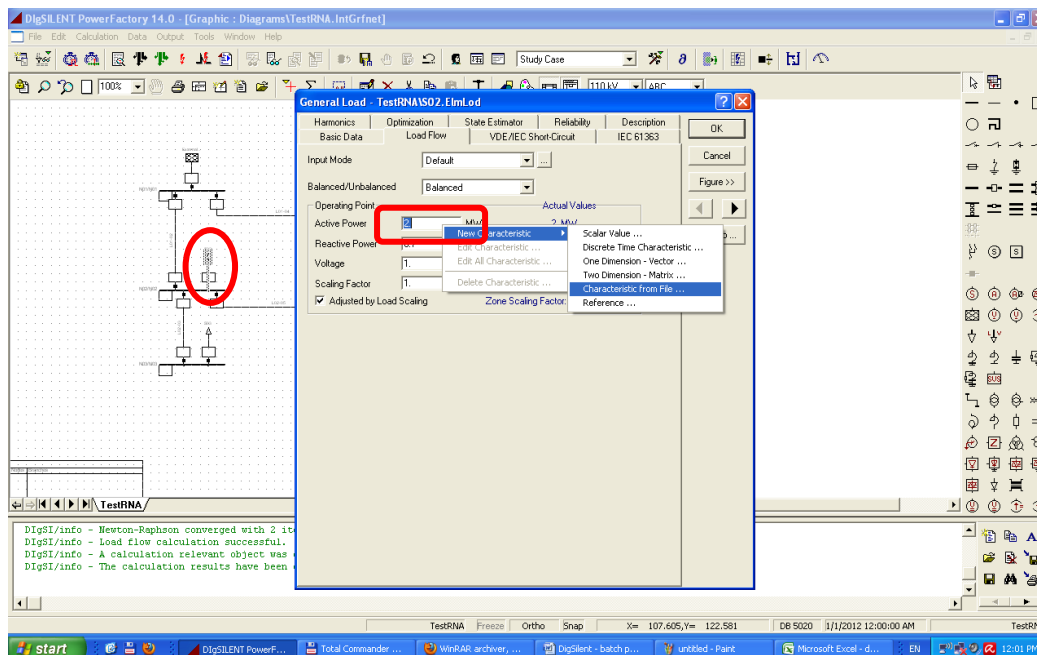


Fig. X.7 Selectarea fișierului de date pentru citirea automată a sarcinilor

În fereastra care se deschide, trebuie definită o scală de timp, care va fi utilizată în calcul (fig. X.8). Pentru aceasta se apasă butonul cu săgeată orientată în jos, se alege opțiunea **Select...**, iar în următoarea fereastră se execută click dreapta din mouse undeva pe zona albă a câmpului **Name** (nume), și se alege opțiunea **New** (nou) și **Others...** (altele).

Se definește un declanșator (trigger) căruia i se asociază un nume ("myTrigger"), un tip (hour of year- oră din an) și se apasă butonul **OK** (fig. X.9).

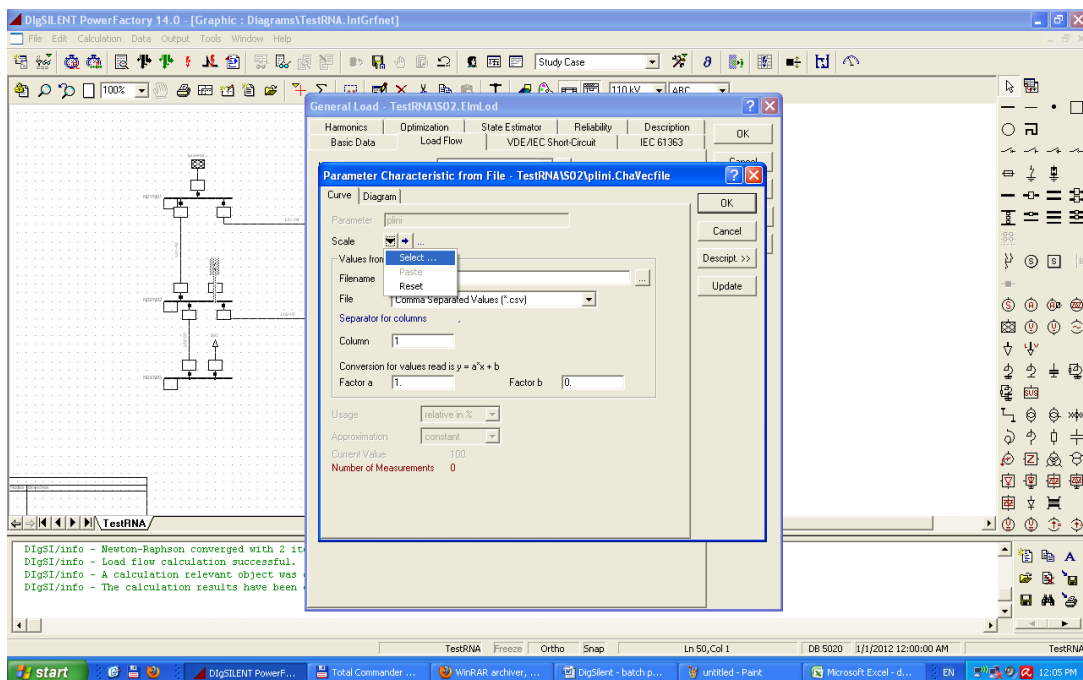


Fig. X.8 –Definirea scalei de timp

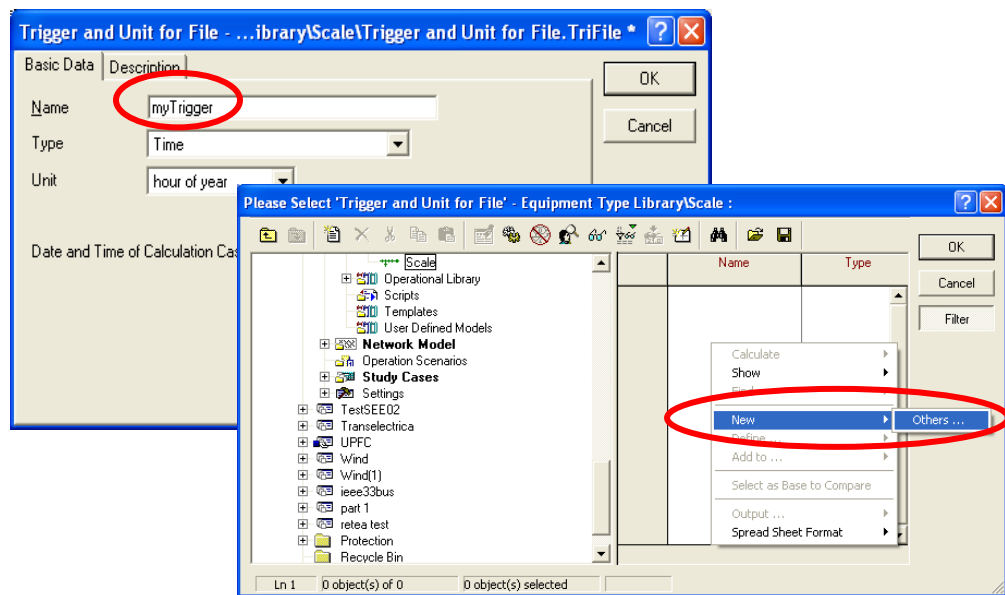


Fig. X.9- Crearea unui declanșator (trigger)

Se selectează triggerul creat și se închide fereastra. Triggerul va apărea selectat și va fi utilizat de către sarcina selectată (fig. X.10).

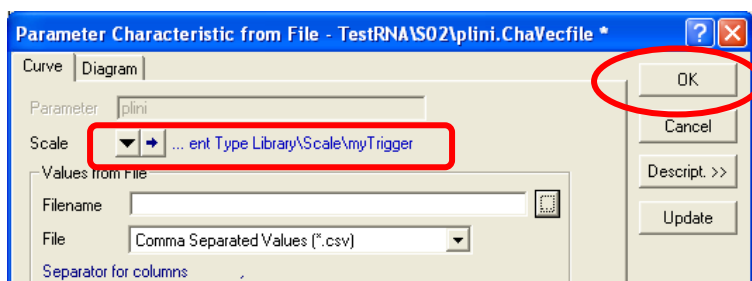


Fig. X.10- Selectarea trigger- ului

După definirea și selectarea triggerului se indică pentru sarcina selectată fișierul de date (Filename) din care se vor prelua valorile, precum și coloana (Column) din acest fișier din care va fi citită valoarea puterii active. Deoarece prima coloană din fișierul csv este numerotată de către program cu 0, coloana trecută în fig. X.11 este de fapt a doua coloană din fișier.

Dacă valorile înscrise în fișier sunt exprimate în MW sau MVA_r, atunci factorii de conversie a sarcinii a și b vor trebui să primească valorile 1, respectiv 0. Campul Usage (utilizare ca ...) trebuie trecut pe valoarea **absolute** (valoare absolută), iar campul Approximation (aproximare) se trece pe valoarea **constant**.

În fiecare dintre ferestrele discutate până acum, pentru realizarea efectivă a schimbărilor introduse este obligatorie apăsarea butonului **OK**.

În acest moment, programul va citi pentru fiecare regim definit în fișierul csv indicat valoarea absolută, considerată în MW, pentru puterea activă a sarcinii selectate, din coloana indicată (fig. X.11).

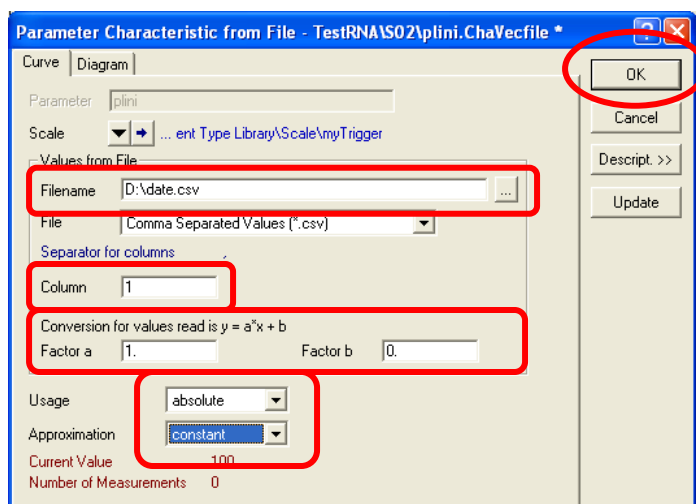


Fig. X.11- Configurarea unei sarcini pentru citirea valorii din fișier

În mod similar se realizează citirea valorilor pentru puterea reactivă consumată de sarcina selectată. Se alege corespunzător coloana din care se va citi din fișier valoarea puterii reactive (fig. X. 12).

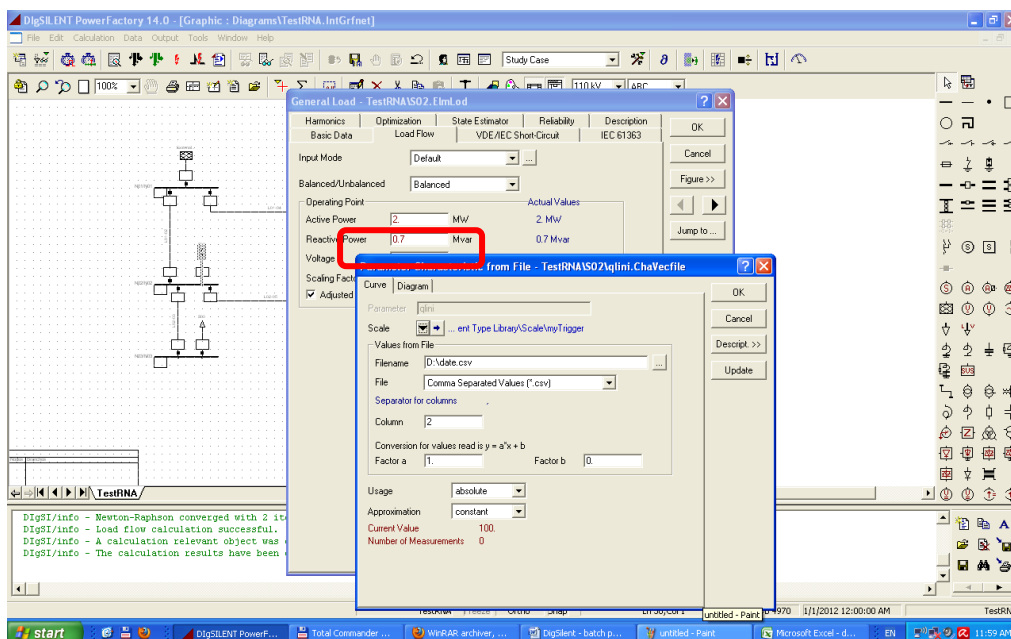


Fig. X.12 Citirea din fișier a valorii pentru puterea reactivă

Această succesiune de pași pentru citirea datelor din fișier trebuie realizată pentru toate nodurile consumatoare și generatoarele din rețea. Pentru rețelele de dimensiuni mari (sute sau mii de noduri), definirea manuală a fiecărei sarcini ar necesita un volum mare de timp. De aceea, este mai convenabilă modificarea valorilor direct în baza de date, pentru toate sarcinile la un loc.

Pentru aceasta se apasă butonul de invocare a bazei de date



și se selectează sarcinile



(fig. X.13).

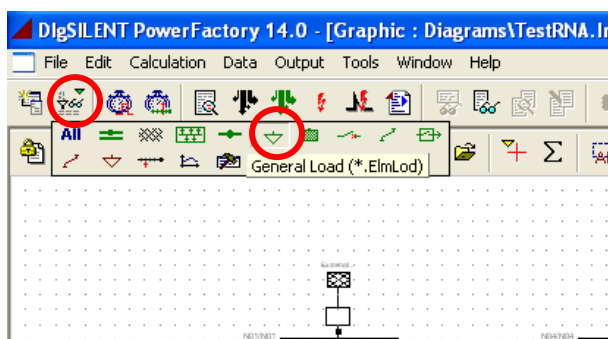


Fig. X.13 Selectarea sarcinilor pentru copierea automată a caracteristicilor din fișier

În tabul Scales (scala de timp), în coloanele **hour of year plini** și **hour of year qlini** sunt completate valori doar pentru sarcina S02 pentru care s-a realizat asocierea cu fișierul csv. Această asociere se realizează rapid și pentru toate celelalte sarcini din rețea prin copiere, la fel ca în Excel.

Object Filter: *.ElmLod

Name	Grid	Act.Pow. MW	Current Value MW	hour of year plini	React.Pow. Mvar	Current Value Mvar	hour of year qlini
S02	TestRNA	2.	2.	plini	0.7	0.7	qlini
S03	TestRNA	19.	19.		6.	6.	
S04	TestRNA	10.	10.		2.	2.	
S05	TestRNA	4.	4.		0.8	0.8	

Flexible Data **Scales** Basic Data Load Flow VDE/IEC Short-Circuit IEC 61363 Harmonics Optimization

Ln 1 4 object(s) of 4 1 object(s) selected Drag & Drop

hour of year plini	React.Pow. Mvar	Current Value Mvar
plini	0.7	0.7
plini	6.	6.
plini	2.	2.
plini	0.8	0.8

- Edit
- Edit Element/Type ...
- Select Characteristic ...
- Delete Characteristic
- Copy**
- Select Row
- Select Column
- Spread Sheet Format
- Options

hour of year plini	React.Pow. Mvar	Current Value Mvar
plini	0.7	0.7
plini	6.	6.
plini	2.	2.
plini	0.8	0.8

- Select Characteristic ...
- Delete Characteristic
- Copy
- Paste**
- Select Row
- Select Column
- Spread Sheet Format

Fig. X.14 Copiere automată a asocierii sarcinilor cu fișierul csv

Copierea automată nu modifică și numărul coloanei din care este citită valoarea fiecărei sarcini. El se modifică manual, făcând dublu click pe fiecare camp **plini** și **qlini** și trecand pentru fiecare sarcină numărul corespunzător al coloanei din care trebuie citite valorile (fig. X.15).

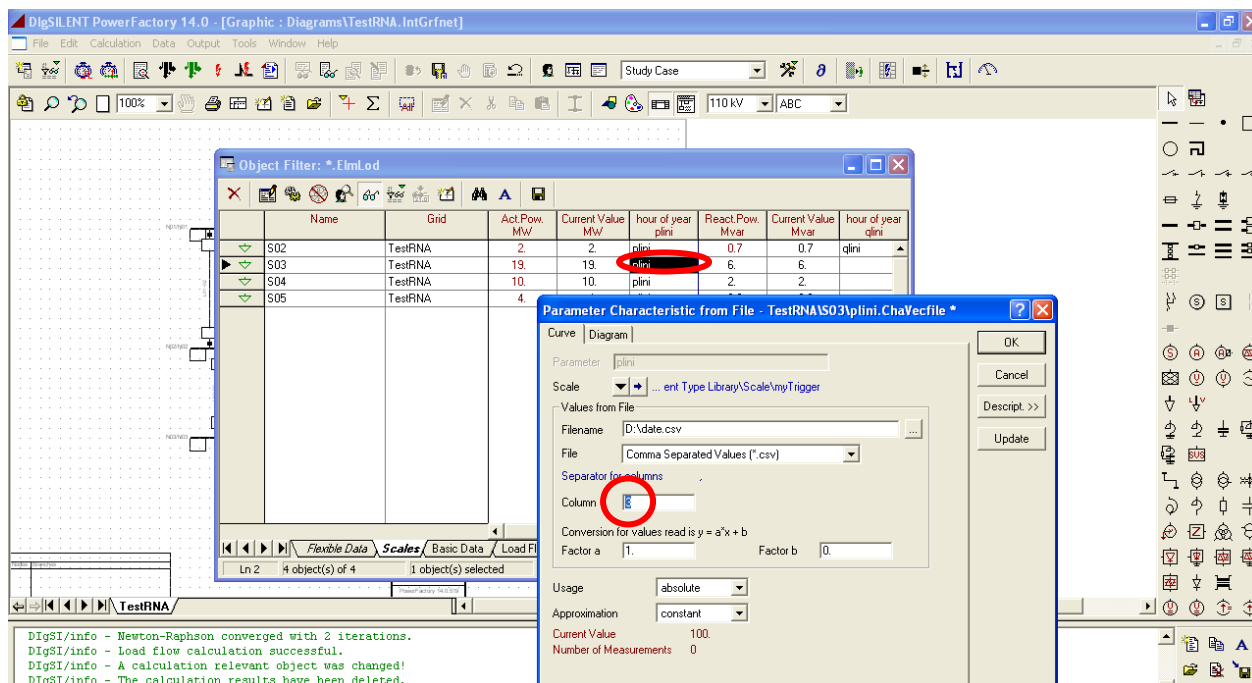


Fig. X.15

Pasul următor este calcularea tuturor regimurilor definite în fișierul csv. Se selectează întreaga rețea cu Ctrl-A.

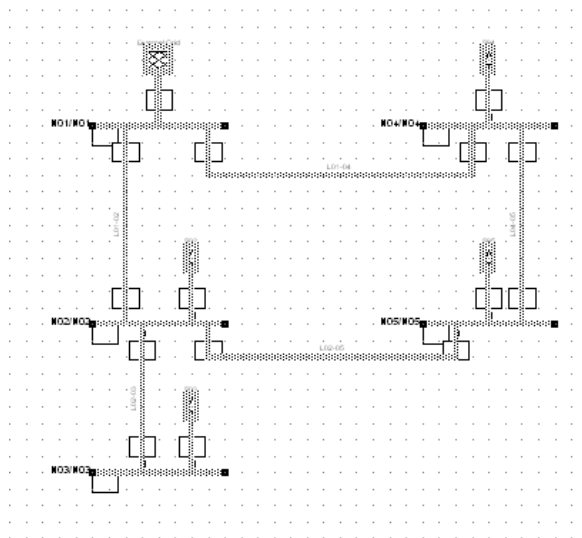


Fig. X.16 Selectarea întregii rețele pentru calculul de regim

Se face click dreapta mouse pe un element din rețea și se alege opțiunea **Execute DPL Scripts** (Execută script DPL).

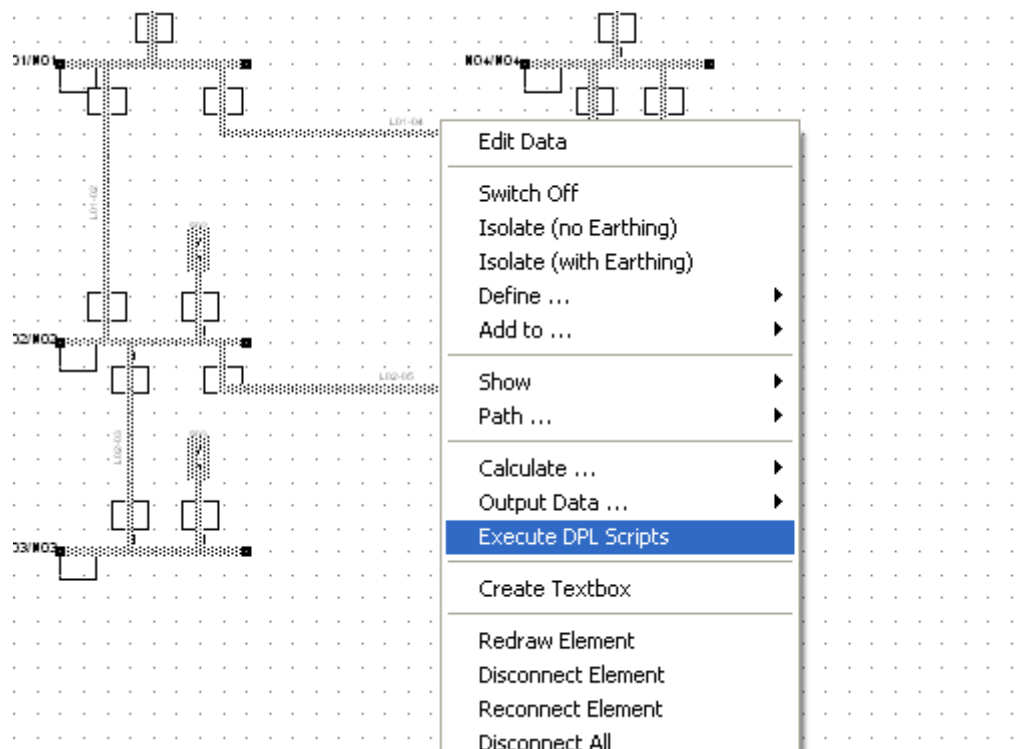


Fig. X.17 Lansarea în execuție a calculului de regim

Din lista de scripturi predefinite se alege **TimeSweep** (secvența de timp):

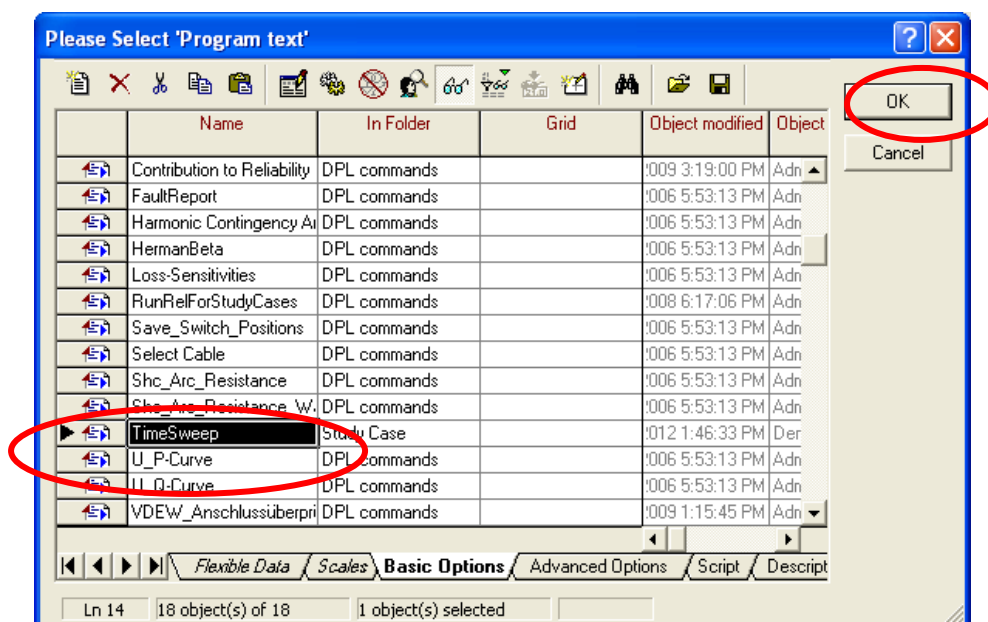


Fig. X.18 Executarea scriptului **TimeSweep**

În fereastra scriptului se modifică parametrii **start time**, **time step** și **stop time** (început, pas și final). Pasul se alege în funcție de convenția stabilită în prima coloană a fișierului csv. Începutul și sfârșitul calcului sunt alese de utilizator. Sfârșitul nu trebuie să depășească ultima valoare din coloana 0 a fișierului csv.

Înainte de executarea scriptului se particularizează lista variabilelor calculate pentru fiecare element din rețea. În fereastra scriptului se apasă butonul **Contents**.

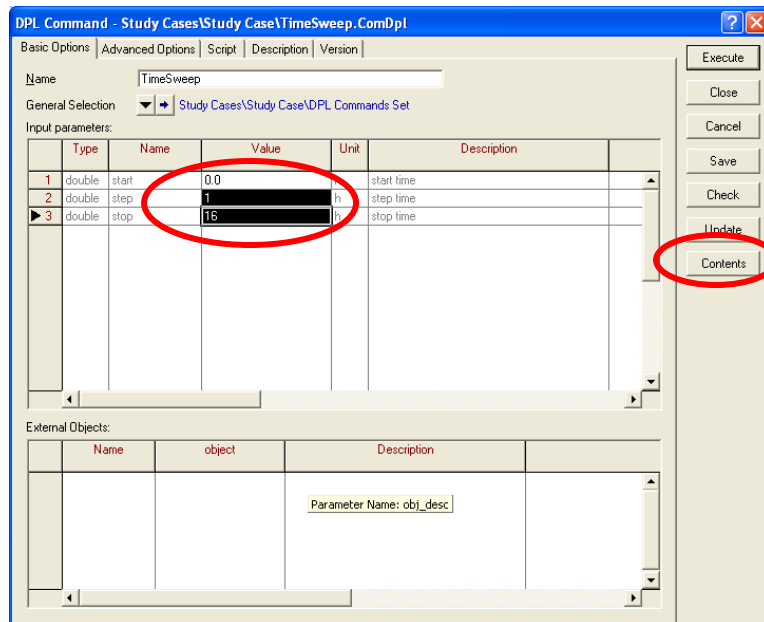


Fig. X.18 Particularizarea variabilelor de ieșire

În fereastra care se deschide se face click dreapta pe câmpul **Results** (rezultate) și se alege opțiunea **Edit** (modifică) (fig. X.20). În fereastra nouă se apasă butonul Variables (variabile) (fig. X.19)

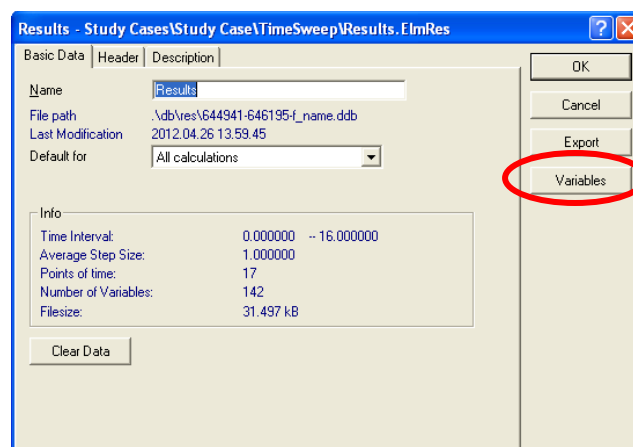


Fig. X.20 Particularizarea variabilelor de ieșire

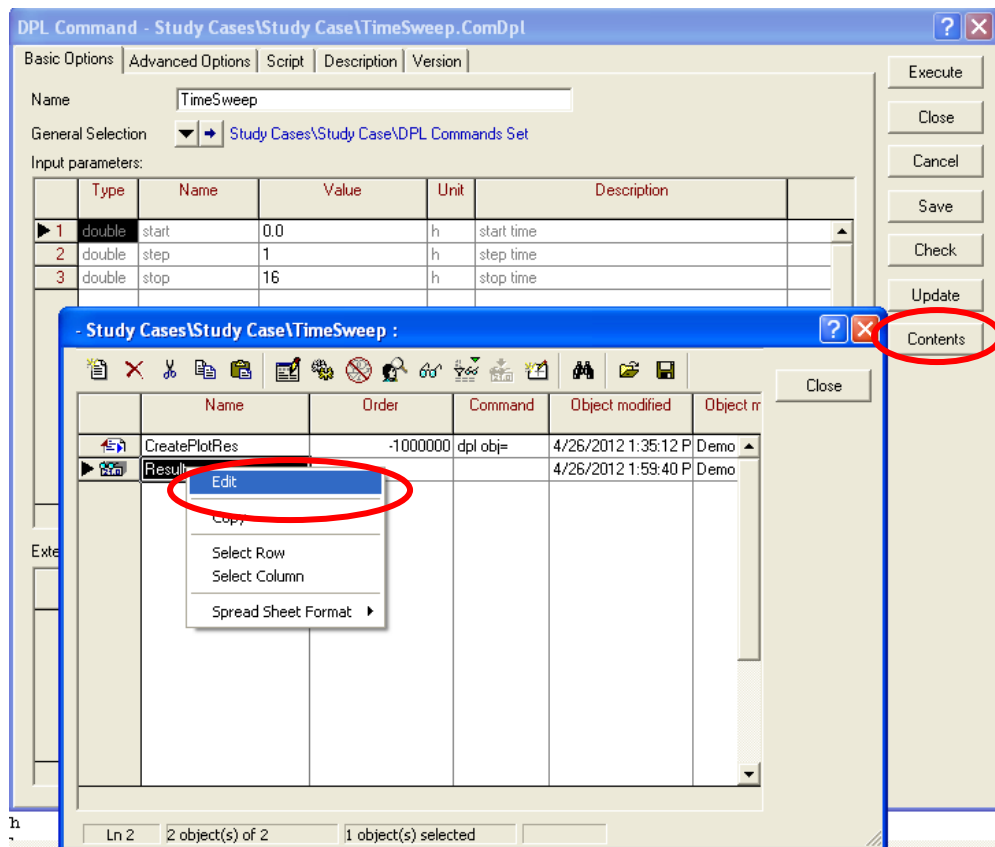


Fig. X.19 - Accesarea ferestrei pentru particularizarea rezultatelor

Pentru un element din listă se alege comanda Edit pentru afișarea ferestrei Data Manager din care se vor selecta variabilele de ieșire

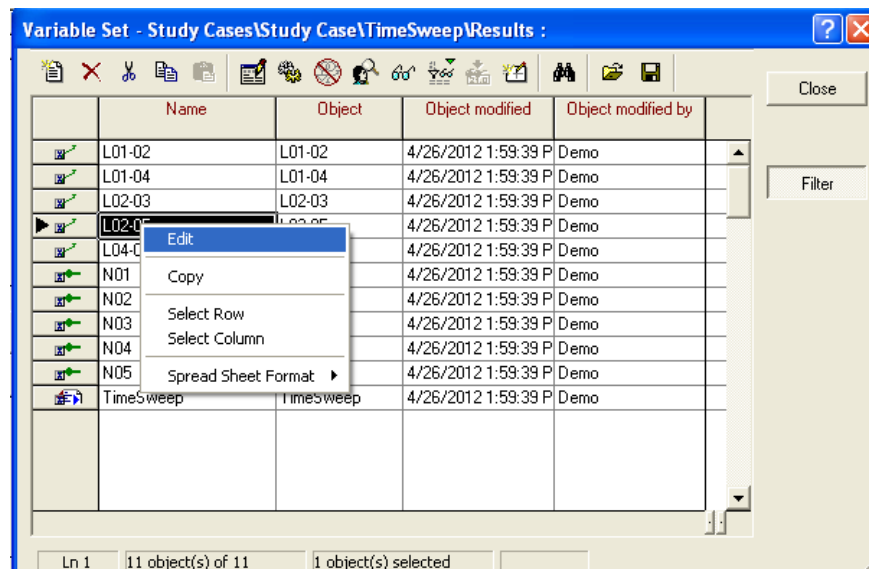


Fig. X.21 Selectarea unui element pentru definirea variabilelor de ieșire

Din fereastra cu liste de variabile se aleg doar cele de interes pentru utilizator. Procedura trebuie repetată pentru fiecare element din listă.

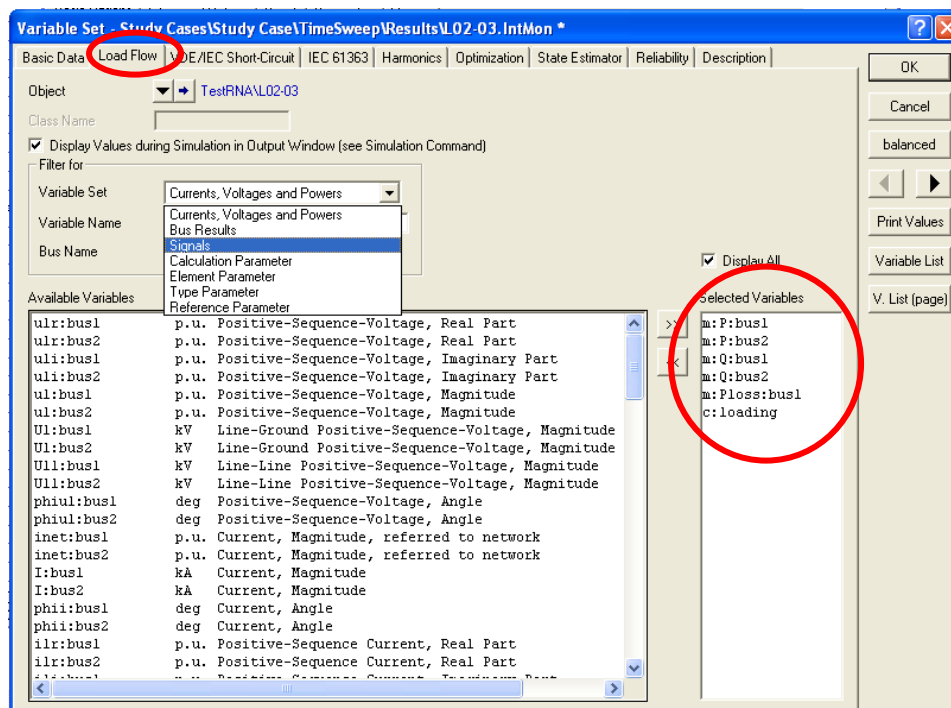


Fig. X.22 Selectarea variabilelor de interes pentru un element

Se apasă OK sau Close (închide) în toate ferestrele deschise până se ajunge la fereastra scriptului TimeSweep. Aici se apasă butoanele Update (actualizare) și Save (salvare) pentru memorarea modificărilor realizate și se lansează în execuție calculul prin apăsarea butonului Execute (executare). Programul va calcula automat regimurile definite în fișierul csv, respectând pasul ales de utilizator.

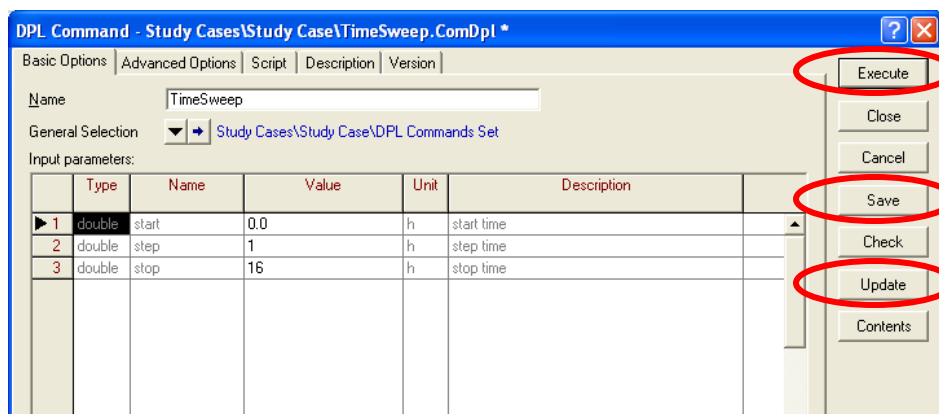


Fig. X.23- Lansarea în execuție a calculului de regim

După terminarea calculelor, pentru exportarea rezultatelor se accesează din nou fereastra scriptului până se ajunge la fereastra din fig. X.20. Aici, se apasă butonul **Export**.

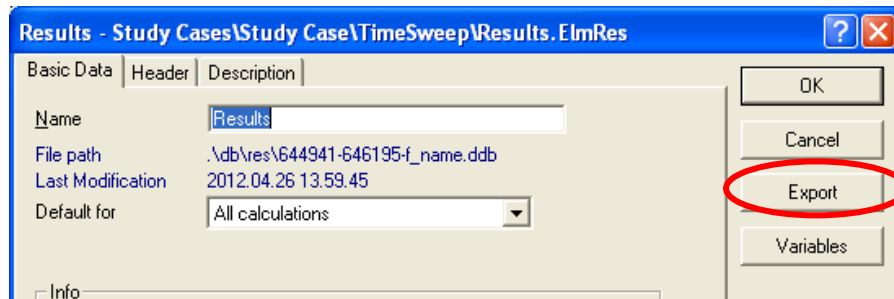


Fig. X.24- Apelul modulului de export al datelor

În fereastra care se deschide se alege tipul de fișier Textfile și numele său File Name. După apăsarea butonului Execute, cu configurarea aleasă astfel, variabilele calculate vor fi salvate într-un fișier text delimitat cu tabulatori, care poate fi descris și prelucrat în Excel.

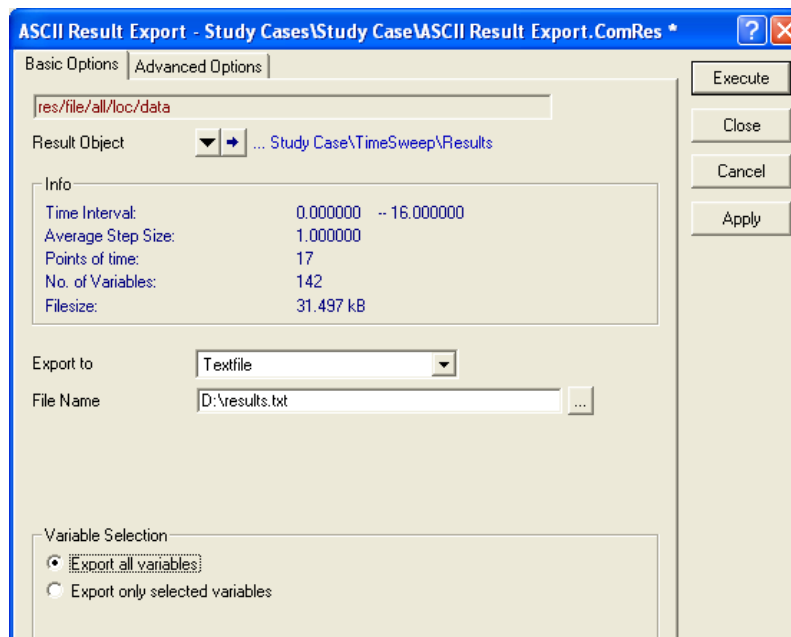


Fig. X.25- Exportarea rezultatelor calculelor de regim