

ИЗМЕРВАТЕЛ НА РЕАЛНАТА РЕЛАТИВНА МАГНИТНА ПРОНИЦАЕМОСТ НА ТОРОИДАЛНИ ФЕРИТНИ МАГНИТОПРОВОДИ.

гл.ас.,д-р Димитър Георгиев Тодоров
Технически Университет София
(Tel. +359 2 636 3281 , E-mail: dgt@vmei.acad.bg)

The problem for the quick manufacturing measure of the real value of permeability of the toroidal core in states close to these of the real work is a subject of this paper.

On the basis of the analyse of the possible solutions it has been offered measuring structure with the following special features: Simplicity when using. High productivity of measuring. Possibility for defining the regime of working of the magnetic material.

The discussed solution allows the building of measuring instrument as an attachment to a standard multimeter or microprocessing-measuring instrument.

УВОД

При изграждането на преобразователни устройства използващи магнитопроводи от феромагнитен материал и работещи в режим на оптимална напрегнатост на магнитното поле , най важния определящ параметър е реалната действаща магнитна проницаемост. Избора на оптимална магнитна проницаемост спрямо обема на магнитопровода и режима на работата му позволява минимизиране на обема на електромагнитните компоненти [4] за постигане на максимална мощност на предаване, който за съжаление са едни от най едро габаритните елементи в електрониката. Тези особености в най силна степен важат при използването на тороидални магнитопроводи и при изграждането на РСМ трансформаторни или дроселни структури [6].

ПОСТАНОВКА НА ПРОБЛЕМА

При използването феромагнитни материали при високи работни честоти от порядъка на 300-500 kHz и висока напрегнатост на магнитното поле (основна тенденция при преобразователните устройства) се използват материали с ниска или константна стойност на μ_r [5], които притежават сравнително голям производствен толеранс [2],[3].

Изброените особености налагат прилагането на прецизен производствен контрол още преди навиването на тороидалните магнитопроводи, било то за трансформатори или индуктивности.

При използването на стандартен RLC измервател измерванията се извършват около нулевата точка на В-Н кривата на магнитопровода с амплитда определена от измервателния сигнал и измервателните навивки, което дава информация за началната магнитна проницаемост $\mu_{нач}$, която е различна от реално действащата магнитна проницаемост в точката на оптимална работа на магнитопровода.

Друга особенност при измерване на тороидални трансформатори с ниска стойност на μ_r (50-200) и малки типогабарити е необходимостта от сравнително голям брой измервателни навивки или много висока разрешаваща способност при използване на стандартни RLC измерватели (в областта на nH) работещи при големи амплитуди на измервателния токов сигнал (в обхвата на няколко ампера) или задаване на постоянно токово подмагнитване в същият токов обхват [1].

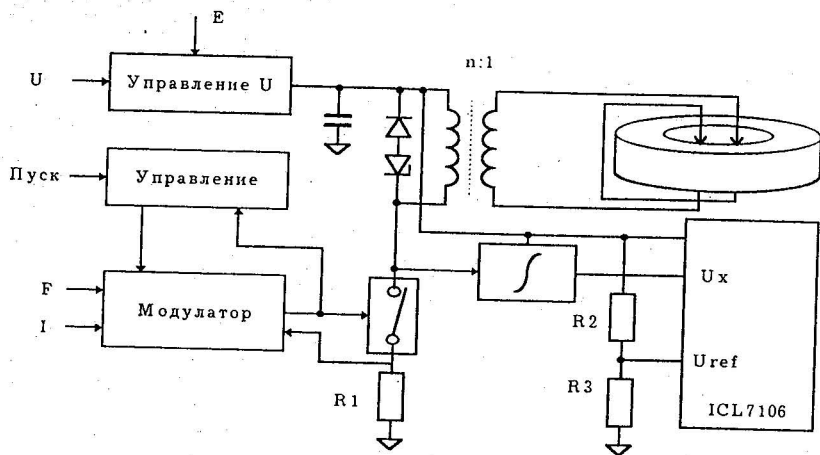
Посочените особености не позволяват използването на стандартни RLC измерватели за бърз предварителен производствен контрол и измерване на тороидални трансформатори с ниска стойност на действащата релативната магнитна проницаемост.

ПОСТАНОВКА РЕШАВАЩА ПРОБЛЕМА

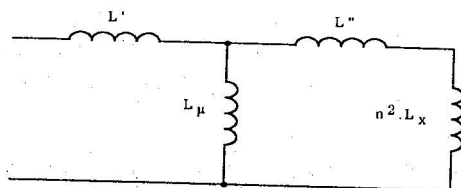
За удоблетворяване нуждите на бърз производствен входящ контрол на тороидални структури е синтезирано настоящото устройство.

Принципа му на действие се базира на пропускането на линейно нарастващ ток със скорост на нарастване дефинирана от параметрите на измервания магнитопровод, с достигане до предварително зададена максимална стойност на измервателният ток. Отчита се времето за това достигане, или респективно коефициента на запълване при периодично повтарящ се или единичен сигнал, който е пропорционален на реалната стойност на действащата магнитна проницаемост, в зависимост от еквивалентната измервателната честота, сечението на магнитопровода, дължината на магнитната силова линия и максималната стойност на измервателния ток.

Блоквата структурна схема реализираща горе описания принцип е показана на фиг.1. Тя се състои от блок за управление на вътрешното захранващо измервателно напрежение, посредством който се задава стойността на магнитната индукция. Модулятор генериращ импулси с коефициент на запълване δ при зададена измервателна честота и стойност на тока дефинираща напрегатостта на полето в измервания магнитопровод. Резултата за измерения коефициент на запълване се получава след усредняване в интеграторния блок и се отчита от ADC конвертора ICL7106 като стойност за δ пропорционална на $\mu_r \cdot U_{ref}$ на ICL7106 се взема като пропорционално на U.



Фиг.1
Блокова схема на измервател на $\mu\Omega$



Фиг.2
Еквивалентна измервателна схема

Еквивалентната измервателна схема на измервателния трансформатор с преводно отношение $n:1$ е показана на фиг.2, а еквивалентната измервана индуктивност е:

$$L = \frac{L_x \cdot n^2 \cdot L_s'' \cdot L_\mu}{n^2 \cdot L_x + L_s'' + L_\mu} + L_s' \quad /1-1/$$

където:

L_S' - е индуктивността на разсеиване на измервателният трансформатор.

L_S'' - е паразитната индуктивност на измервателната глава.

L_μ - е индуктивността на намагнитване на измервателния трансформатор.

L_X - е индуктивността на измервателната глава обхващаща измерваният магнитопровод.

n^2 - е коефициента на предаване на измервателния трансформатор

Минимизирането на L_S' се постига посредством паралелно вpletено навиване на първичната и вторична намотка една в друга. Минимизирането на L_S'' се постига посредством паралелно подвеждане на токовата измервателна верига.

За минимизирани стойности на L_S' , L_S'' ($L_S < 100.L_X$) и максимизирана стойност на L_μ ($L_\mu > 100.L_X$), може да се приеме с достатъчна точност, че $L=L_X.n^2$

Измервателно уравнение на измервателя е:

$$L \cdot I \cdot F = \delta \cdot U \quad / 1-2 /$$

където:

I - е стойността на измервателния ток

F - е еквивалентната измервателна честота

U - е измервателното напрежение

δ - е коефициента на запулване на измервателния импулс

Уравнение / 1-2 / преобразувано спрямо μ_r на измервания магнитопровод може да се запише във вида:

$$\mu_r = \delta \cdot \frac{B_{\max}}{\Delta H \cdot \mu_0 \cdot n^2} \quad / 1-3 /$$

където:

B_{\max} - е максимално допустимата магнитна индукция в измервания магнитопровод и е дефинирана като:

$$B_{\max} = \frac{U}{F \cdot S \cdot N} \quad / 1-4 /$$

ΔH - е промяната в напрегнатостта на магнитното поле в измервателният цикъл и е дефинирана като:

$$\Delta H = \frac{I \cdot N}{l} \quad /1-5/$$

От уравнение / 1-3 / се вижда, че измерваната стойност на μ_r е строго пропорционална на коефициента на запълване δ . Измерването на δ се извършва след интегриране на напрежението от измервателният трансформатор и неговото измерване посредством стандартна схема на аналогово-цифров преобразовател /ICL7106/, а също така е възможен и подход на директно цифрово измерване на δ със съответните мащабиращи коефициенти спрямо μ_r .

Тъй като измервателните навивки N на измервателната глава са строго фиксирни и определени от конструкцията на измервателната сонда, то задаването на V_{max} се извършва чрез промяна на вътрешното измервателно напрежение U в измервателя. По този начин се осигурява измерване без навлизане в насищане на магнитопровода за зададено сечение S и еквивалентна измервателна честота F .

Задаването на измервателната амплитуда на напрегнатостта на магнитното поле ΔH , става чрез промяна на стойността на измервателния ток I . Постедством неговото изменение може да се снесе характеристиката $\mu_r = f(\Delta H)$ и да се намери оптималната стойност на μ_r за съответният режим на работа.

РЕЗУЛТАТИ

С така реализираното устройство е извършван реален входящ тестов контрол на тороидални феритни магнитопроводи за импулсни прехвърлящи трансформатори. При измерване на партида от 114 магнитопровода са отстранени предварително 20% от магнитопроводите който се оказаха с толеранс по голям от 10%. Измерванията за тази партида са извършени за време около 50 минути.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализирано е устройство за бърз производствен входящ и краен контрол на тороидални феромагнитни магнитопроводи. Настоящият метод на измерване и реализирано устройство могат да се използват при предварителен и краен контрол на всякакъв вид тороидални феромагнитни трансформатори и дросели, както и за определяне на

оптималният им режим на работа в зависимост от напрегнатостта на магнитното поле в магнитопровода.

ЛИТЕРАТУРА

1.Савов Г. Г., "Конструиране и технология на радиоелектронните апаратури", София, Техника 1973 г.

2.SIEMENS, " Ferrite Wichmagnetisches SIFERRIT " - Material Datenbuch 1996/1997

3.Jurger Hess, " New ferrite materials and core shape for broadband transformer design ", Siemens-Matsushita Components 1995 No:2

4.Bogdan Brakus, Jurger Hess, " Maximum power in minimum of spase ", Siemens-Matsushita Component 1996 No:1

5.Armin Schweiger, " Permeability and presure in ferrite cores " Siemens-Matsushita Components 1997 No:3

6.COILTRONINIS INCORPORATED -PCM Transformers, 1998