

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
Ústav elektrotechnologie

LABORATORNÍ CVIČENÍ Z PŘEDMĚTU
ELEKTROTECHNICKÉ MATERIÁLY A VÝROBNÍ PROCESY

Číslo úlohy: 1

Název úlohy: Havriliakův-Negamiho diagram

Jméno a příjmení, ID: Tomáš Vavrinec, 240893	Atmosférický tlak: 997.4hPa	Teplota okolí: 22.2C	Relativní vlhkost: 32.8%
Měřeno dne: 21.10.2022	Odevzdáno dne:	Ročník, stud. skupina: 2	Kontrola:
Spolupracovali: Daniel Poisl			

Zadání

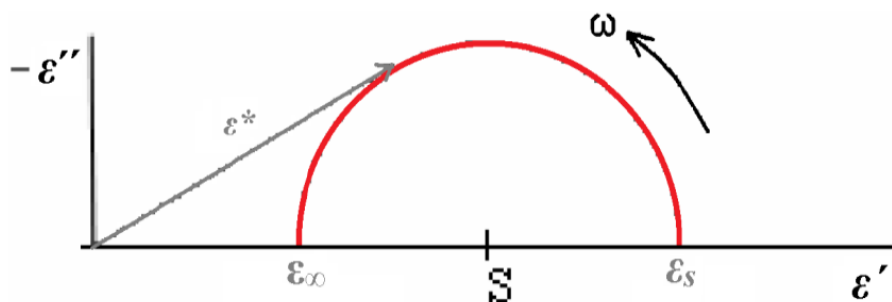
S pomocí grafické metody stanovte pro vybrané izolační materiály bod v jejich H-N diagramu pro který platí $(\omega\tau) = 1$, a na základě parametrů tohoto bodu odsimulujte pomocí programu Havriliak-Negami bat hodnoty distribučních parametrů α a β . Vyhodnoťte, jak se liší simulovaný průběh od naměřeného a pokuste se na H-N diagramu najít bod pro který dojde k co nejlepší shodě mezi simulovaným a naměřeným průběhem. Zhodnoťte jak se od sebe liší graficky odečtený bod $(\omega\tau) = 1$ a bod nejlepší shody. Na základě hodnot α a β pro bod nejlepší shody vypočtete kmitočtovou závislost dielektrické konstanty ϵ' a ztrátového čísla ϵ'' na kmitočtu (minimálně pro 20 hodnot) a sestrojte H-N diagram.

Teoretický úvod

Za předpokladu jedné relaxační doby platí pro komplexní permitivitu dielektrika vztah

$$\epsilon^* = \epsilon_\infty + \frac{\epsilon_s - \epsilon_\infty}{1 + j\omega\tau}$$

Kde ϵ_s je statická relativní permitivita (při $\omega = 0$) ϵ_∞ je optická relativní permitivita (při $\omega \rightarrow \infty$) τ je relaxační doba.

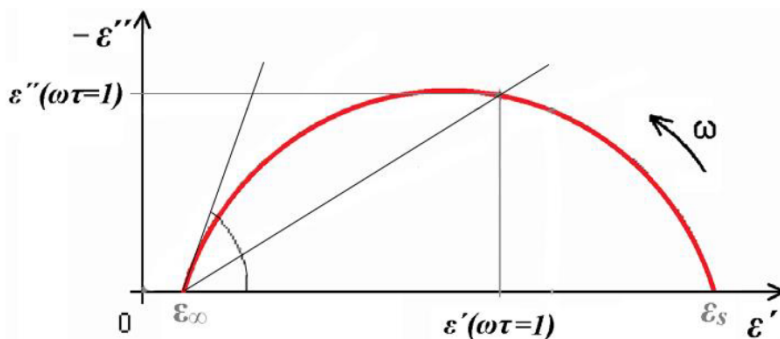


Platí však jen pro některé dielektrika, a proto se postupně do vztahu přidaly další dva parametry (α a β)

$$\epsilon^* = \epsilon_\infty + \frac{\epsilon_s - \epsilon_\infty}{[1 + (j\omega\tau)^{1-\alpha}]^\beta}$$

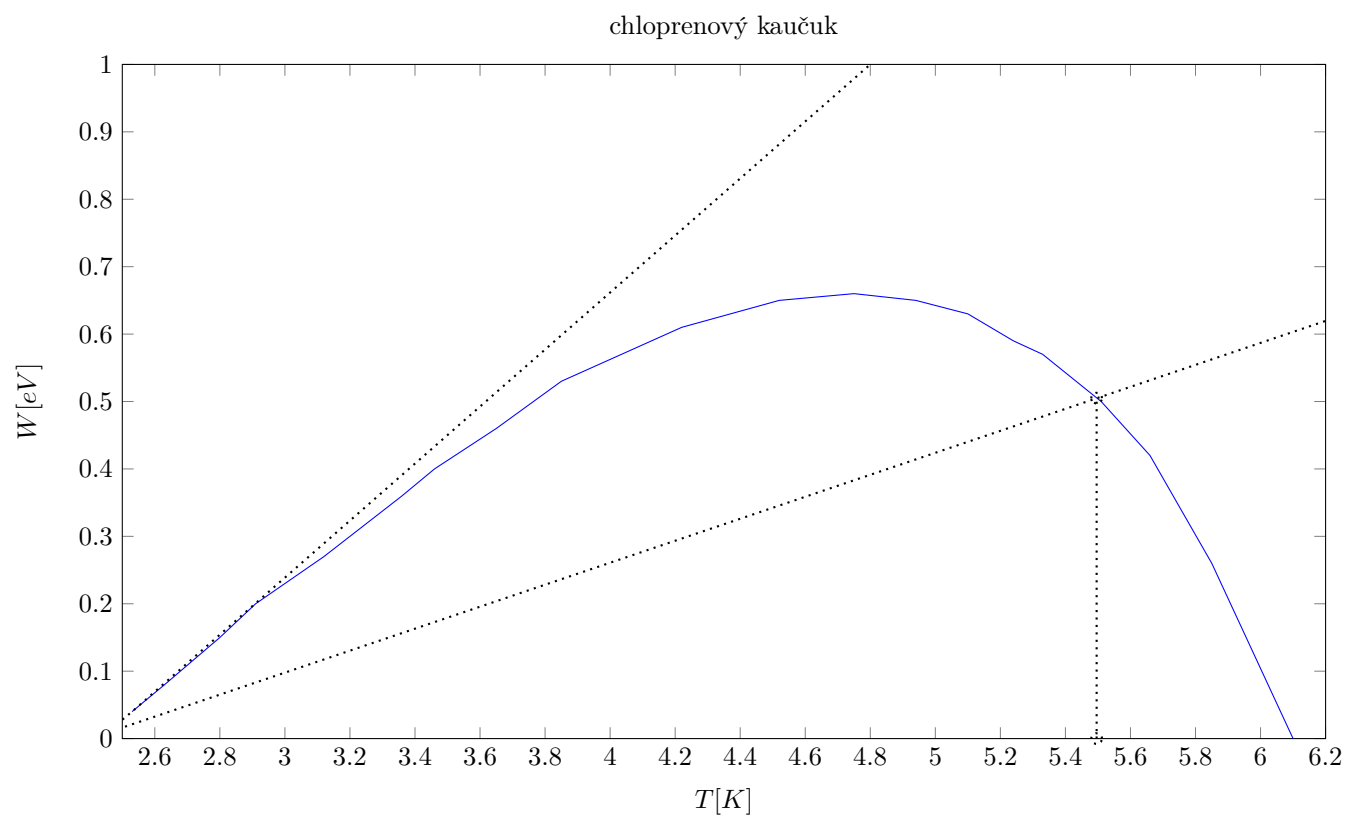
Kde α je distribuční parametr, který posouvá střed části kružnice ve vertikálním směru (pod osu) a β je činitel, který křivku deformuje, př. viz simulace.

Na Havriliakově - Negamiho diagramu existuje bod, pro který platí $\omega\tau = 1$ a lze ho určit graficky jak je znázorněno níže.



Při znalosti kmitočtu pak lze určit τ a následně i koeficienty α a β .

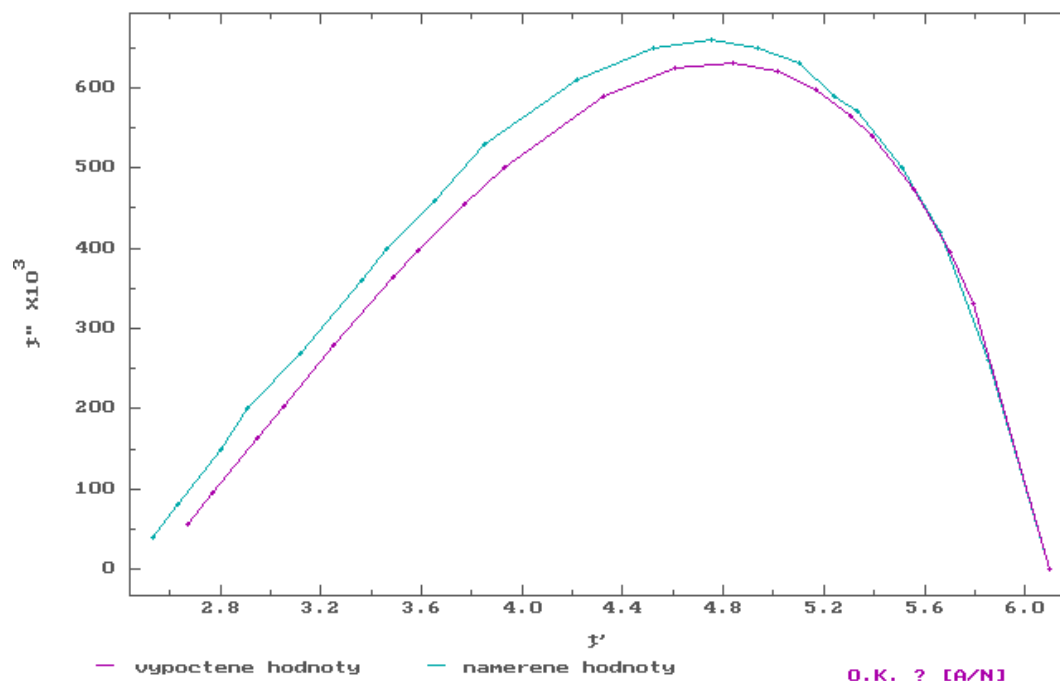
Měření



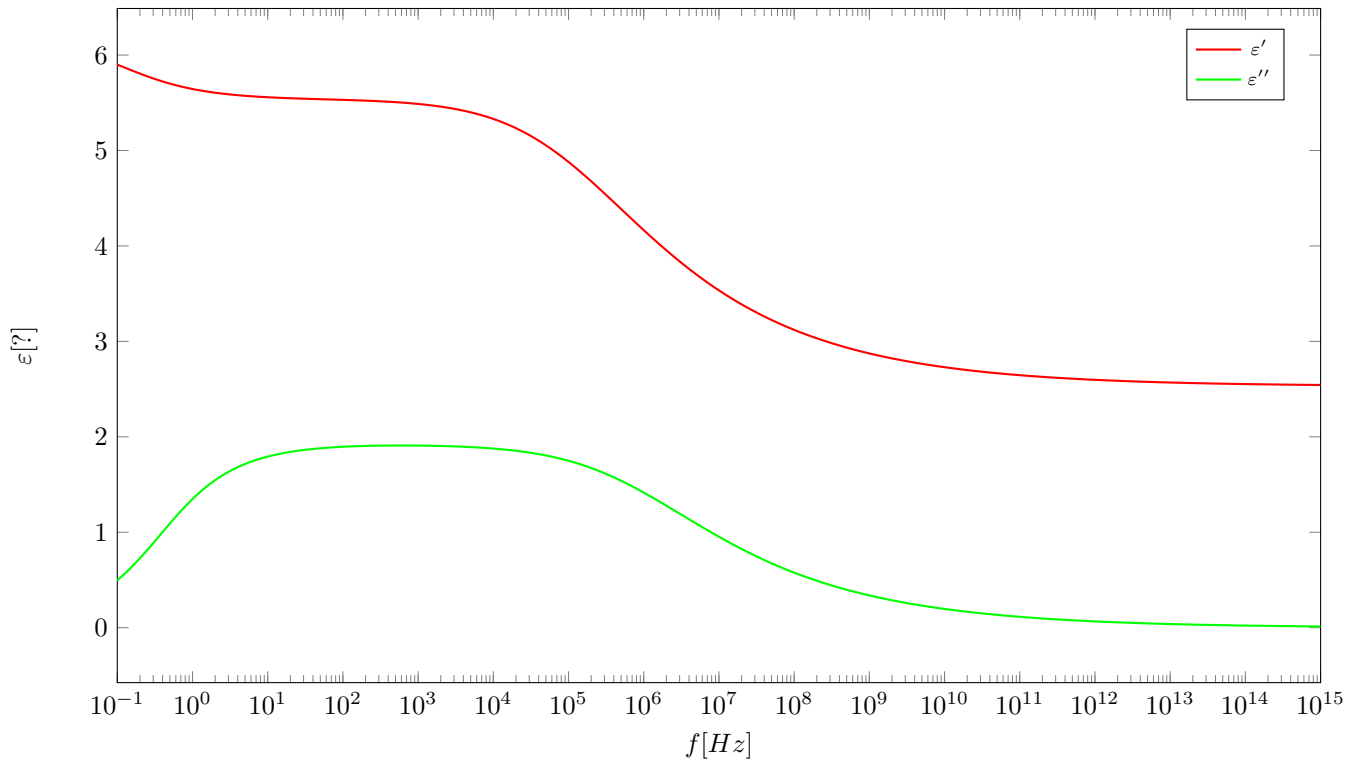
Kaučuk

Alfa = 0.350

Beta = 0.364



Závislost složek komplexní permitivity na kmitočtu



Závěr

Porovnáním simulace a grafické metody, ukázalo nepříliš dobrou shodu. To je však pravděpodobně zapříčiněno především špatným odhadem frekvence v bodě $\omega\tau = 1$.