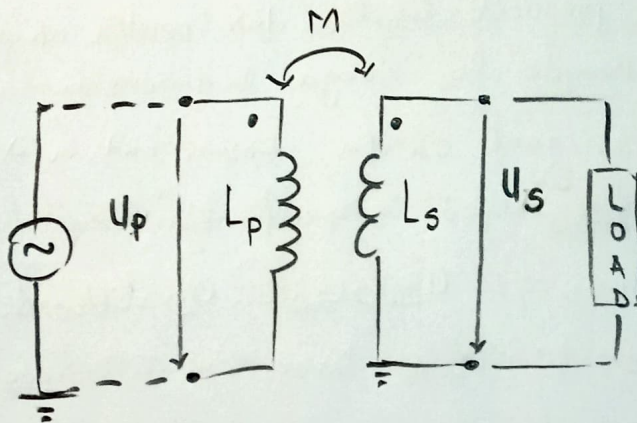


MODELARE TRANSFORMATOR PI. SIMULĂRI REALISTICE ÎN LTSPICE:

Pentru verificarea calculului realizat în timpul procesului de dimensionare al transformatorului va trebui să modelăm comportamentul acestuia în LTSPICE, realizând circuitul echivalent al acestuia.

Un transformator ideal prezintă un factor de cuplaj $k = 1$, adică cuplajul între cele două inductoare ale dispozitivului este perfect fără scurgeri de flux.

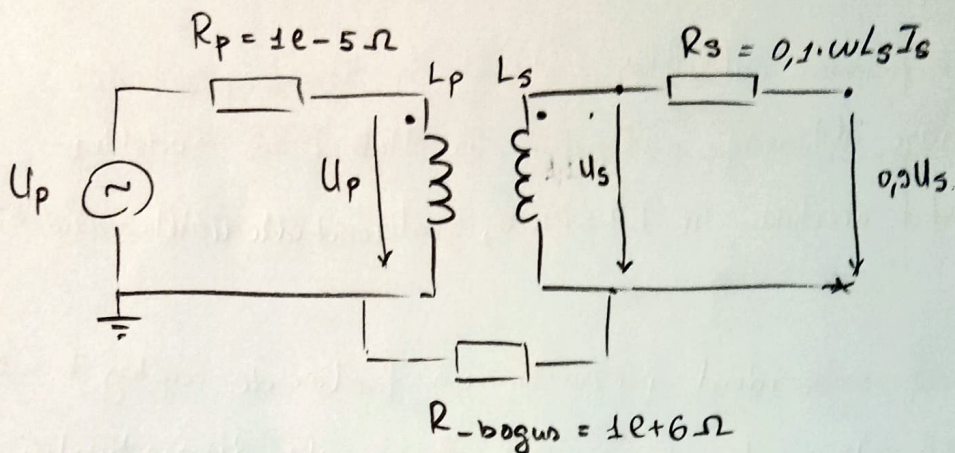


$$M = k \sqrt{L_s L_p}$$
$$k = 1 \Rightarrow$$
$$M = \sqrt{L_s L_p}$$

OBS : Un transformator real va avea pierderi inductive, rezistive și capacitive, deci prin extensie va avea un factor de cuplaj teoretic. Noi în dimensionarea transformatorului supraestimăm cantitatea de putere transferată în secundar, crescând artificial factorul de cuplaj la $k = 1,2$.

D. p. d. v. valoarea factorului de cuplaj nu are logică, dar aceasta reprezintă un artificiu de calcul luându-se în calcul pierderile rezistive de pe secundar.

Astfel, circuitul echivalent transf. conform informațiilor din "Ghid proiectare Transformator" este următorul:

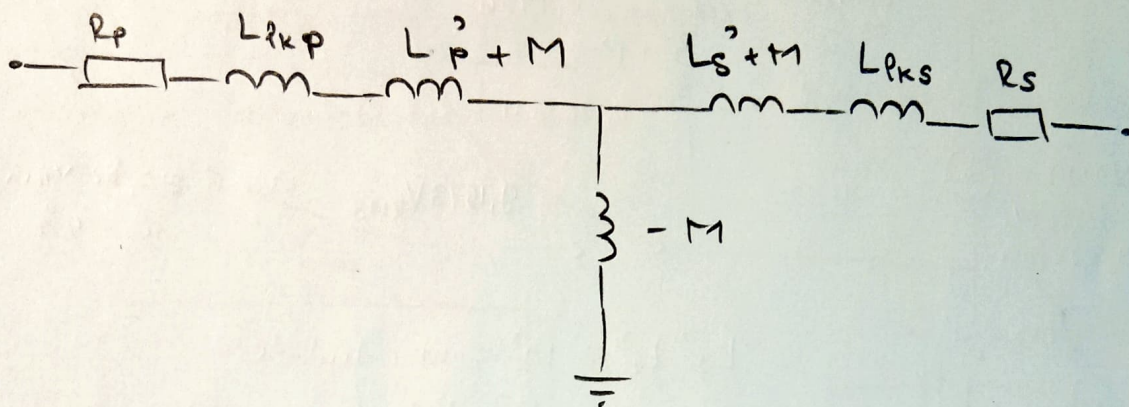


① în circuitul de simulare de mai sus s-a presupus $K = 1$.

În mod normal ar trebui simulat circuitul, luându-se în calcul pierderile rezistive, dar pentru că noi pornim de la dreapta la stînga în dimensionarea tensiunii, vom presupune că la borna ext. a transf. avem exact U_{LOAD} , cerut în specificațiile circuitului secundar, deci $U_{RS} = 0,1 \cdot U_{LOAD}$, iar $U_S = U_{LOAD} + U_{RS} \Rightarrow U_S = 1,1 \cdot U_{LOAD}$. Dacă am introduce o rezistență R_p cu valori semnificative, comparabile cu R_s am echilibra ușor schema și am ajunge din nou la $K = 1$.

Modelul utilizat demine simulează tensiunea la bornele transformatorului pînă în căderea de tensiune de pe R_s .

Modelul de mai sus se
poate redeseena astfel:



$$L_{kp} = (1-k) L_p = \frac{\mu N_p^2 A}{l} (1-k)$$

$$L_{ks} = (1-k) L_s = \frac{\mu N_s^2 A}{l} (1-k)$$

$$L_p^2 = k L_p$$

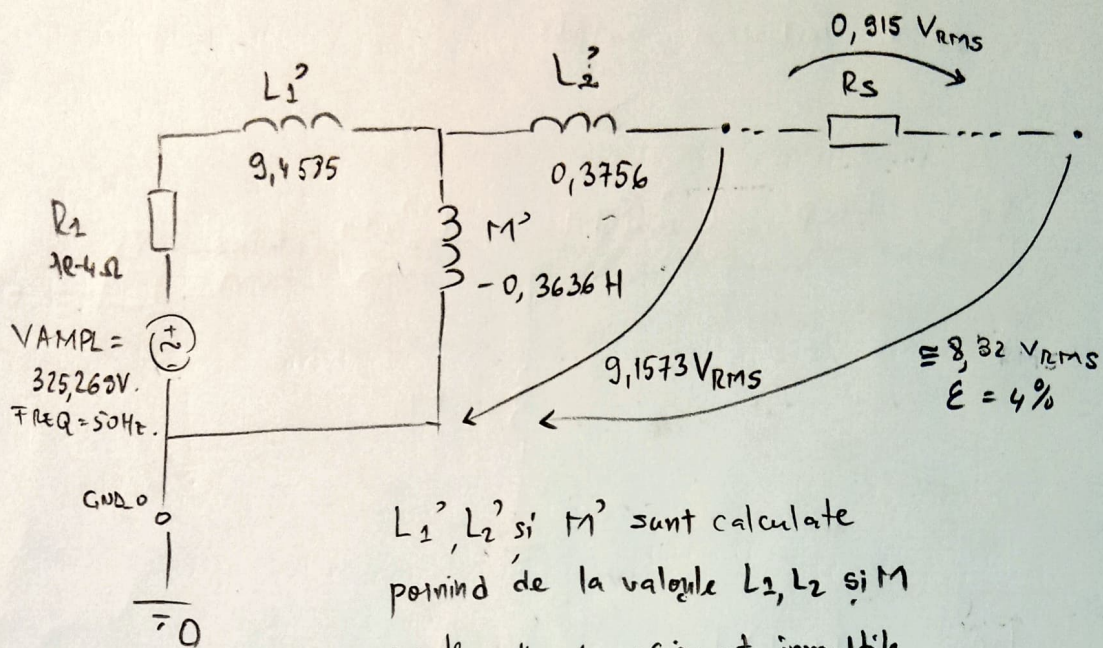
$$L_s^2 = k L_s$$

μ îl putem calcula cu un artificiu de calcul:

$$L_1 = \frac{\Phi_1}{w I_1} = \frac{\mu_0 \mu_r N_1^2 A}{l} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu_r = \frac{\Phi_1}{\mu_0 w \frac{N_1^2}{N_2} I_2} \cdot \frac{l}{N_1^2 A}, \text{ toate val. din fracție}$$

sunt cunoscute
fără a realiza
măsurători



L_1' , L_2' și M' sunt calculate
 pornind de la valorile L_1 , L_2 și M
 pentru $k = 1$ și sunt înmulțite
 cu $1,1$.

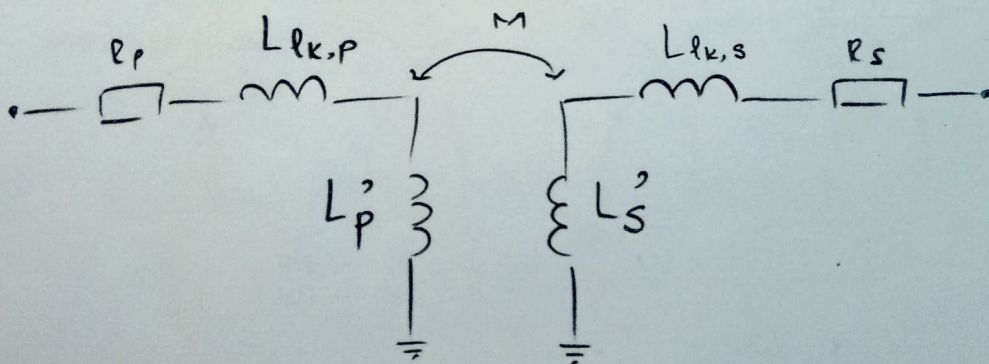
U_{LOAD} de mai sus poate să fie verificată cu relația

$$U_{LOAD} = N_2 / N_1 \cdot 230 = 9.1573 \text{ V}_{RMS} \text{ Bingo.}$$

MODELE COMPLEXE TRANSFORMATOR

Simularea unui transformator se poate realiza și cu
 ajutorul unor modele mult mai precise, dar care necesită
 realizarea unor măsurători pe transformatorul real pentru
 a determina anumiți parametri ce nu se pot determina pur teoretic.

MODELUL COMPLEX "SIMPLU"

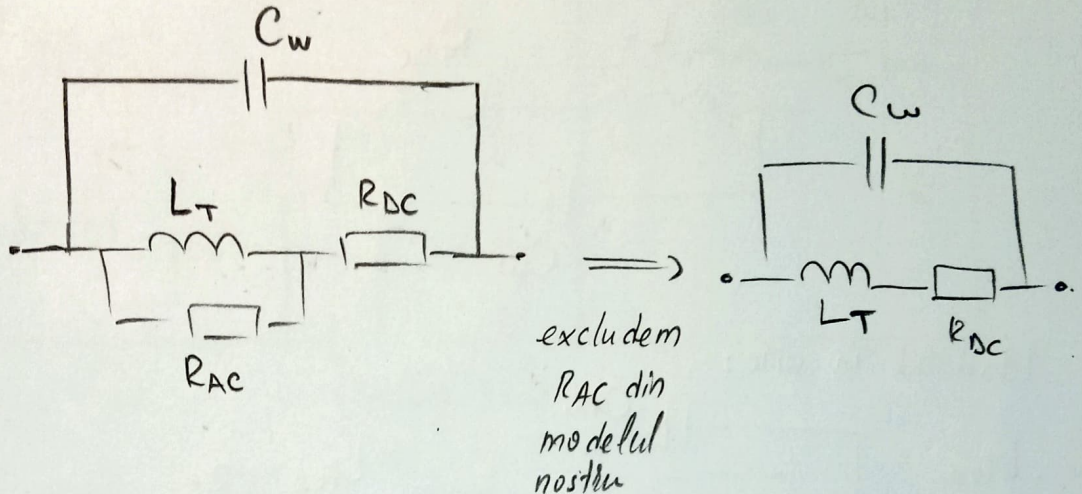


Acest model nu ia în calcul capacitățile parazite sau pierderile
 de magnetizare din miezul magnetic.

MODEL COMPLEX "INTERMEDIAR"

Acest model ia în calcul capacitățile parazitice, dar nu și pierderile din miezul magnetic.

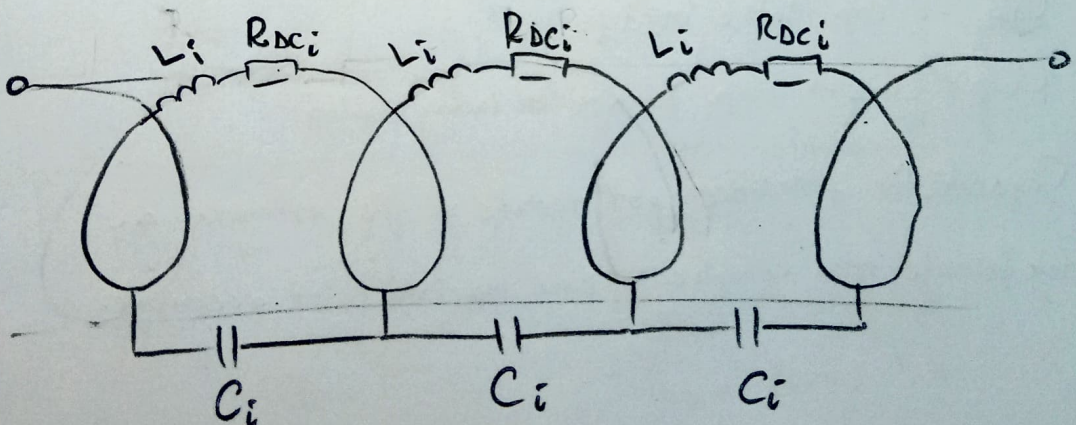
Pornim de la circuitul echivalent al unui inductor real:



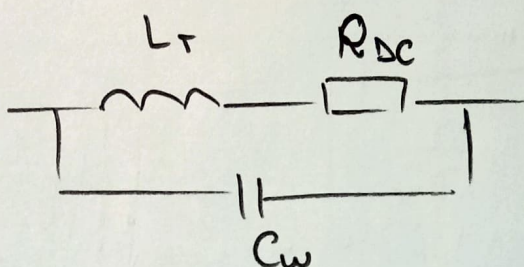
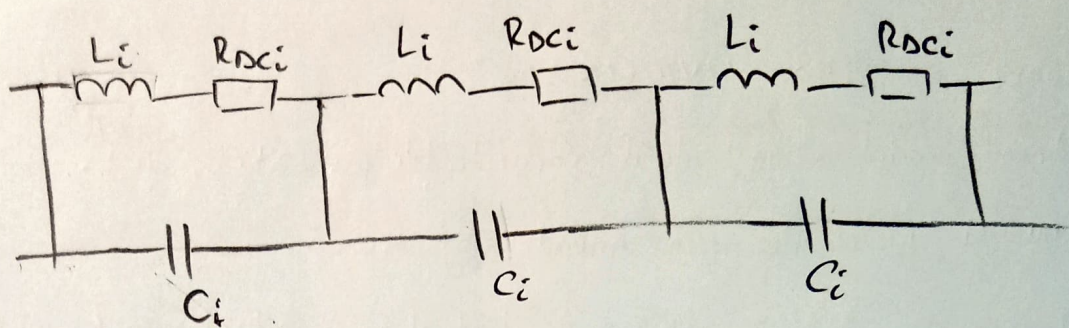
OBS = R_{AC} e datorat unor efecte mai dubioase asociate AC pe care eu le voi ignora momentan, și mă voi concentra

$$R_{DC} = \frac{S_{cu} \ell_{\text{bobină}}}{S_{\text{bobină}}}$$

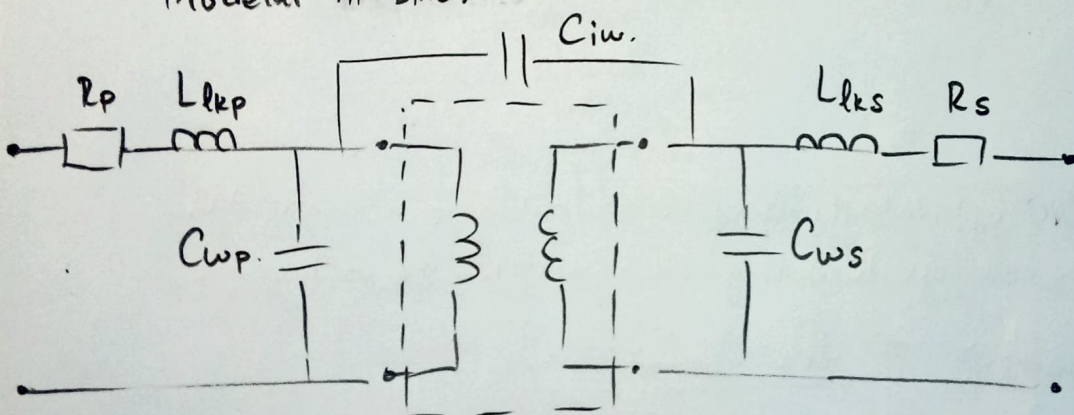
Mai jos avem o schiță care explică existența C_w .



$$L_T = \sum_i L_i \quad R_{DC} = \sum_i R_{DCi} \quad C_w = \sum_i C_i$$



Modelul în sine:



T. I.

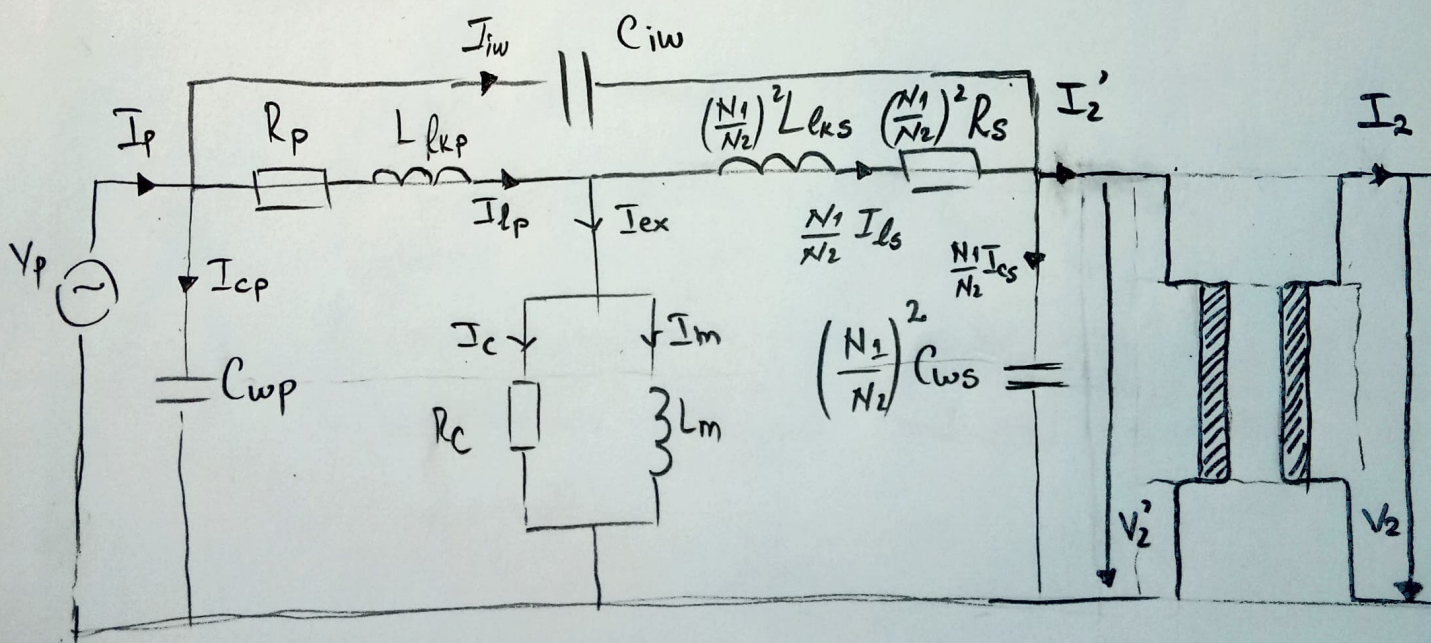
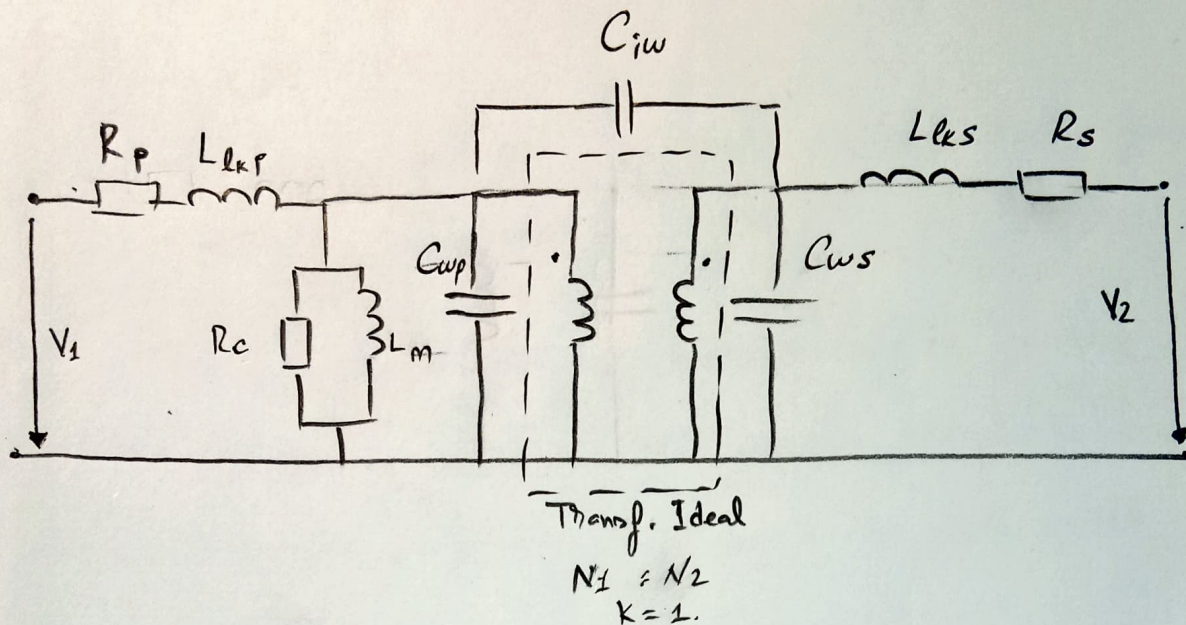
$C_{iw} \rightarrow$ cap. între înfăș.

$C_{wp} / C_{ws} \rightarrow$ cap. propriie a inductorului

Capacitățile parazitice pot teoretic să fie estimate cu
niste formule mai complicate, care nu mi sunt accesibile.

T10 DELUL COMPLEX COMPLET

Acest model include pierderile din miezul magnetic, dar exclude
 RAC asociat funct. transformatorului in regim dinamic.



$$I_2' = \frac{N_1}{N_2} I_1.$$

$$V_2' = \frac{N_1}{N_2} V_2.$$

$$L_{ks} = (1-k) L_s$$

$$L_{kp} = (1-k) L_p$$