

# Toroidpolen



Her er den så, beviklet med én tråd ( $\text{Ø}=1.2 \text{ mm}$ ) og færdig  
Som det ses, er der kun tale om et lags bevikling så at gå ind over det  
forrige.lag undgås. Dette sikrer at fremmedelementet kapacitet holdes lav.

Det sætter selvfølgelig en grænse for hvor stor toroidspolens induktionen kan  
blive, i dette tilfælde  $1.35 \text{ mH}$ , men der er tre variable at lege med:

Toroidkernens diameter,  
Toroidkernens tykkelse og  
Trådens tykkelse

Kernen bliver lavet i 3 størrelser:

Ydre diameter  $75 \text{ mm}$ . indre  $37 \text{ mm}$ . og 3 højder:  
 $20 \text{ mm}$ ,  $25 \text{ mm}$  og  $30 \text{ mm}$

ydre diameter  $90 \text{ mm}$ . og indre  $48 \text{ mm}$ . Og 4 højder:  
 $25 \text{ mm}$ ,  $30 \text{ mm}$ ,  $35 \text{ mm}$  og  $40 \text{ mm}$

ydre diameter  $95 \text{ mm}$ . og indre  $48 \text{ mm}$ . Og 4 højder:  
 $25 \text{ mm}$ ,  $30 \text{ mm}$ ,  $35 \text{ mm}$  og  $40 \text{ mm}$ .

De rå toroidkerner bliver fremstillet af Wicon af et jernpulver. Der er to typer: P-pulveret og C- eller CT-pulveret, hvoraf sidstnævnte er noget nyt, som jfr. hvad jeg ved, skulle have større intern modstand.

Hvem kender ikke til P-kerner og P-flanger brugt et utal af steder.

Idealspolen – den, der ikke mætter – er luftspolen. Det er ganske rigtigt, men der er en pris at betale – et vidtrækkende variabelt magnetisk felt, der ligner feltet omkring en stangmagnet. Det gjorde såmænd ikke noget, hvis det ikke lige var fordi, der i en højttaler er/kan være flere af slagsen og ledninger, ja de er der jo, og varierende magnetiske felter omkring en ledning vil inducere en tilsvarende strøm i ledningen. Ikke meget måske, men nok til, at vi lyttere uafvidende kan høre det.

Det er så som så med idealet – det er hvad det er – et ideal på én og kun én parameter.

Er strømtrækket lille, så kan den bruges, fordi feltstyrke følger strøm, men så kan det, at den ikke kan mættes, ligesom ikke betyde meget sådan set.

Næh! Det er en anden parameter, vi skal have fat på, når der tales højttalere og derfor store strømtræk – det ydre magnetiske felt. Der er der kun løsningen toroiden eller total indkapsling. Sidstnævnte er ikke så heldig, når der er tale om store strømtræk, så tilbage er kun førstnævnte.

Den kendes så udmærket, i forbindelse med ringtransformatorer, hvor skyhøj induktion er et must, Det er blot ikke tilfældet med spoler til højttalere. Der er hystereskurven en vigtig parameter og mætningsparameteren. Der skal kunne gå masser af strøm uden at toroiden mættes. Med den parameter for øje, så må C- eller CT materialet komme på tale. De opfylder kravene.

Den rå toroidkerne er rektangulær i tværsnit, har skarpe kanter og kræver derfor kantbeskyttere for den tråd, der skal vikles på den. Sådanne fås i plastik, og sådanne materialer bør af al kraft undgås. De skarpe kanter **skal** rundes effektivt, så der kan vikles direkte på toroiden. Det giver så nye problemer, da toroidmaterialet er ledende, og selv den mindste deformation af lakisoleringen på vikletråden vi give øget parasitkapacitet, og det er absolut ikke ønskeligt. Så toroidkernemateriale og tråd kræver en yderligere isolation imellem sig.

Der var faktisk flere problemer at løse inden denne toroidkerne var i orden. Men nu er den der, så håndvikling kan udføres uden problemer.

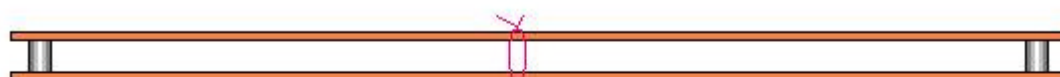
Hvordan gør man så det. Man skal lave et hjælpeværktøj bestående af to lister med et passende rundstokstykke i hver ende. Den skal dimensioneres så der er luft omkring den ved gennemføring i toroidens hul, som tråden jo skal føres igennem. Efter påvikling af det beregnede antal m. tråd kan et bånd spændes om midten af dette værktøj, så det frit kan hænge og holde tråden stram, medens toroidkernen drejes.

Derudover skal toroiden spændes fast. Det gøres lettest med to filt/tykt klæde belagt stykker træ, der er U-formet efter toroiden. Man kan lave en lille kant i U'ets bund, som vil holde toroiden i den rette position. Derefter er det blot at gå i gang,

Under viklingen lægges tråden tæt ved siden af hinanden i det indre hul, så der opstår trådtykke revner i det udvendige lag. (se billedet øverst)

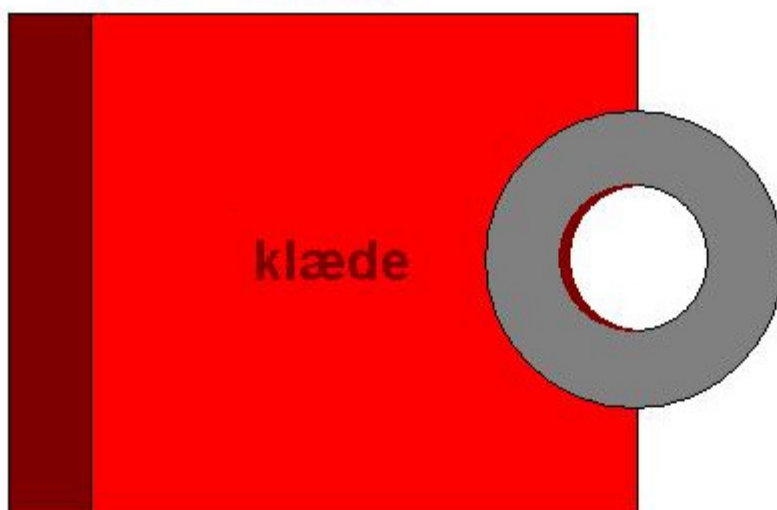
Toroidkernen er forsynet med et lille hul i siden, Der starter man ved at indføre tråden i hullet, så der startes med en fastgjort tråd. Derfra er det blot at vikle til dette huls tråd nås. Tråden trækkes ud og vikles sammen med den anden ende, så tråden fortsat ligger stramt. Det er nok den vigtigste ting at holde for øje. **Tråden må ikke være løs nogen steder.**

Man kan efterbehandle med f.eks Araldit, så tråden bliver forankret.



viklebøjle

2 stk toroidkerne holder



Afstandsstykke lig  
toroidhøjde

Denne udgave er fin, men man kan gå videre i forsøget på at gøre spolen endnu bedre. Her tænker jeg på dens modstand, hvis f.eks. større induktion skal nås eller selvfølgelig lavere modstand.

Med 1 mm tråd og toroidkernen  $\text{Ø}=75$  mm,  $\text{ø}=37$  og højden 25 mm nås induktionen 1,8 mH.

**Der ønskes lavere modstand.**

Det faktiske hul er mindre end de 37 mm som er angivet. Det er blot den diameter, der skal vikles i – altså en ydre ramme. .

1 mm tråd fylder lidt mere en 1 mm og da den vikles i et hul så er den reelle hul diameter reduceret med trådtykkelsen (mindst, da den runde tråds anlæg med hinanden ligger  $\frac{1}{2}$  mm over den ydre ramme).

Antal mulige vindinger kan så udregnes til at være tæt på  $36 \cdot 3.14 = 113$ . Længden af 1 omgang skal så blot ganges med det antal og den korteste fornødne trådlængde haves.

Næste lags hul er endnu mindre. Den første tråds forbrug af hulplads skal nok regnes for den dobbelte tråddiameter alt 2 mm og igen fratrækkes 1 mm, selv om den nye tråddiameter er ukendt, dog ikke meget, så det går. Den hul diameter vi kan regne på er altså  $37 - 2 - 1 = 34$ , ganget med 3.14 og divideret med antal vindinger giver 0,945. Trådtykkelsen 0,95 findes og kan presses ned, men jeg ville nok gå for 0,9 mm for at få lidt bedre plads.

Egenskaberne for denne dobbelt viklede spole er som den første blot med en anelse højere end halve modstand, hvis de to viklinger forbindes parallelt. De kan dog også forbindes serielt og så er induktansen firedoblet og modstanden lidt mere end fordoblet, To forskellige spoler i én er ikke så ringe, når blot en omlodning giver forskellen.

### **Der ønskes højere induktion.**

Ønskes f.eks det dobbelte af  $1.8 = 3.6$  mH må enten viklingstallet øges eller jernets areal fordobles. Det nemmeste er nok at øge viklingstallet på den samme toroidkerne, og da viklingstallets effekt er i anden potens, så skal det øges med kvadratrods 2 = 1.414. Det giver en ny trådtykkelse på  $1/1.414$  der som trådtykkelse kan fås i dimensionen 0.71 mm. Modstanden er nu mere end fordoblet p.gr.a. længere tråd, så i forsøget på at holde den nær lige så lav som for den første spole på 1.8 mH enkeltviklet, må en vikling mere til og forbundet med førstlagte i parallel. Ganske som beskrevet under "der ønskes laver modstand". Vil man gå endnu lavere så er det bare at lægge endnu en tyndere tråd på. Viklingsantallet skal være ens for hvert lag, så man undgår ikke at ændre trådtykkelsen.

Man kan også gå den anden vej og altså reducere induktion med en faktor 4 og halvere modstanden. Det er nok ideal-toroidspolen, og den jeg selv bruger på særlig kritiske steder.

Her vikles toroidkernen kun halvt. Altså to parallelforbundne halvdele (husk tommelfingerreglen), så det vil jeg overlade til den enkelte at lege med.

Mvh Steen Duelund