

Infrastructure Ferroviaire : Signalisation - Electrotechnique

Circuits magnétiques

Exercice 1 : Matériau magnétique saturé

On réalise une inductance en utilisant un matériau sur lequel on a préalablement fait une mesure du champ magnétique H et de l'induction magnétique B . Les résultats de mesure sont donnés dans le tableau suivant :

B (T)	0	0,5	1	1,25	1,35	1,45	1,5
H (A/m)	0	250	500	750	1000	1500	1200

1. Tracer le graphe correspondant à cette mesure (B en fonction de H) et commenter la forme de la courbe obtenue.
2. Calculer la perméabilité magnétique relative de ce matériau dans sa partie non saturée.
3. Calculer la perméabilité magnétique relative de ce matériau si on l'utilise avec une induction de $1,5T$.
4. On décide d'utiliser ce matériau pour créer un circuit magnétique de longueur $l = 30cm$ et de section $S = 4cm^2$. On réalise un bobinage de 100 spires.
 - (a) Calculer la réluctance du circuit dans sa partie non saturée.
 - (b) En déduire la valeur attendue d'inductance.
 - (c) Pour une induction de $1,5T$, calculer la réluctance du circuit, puis son inductance. Que pouvez vous en conclure.
 - (d) A partir de quelle valeur de courant ce que vous venez d'observer va-t'il arriver ?
5. On rajoute un entrefer d'épaisseur $e = 1mm$.
 - (a) Représenter le schéma équivalent du circuit magnétique.
 - (b) Calculer la réluctance équivalent du circuit.
 - (c) On souhaite retrouver la première valeur d'inductance obtenue (lorsque le circuit est non saturé). Calculer le nombre de spires nécessaires.
 - (d) Calculer le courant maximal avant saturation. Que peut-on en déduire ?

Exercice 2 : Dimensionnement d'une inductance pour un convertisseur de puissance



On désire réaliser une inductance de valeur $L = 2,5mH$. Cette inductance sera utilisée à une fréquence $f = 50kHz$. On utilise un circuit magnétique en ferrite disponible dans le commerce de type RM14-3F3 comme illustré dans l'image ci-dessus. La datasheet du composant est donnée en annexe.

On pose :

- le courant d'utilisation max : $I = 1A$,
- la densité de courant dans le conducteur du bobinage : $J = 5A/mm^2$,
- l'induction maximale dans le circuit magnétique : $B_{max} = 200mT$,
- N le nombre de spires du circuit magnétique.

1. Déterminer la longueur moyenne du circuit magnétique sans entrefer.
2. Déterminer la section centrale.
3. En déduire la perméabilité relative du circuit sans entrefer.
4. Déterminer la réluctance et la perméance du circuit magnétique sans entrefer.
5. Comparez vos résultats aux chiffre donnés dans la datasheet.
6. Calculer l'énergie W emmagasinée par l'inductance.
7. On montre que cette énergie est emmagasinée principalement dans un entrefer. L'énergie volumique est donnée par la relation suivante :

$$W_{volumique} = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

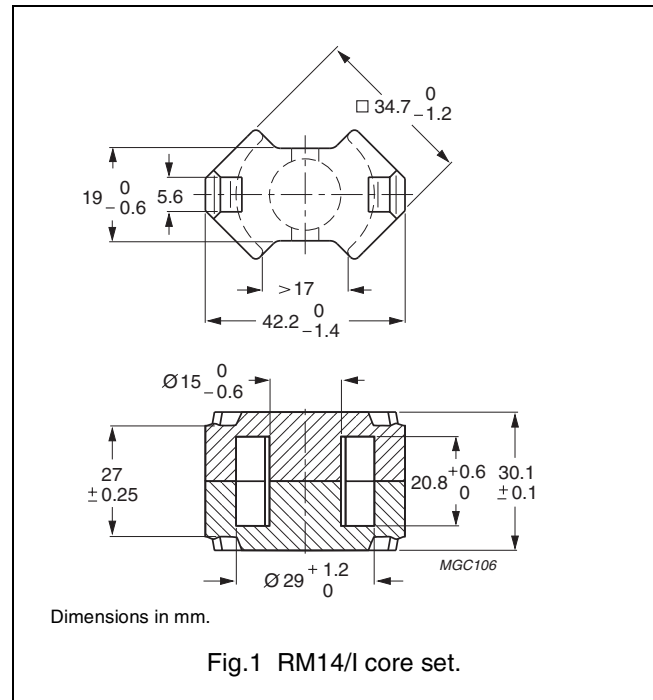
en J/m^3 Déterminer l'entrefer normalisé nécessaire.

8. Pour cet entrefer, en déduire la réluctance du circuit magnétique.
9. Déterminer le nombre de spires nécessaire pour réaliser l'inductance souhaitée.
10. Soit S_c la section d'un conducteur électrique. Exprimer S_c en fonction de I et J (vous pouvez vous aider d'un raisonnement sur les unités).
11. En utilisant la documentation, déterminer la surface bobivable notée S_B (la surface contenant tous les conducteurs électriques).
12. Le bobinage tiendra-t'il entièrement dans le circuit magnétique ? Justifiez votre réponse.
13. Déterminer le diamètre du fil que l'on utilisera pour réaliser le bobinage.

CORE SETS

Effective core parameters

SYMBOL	PARAMETER	VALUE	UNIT
$\Sigma(I/A)$	core factor (C1)	0.353	mm ⁻¹
V_e	effective volume	13900	mm ³
l_e	effective length	70.0	mm
A_e	effective area	198	mm ²
A_{min}	minimum area	168	mm ²
m	mass of set	≈ 69	g



Core sets for general purpose transformers and power applications

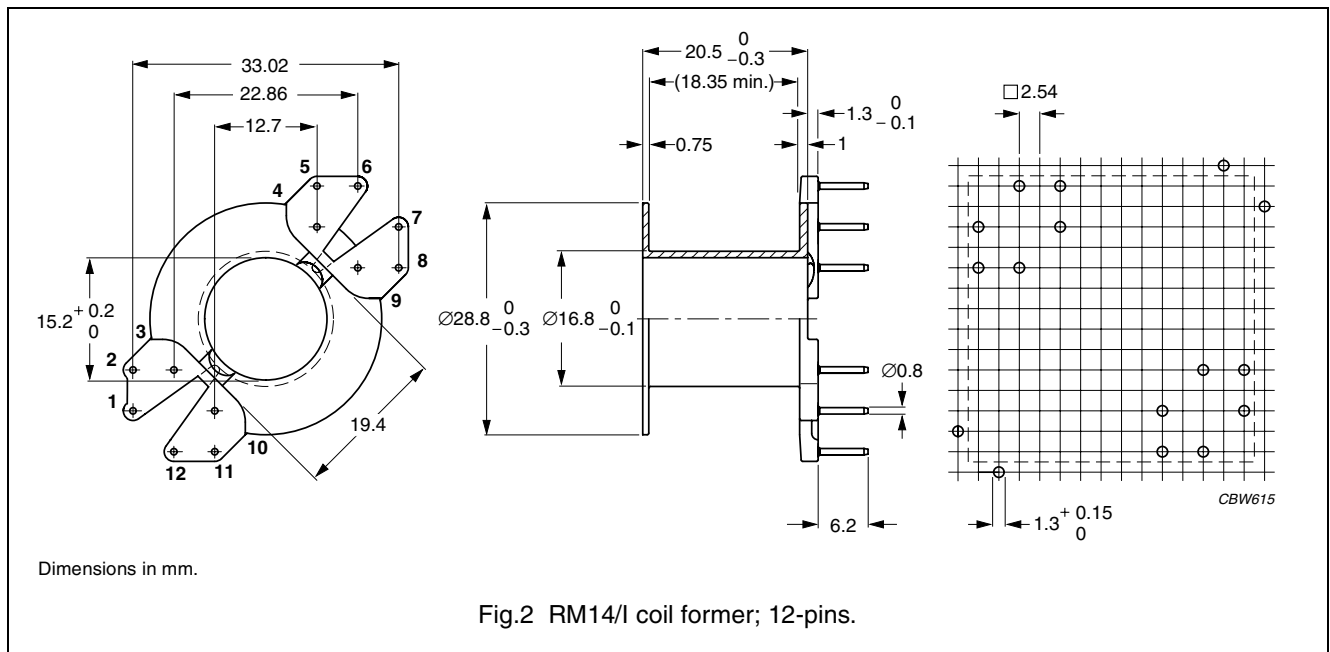
Clamping force for A_L measurements, 80 ±20 N.

GRADE	A_L (nH)	μ_e	AIR GAP (μ m)	TYPE NUMBER
3C90	250 ±3%	≈ 70	≈ 1270	RM14/I-3C90-A250
	315 ±3%	≈ 89	≈ 950	RM14/I-3C90-A315
	400 ±3%	≈ 113	≈ 710	RM14/I-3C90-A400
	630 ±5%	≈ 177	≈ 410	RM14/I-3C90-A630
	1000 ±5%	≈ 281	≈ 240	RM14/I-3C90-A1000
	6600 ±25%	≈ 1850	≈ 0	RM14/I-3C90
3C94	250 ±3%	≈ 70	≈ 1270	RM14/I-3C94-A250
	315 ±3%	≈ 89	≈ 950	RM14/I-3C94-A315
	400 ±3%	≈ 113	≈ 710	RM14/I-3C94-A400
	630 ±5%	≈ 177	≈ 410	RM14/I-3C94-A630
	1000 ±5%	≈ 281	≈ 240	RM14/I-3C94-A1000
	6600 ±25%	≈ 1850	≈ 0	RM14/I-3C94
3C95 des	8130 ±25%	≈ 2290	≈ 0	RM14/I-3C95
3C96 des	5700 ±25%	≈ 1600	≈ 0	RM14/I-3C96
3F3	250 ±3%	≈ 70	≈ 1270	RM14/I-3F3-A250
	315 ±3%	≈ 89	≈ 950	RM14/I-3F3-A315
	400 ±3%	≈ 113	≈ 710	RM14/I-3F3-A400
	630 ±5%	≈ 177	≈ 410	RM14/I-3F3-A630
	1000 ±5%	≈ 281	≈ 240	RM14/I-3F3-A1000
	5700 ±25%	≈ 1600	≈ 0	RM14/I-3F3

COIL FORMERS

General data

PARAMETER	SPECIFICATION
Coil former material	phenolformaldehyde (PF), glass reinforced, flame retardant in accordance with "UL 94V-0"; UL file number E167521(M)
Pin material	copper-tin alloy (CuSn), tin (Sn) plated
Maximum operating temperature	180 °C, "IEC 60085", class H
Resistance to soldering heat	"IEC 60068-2-20", Part 2, Test Tb, method 1B, 350 °C, 3.5 s
Solderability	"IEC 60068-2-20", Part 2, Test Ta, method 1



Winding data and area product for 12-pins RM14/I coil former

NUMBER OF SECTIONS	NUMBER OF PINS	PIN POSITIONS USED	AVERAGE LENGTH OF TURN (mm)	WINDING AREA (mm ²)	WINDING WIDTH (mm)	AREA PRODUCT Ae x Aw (mm ⁴)	TYPE NUMBER
1	10	1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12	71	112	18.4	22200	CSV-RM14-1S-10P
1	12	all	71	112	18.4	22200	CSV-RM14-1S-12P