

Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

redakce nakladatelství BEN – technická literatura
redakce@ben.cz



19. PROGRAM MAGNETIC DESIGN TOOL FIRMY SIEMENS

Program *Magnetic Design Tool* nabízí pohodlný přístup k informacím o dostupných feritových materiálech firmy **Siemens Matsushita** a jejich integraci do procesu digitálního návrhu. Parametry, na kterých je návrhový program založen, jako např. hysterezní křivka, výkonová ztráta, počáteční permeabilita, maximální permeabilita a komplexní permeabilita jsou získány na základě měření vyráběných feritových materiálů.

Tyto parametry mohou být graficky zpracovány a porovnány s parametry ostatními. Vytvořené grafy lze vytisknout nebo přenést do jiných aplikací *MS Windows* pomocí schránky. Jednoduchý editor nabízí možnost tvorby poznámek při návrhu a práci s programem *Magnetic Design Tool*.

Podprogramy

Editor

Editor nabízí možnost tvorby poznámek při návrhu a práci s programem *Magnetic Design Tool*. Současně může být otevřeno i několik editorových oken. Funkčnost a použití editoru je velmi podobné ostatním produktům systému *Windows* jako např. *Notepad*.

Material form (vlastnosti magnetických materiálů)

Tento podprogram v závislosti na zvoleném materiálu graficky zobrazí:

- hysterezní křivku,
- závislost počáteční permeability na teplotě,
- závislost výkonové ztráty na frekvenci, magnetické indukci a teplotě,
- závislost maximální permeability na magnetické indukci,
- závislost komplexní permeability na frekvenci.

Core form (vlastnosti magnetických jader)

Tento podprogram v závislosti na zvoleném materiálu a typu jádra slouží k:

- vyjádření efektivní permeability,
- určení přenosového výkonu P_{trans} ,
- zobrazení tabulky s digitálně naměřenými údaji $\mu_a = f(\mathbf{B})$, $\mu_i = f(\mathbf{T})$, $\mu' = f(f)$, $\mu'' = f(f)$,
- prohlížení naměřených hodnot, použitelných v programu a jejich přenesení do ostatních aplikací např. do *Excelu*,
- provedení následujících výpočtů:
 - \mathbf{A}_L jako funkce tloušťky vzduchové mezery,
 - velikost vzduchové mezery jako funkce hodnoty \mathbf{A}_I ,

- indukčnost cívky L jako funkce hodnoty A_L ,
- intenzitu magnetického pole H jako funkce proudu cívkou I ,
- napětí na cívce U jako funkce magnetické indukce B , frekvence f , a počtu závitů N cívky.

Core Advanced (další parametry jader)

Tento podprogram v závislosti na zvoleném materiálu a typu jádra slouží k:

- Zobrazení reverzní permeability a reverzní indukčnosti jako funkce stejnosměrného proudu cívkou I_{DC} nebo intenzity stejnosměrného magnetického pole v magnetickém materiálu H_{DC} .
- Vypočítání potřebné tloušťky vzduchové mezery, hodnoty A_L a počtu závitů N pro maximální změnu permeability $d\mu_{rev} [\%]$ a maximální výkonový rozdíl $dW [\%]$ vzhledem k danému jádru a materiálu.
- Zobrazení poměru stejnosměrného (DC) a střídavého (AC) odporu cívky vzhledem k frekvenci pro dané jádro a jeho materiál.

Graph Control (Okno tvorba grafů)

V okně programu **Graph Control** se definují parametry příslušných grafů, které je možno tisknout nebo přenést pomocí clipboardu do ostatních aplikací. Toto okno může být otevřeno z podprogramu, který podporuje grafické zobrazení.

Spuštění programu

Spusťte program poklepnutím na ikonu **Ferrite Magnetics** ve skupině **Data Book Library** a následně klikněte na tlačítko **OK** na úvodní obrazovce. Program bude spuštěn s prázdným otevřeným oknem editoru.

Opuštění programu

Výberte nabídku **Exit** z roletového menu **File**. Program bude ukončen.

19.1 Editor

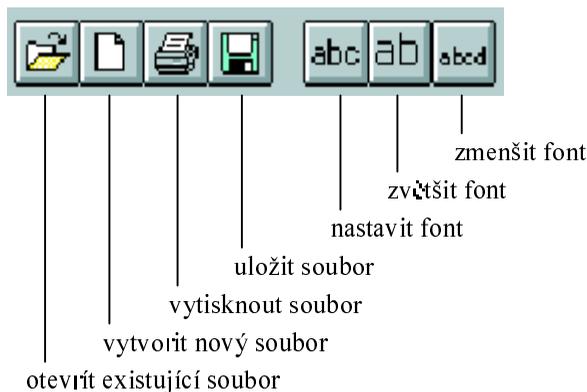


Obr. 19.1 Titulní okno po otevření **Editoru**

Po spuštění programu se automaticky otevře prázdné okno editoru. Roletová menu **File**, **Edit** a **Window** umožňují přístup k funkcím editoru. Nejčastěji používané a tedy nejdůležitější funkce lze přímo vybrat pomocí kliknutí na příslušné tlačítko přímo na nástrojové liště.

19.1.1 Nástrojová lišta

Následující obrázky zobrazují veškeré funkce editoru, které jsou dosažitelné pomocí nástrojové lišty.



Obr. 19.2 Nástrojová lišta programu

Roletová menu

File menu

- New** otevře nový textový soubor
- Open** otevře existující textový soubor
- Save** uloží aktuální textový soubor
- Save As** umožní uložení textového souboru pod zvolitelným jménem
- Print** vytiskne aktuální textový soubor na standardní **Windows** tiskárně
- Close Window** zavře aktuální textový soubor. Pokud soubor nebyl uložen, zobrazí se bezpečnostní hláška nabízející uložení programu
- Exit** ukončí program

Edit Menu

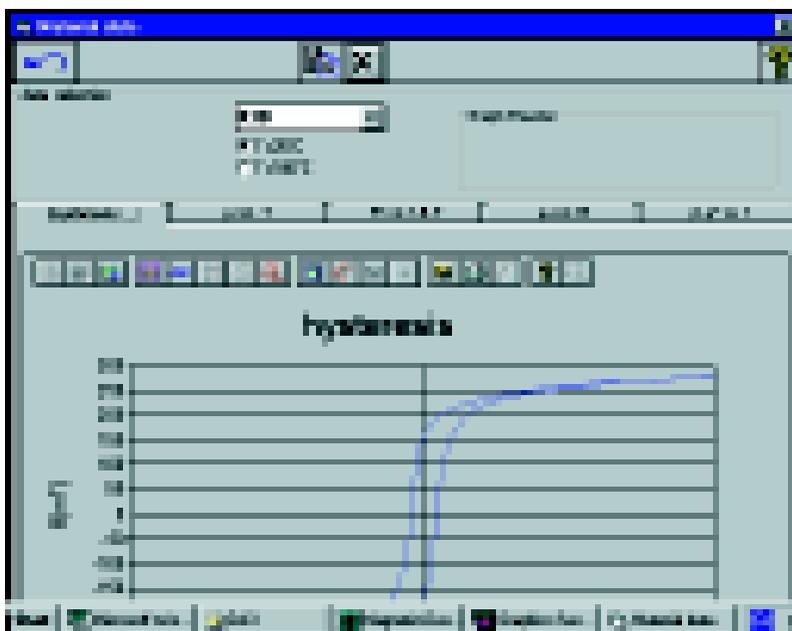
- Cut** přesune vybraný text do clipboardu (schránky)
- Copy** zkopíruje vybraný text do clipboardu

Paste	na pozici kurzoru vloží text z clipboardu
Delete	smaže označený text
Delete Line	smaže řádku, na které je nastaven kurzor
Select All	vybere veškerý text

Windows Menu

Cascade, Tile H, Tile V, Arrange Icons, Minimize all Windows. Tato menu slouží k nastavení aktuálního obrazovkového okna editoru. Pokud je otevřeno více oken, pomocí tohoto menu se může nastavit jako aktivní kterýkoliv ze souborů, běžících na pozadí.

19.2 Základy obsluhy programu



Obr. 19.3 Okno **Material Form** pro zvolený materiál K10

Základní operační procedury a přiřazení tlačítek je stejné pro podprogramy **Material Form, Core Form** a **Core Advanced**. Z tohoto důvodu jsou všechny popsány společně.

Výběr materiálu a jádra

Pro výběr požadovaného materiálu a jádra je určeno roletové menu. Vybrané mohou být pouze ty materiály a ta jádra, pro které program může provést výše zmíněné výpočty.

Načtení grafů (Graph Reader)

Nastavte kurzor myši do bodu měřené křivky na obrazovce a klikněte levým tlačítkem. Odečtená hodnota z grafu se zobrazí v okně **Graph Reader**.

Editace grafů (Graph Control)

Pořukáním na tlačítko **Graph Control**, ve kterém je možno volit typ grafu se příslušný graf zobrazí a je možno ho vytisknout na tiskárně nebo jej přenést do jiné aplikace **Windows** pomocí clipboardu.

Výstup grafů (Graph Output)

Okno slouží pro výstup grafů. Vybráním různých materiálů nebo jader mohou být grafy superponovány a tedy snadno porovnávány.

Vstupní pole (Input Fields)

Vstupní data pro kalkulace se zadávají do bíle označených oken. Ukončení vstupu dat se provede klávesou **Enter**.

Výstupní pole (Output Fields)

Výstupní pole jsou označena šedě. Slouží pro zobrazování výsledků výpočtů či naměřených hodnot, ale nemohou být modifikována.

19.3 Hysterezní smyčka (Hysteresis Loop)

Zvláštní vlastností feromagnetických a ferimagnetických materiálů je, že samovolná magnetizace v nich existuje až do teploty pro každý materiál specifické, do tzv. **Curieova** bodu. Elementární atomové magnety jsou do této teploty uspořádány do paralelních linií v mikroskopicky malých oblastech. Tyto takzvané Weissovy domény jsou přirozeně orientovány tak různorodě z hlediska jejich natočení, že není znatelný žádný celkový vnější magnetický efekt.

Toto se však změní, pokud feromagnetické těleso vložíme do magnetického pole a magnetická indukce (plošná hustota magnetického toku) **B** jako funkce intenzity magnetického pole **H** je měřena pomocí testovací cívky. Postupujeme-li od **B = 0** i **H = 0** získáme takzvanou křivku prvotní magnetizace. Pro nízké hodnoty intenzity magnetického pole se příznivě, vhodně orientované domény vzhledem k orientaci magnetického pole rozrostou na úkor jinak orientovaných domén (částice se magneticky zorientují).

Při vyšších intenzitách pole se domény otáčí (převrací), to je ta nejstrmější část hysterezní smyčky. Nakonec jsou magnetické momenty přesunuty ze svých pozic daných krystalickou mřížkou do pozic ve směru vnějšího magnetického pole, dokud se nedostanou do stavu saturace, tedy dokud se všechny elementární magnety materiálu nenatočí do směru pole. Pokud dojde opětovnému poklesu **H** je už křivka **B** velice odlišná. Tímto se získá tzv. hysterezní křivka.

19.3.1 Základní parametry hysterezní křivky

19.3.1.1 Křivka prvotní magnetizace

Křivka prvotní magnetizace popisuje vztah $\mathbf{B} = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot \mathbf{H}$ pro první magnetizaci, před níž následuje kompletní demagnetizace. Spojením koncových bodů všech „podsmyček“ od $\mathbf{H} = \mathbf{0}$ do $\mathbf{H} = \mathbf{H}_{\max}$ získáme křivku prvotní magnetizace.

19.3.1.2 Saturační magnetizace \mathbf{B}_S

Saturační magnetizace \mathbf{B}_S je definována jako maximální hodnota magnetické indukce, dosažitelná pro daný materiál (pro velmi vysokou intenzitu magnetického pole), nad hodnotu \mathbf{B}_S již dále není možné zvyšovat $\mathbf{B}(\mathbf{H})$ dalším zvyšováním \mathbf{H} . Mikroskopicky vysvětleno to znamená, že při $\mathbf{B} = \mathbf{B}_S$ jsou veškeré elementární magnety již nasměrovány ve směru pole.

Technicky je \mathbf{B}_S definována jako magnetická indukce při intenzitě magnetického pole $\mathbf{H} = 1200 \text{ [A/m]}$. Jak ukazují příslušné magnetizační křivky, hodnota $\mathbf{B}(\mathbf{H})$ pro \mathbf{H} větší než 1200 [A/m] již přibližně zůstává konstantní (platí pro všechny ferity s velkou permeabilitou $\mu > 100$ [-]).

19.3.1.3 Remanentní magnetická indukce $\mathbf{B}_R(\mathbf{H})$

Remanentní magnetická indukce (zbytková magnetizace) je velikost stupně zbytkové magnetizace feritu po přeběhnutí hysterezní křivky. Pokud je magnetické pole \mathbf{H} redukováno na nulu, ferit si stále uchovává určitou nenulovou magnetickou indukci, závislou na materiálu.

19.3.1.4 Intenzita koercitivního pole (koercitivní síla) \mathbf{H}_c

Magnetická indukce \mathbf{B} [T] může být redukována na nulu pokud je připojeno opačně orientované pole o velikosti koercitivní intenzity \mathbf{H}_c . Demagnetizovaný stav může být kdykoliv obnoven:

- Vložením materiálu do střídavého magnetického pole se současným poklesem amplitudy intenzity magnetického pole \mathbf{H} na nulu.
- Překročením *Curierovy* teploty daného materiálu \mathbf{T}_c .

Program znázorňuje hysterezní smyčku v rozsahu teplot od **25 [°C] do 100 [°C]** pro veškeré dostupné materiály firmy **Siemens-Matsushita**, které jsou zahrnuty v databázi. Pro kterýkoliv bod grafu je možné odečíst hodnoty \mathbf{B} a \mathbf{H} .

19.3.1.5 Postup

- klikněte na tlačítko *Material Form* v hlavním okně, otevře se okno *Material Form*, vyberte *Hysteresis*,
- zvolte požadovaný materiál,
- zvolte požadovanou teplotu.

Zobrazí se hysterezní křivka podle obr. 19.3 a následně klikněte na bod grafu, pro který chcete odečíst hodnoty **B** a **H**. Hodnoty se zobrazí v okně **Graph Reader**.

19.4 Počáteční permeabilita

Počáteční permeabilita μ_i jako funkce teploty **T** může být zobrazena pro všechny dostupné feritové materiály firmy **Siemens-Matsushita**, které jsou v databázi programu. Hodnoty $\mu_i = f(T)$ lze z grafu odečíst pro všechny body křivky. Z důvodů možnosti porovnání více křivek program nabízí opět možnost zobrazení více křivek do jednoho grafu.

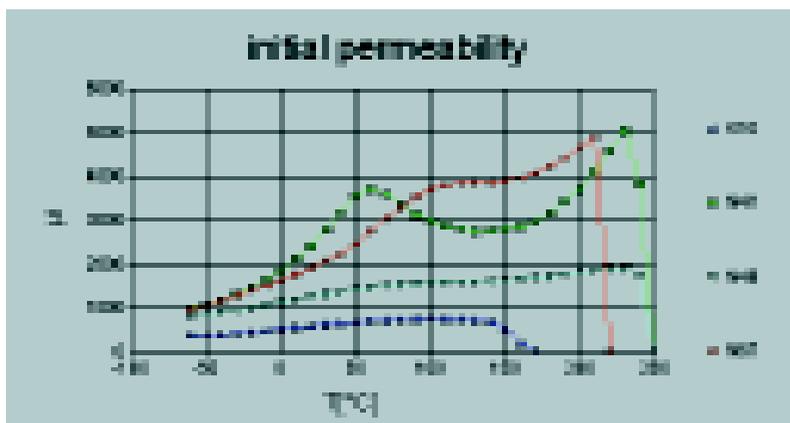
19.4.1 Postup

- Stiskněte tlačítko **Material Form** na hlavní obrazovce a otevře se okno **Material Form**.
- Vyberte μ_i jako funkci teploty **T**.
- Vyberte požadovaný materiál, zobrazí se počáteční permeabilita jako funkce teploty.
- Klikněte na měřicí body křivky, pro které chcete odečíst hodnoty μ_i při dané teplotě. Tyto hodnoty se zobrazí v okně **Graph Reader**.

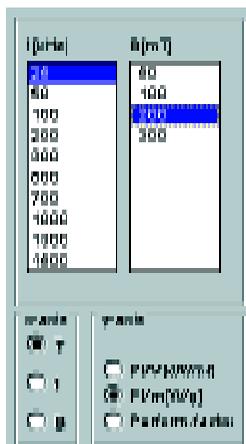
19.4.2 Střední hodnoty μ_i

Program rovněž nabízí možnost výpočtu střední hodnoty μ_i pomocí lineární interpolace z naměřených bodů podle následujícího postupu:

- Do vstupního pole zadejte teplotu **T** [°C].
- Vypočtená hodnota μ_i pro daný materiál se zobrazí ve výstupním poli.



Obr. 19.4 Graf počáteční permeability pro několik různých materiálů



Obr. 19.5 Volby grafů ve volbě **Ztráty (Power Los)**

19.5 Výkonové ztráty

Pro všechny dostupné výkonové materiály lze výkonovou ztrátu vyjádřit volbou souřadnic grafů a jejich parametrů (obr. 19.5) jako:

- Výkon na jednotku objemu P/V [W/m^3] v závislosti na teplotě T [$^{\circ}C$] při dané frekvenci f [kHz] a magnetické indukci B [mT] - obr. 19.6.
- Výkon na jednotku objemu P/V [W/m^3] v závislosti na magnetické indukci B [mT] při dané teplotě T [$^{\circ}C$] a frekvenci f [kHz] - obr. 19.7.
- Výkon na jednotku objemu P/V [W/m^3] v závislosti na frekvenci f [kHz] při dané teplotě T [$^{\circ}C$] a magnetické indukci B [mT].

Obdobně lze konstruovat i další funkce, kdy je ztrátový výkon vztažen na jednotku hmotnosti materiálu:

- Výkon na jednotku hmotnosti P/m [W/kg] v závislosti na teplotě T [$^{\circ}C$] při dané frekvenci f [kHz] a magnetické indukci B [mT].
- Výkon na jednotku hmotnosti P/m [W/kg] v závislosti na magnetické indukci B [mT] při dané teplotě T [$^{\circ}C$] a frekvenci f [kHz].
- Výkon na jednotku hmotnosti P/m [W/kg] v závislosti na frekvenci f [kHz] při dané teplotě T [$^{\circ}C$] a magnetické indukci B [mT].

Nakonec lze konstruovat i další funkce, kdy je ztrátový faktor $B \cdot f$ [$mT \cdot kHz$] vykreslen opět v závislosti na všech třech veličinách:

- Ztrátový faktor $B \cdot f$ [$mT \cdot kHz$] v závislosti na teplotě T [$^{\circ}C$] při dané frekvenci f [kHz] a magnetické indukci B [mT].
- Ztrátový faktor $B \cdot f$ [$mT \cdot kHz$] v závislosti na magnetické indukci B [mT] při dané teplotě T [$^{\circ}C$] a frekvenci f [kHz].
- Ztrátový faktor $B \cdot f$ [$mT \cdot kHz$] v závislosti na frekvenci f [kHz] při dané teplotě T [$^{\circ}C$] a magnetické indukci B [mT] - obr. 19.9.