

Untersuchungen an Ringkernspulen

Jürgen H. Timcke HB9ANE

Im „Newsletter Spring 2006“ der Royal Naval Amateur Radio Society (RNARS) veröffentlichte ich den Bericht über einen Eigenbau-Rückkopplungsempfänger, meinen 1-v-2. Überlegungen hinsichtlich seiner Verbesserung führten zur Entscheidung, eine neue HF-Vorstufe zu bauen, und zwar umschaltbar für die Frequenzen 3,5 MHz, 7 MHz und 14 MHz. Dafür musste ich diese HF-Vorstufe sowohl hochfrequenztechnisch neu berechnen als auch mechanisch vollständig neu konstruieren. Für die Spulen verwendete ich die bekannten Vier-Kammern-Spulenkörper mit verstellbarem Kern (Bild 5), je eine Spule für die zuvor erwähnten drei Frequenzen. Ergebnis: die neue HF-Vorstufe funktionierte, aber ich war nicht zufrieden, hatte hinsichtlich Empfangsverbesserung mehr erwartet. Umfangreiche Berechnungen und Messungen mit dem Oszilloskop brachten die Erklärung des „Warum nicht?“, die Spulengüten waren zu niedrig, nur ungefähr $Q = 30$ bis 40 . Mit anderen Worten: nicht zu verwenden.

Und was nun?

Ich erinnerte mich daran, einmal etwas über Ringkernspulen gelesen zu haben und dass es möglich sei, mit diesen hohen Spulengüten „ Q “ zu erzielen. Also begann ich, in der Fachliteratur ausführliche Informationen über Ringkernspulen zu suchen. Das Ergebnis war äusserst mager. Das einzige, was ich fand und mir hilfreich erschien, war eine Gleichung zur Berechnung der Anzahl der Windungen „ Z “ für einen gegebenen Ringkern mit seinem zugehörigen AL-Wert [1], um die erforderliche Induktivität „ L “ zu erreichen. Bei näherer Betrachtung dieser Gleichung hatte ich jedoch den Eindruck, dass die angegebene Einheit für den AL-Wert mathematisch falsch war, Bild 1a. In einer späteren Veröffentlichung in der Zeitschrift „Funkamateur“ fand

$AL = 49 [\mu H] / 100 [Wdg]$	$AL = 49 [\mu H] / (100 [Wdg])^2$
a) falsch	b) richtig

Bild 1a und 1b

Fig. 1. Valeur erronée et correcte de AL

ich dann einen Bericht [2], speziell über diese Gleichung und die richtige Einheit des AL-Werts geschrieben, Bild 1b, (bezogen auf den AL-Wert „49“ eines AMIDON-Ringkerns der Grösse T50-2).

Berechnung der Anzahl der Windungen „ Z “

Zur Berechnung der Anzahl der Windungen „ Z “ für eine erforderliche Induktivität „ L “ und einen gegebenen/ausgewählten AMIDON-Ringkern mit seinem zugehörigen AL-Wert ist die nachfolgende Gleichung gültig, Bild 2.

$$Z = \sqrt{\frac{L [\mu H]}{A_L [\mu H] / (100 [Wdg])^2}}$$

$$Z = \sqrt{\frac{L [\mu H] (100 [Wdg])^2}{A_L [\mu H]}}$$

$$Z = 100 \sqrt{\frac{L [\mu H]}{A_L [\mu H]}} [Wdg]$$

Bild 2. Gleichung zur Berechnung der Anzahl Windungen „ Z “

Fig. 2. Equation pour le calcul du nombre de spires „ Z “

Diese Gleichung zeigt überraschend, dass der Drahtdurchmesser „ d “ keinen Einfluss auf die erforderliche Anzahl der Windungen „ Z “ hat.

Untersuchte Ringkernspulen

Für meine Untersuchungen verwendete ich AMIDON-Ringkern, vier Stück von jeder der drei unterschiedlichen Grössen. Weil ich keine Erfahrung mit Ringkernspulen hatte (und demzufolge auch nicht wusste, wie man sie am zweckmässigsten bewickelt!), entschloss ich mich, für jeden der vier Ringkerne gleicher Grösse verschiedene Drahtdurchmesser „ d “ zu verwenden, obwohl dieser, gemäss der Gleichung von Bild 2, keinen Einfluss auf die erreichbare Induktivität „ L “ hat. Bild 3 zeigt die Werte und Bild 4 die drei AMIDON-Ringkern-Grössen (bewickelt).



Bild 5. Spulenbausteine

Links: Vier-Kammern-Spule mit verstellbarem Kern. Rechts: Ringkernspule

Fig. 5. Les bobines

A gauche: bobinage en 4 parties avec noyau réglable. A droite: bobinage à noyau torique

Die Ringkernspulen auf Platten

Aus zwei Gründen befestigte ich die Ringkernspulen auf kleinen Platten aus Pertinax und ergänzte jeweils zwei Anschluss-Stifte:

1. Für Messungen (mit dem Oszilloskop oder dem Grid-Dip-Meter) ist es viel einfacher, wenn die Ringkernspulen keine freien Drahtenden aufweisen, sondern kleine „Bausteine mit Anschluss-Stiften“ sind.
2. Um später in der geplanten neuen HF-Vorstufe die Ringkernspulen-Bausteine auf die gleiche Weise einbauen zu können wie die jetzt vorhandenen Vier-Kammern-Spulen mit verstellbarem Kern.

Bild 5 zeigt die beiden Arten der Spulen-Bausteine.

Berechnung von $L = f(Z)$

Um die Induktivität „ L “ einer Spule mit Ringkern aus seinem zugehörigen AL-Wert sowie einer gegebenen/vorhandenen Anzahl der Windungen „ Z “ zu

Ringkern-Grösse	AL - Wert	Drahtdurchmesser „ d “ [mm]					
	$[\mu H] / (100 [Wdg])^2$	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
T 68-2	57						
T 94-2	84						
T 106-2	135	-	-				

Bild 3. Werte der Ringkern-Grössen und Durchmesser „ d “ der verwendeten Drähte

Fig. 3. Grandeurs des noyaux toriques et diamètre „ d “ des fils utilisés



Bild 4. AMIDON-Ringkern-Größen. Von oben nach unten: T106-2, T94-2 und T68-2
Fig. 4. Tailles des noyaux toriques AMIDON de haut en bas: T106-2, T94-2 et T68-2

berechnen, wird die in Bild 2 dargestellte Gleichung nach „L“ aufgelöst, Bild 6.

Dieses „L“ ist nur ein berechneter Wert. Jedoch stellt sich die Frage: wie genau ist er in Wirklichkeit? Ist es ausreichend, diesen berechneten „L“-Wert zu verwenden, um einen Schwingkreis zu berechnen/bauen und, mit dem entsprechenden Drehkondensator, den erforderlichen Frequenzbereich zu erreichen? Ich war mir sicher, dass noch

$$L [\mu H] = (Z [Wdg] / 100 [Wdg])^2 \times AL [\mu H]$$

Bild 6. Gleichung zur Berechnung der Induktivität «L»

Fig. 6. Equation pour le calcul de l'inductance „L“

einige andere Einflussgrößen vorhanden sind wie z. B. „Windung an Windung“, „Windungen mit Abständen“, Umschlingungswinkel ϕ (= phi) der Windungen um den Ringkern“ und weitere, die ich später erwähnen werde.

Natürlich ist es notwendig, den „L“-Wert einer Ringkernspule mit dem „L/C-Meter“ zu messen, um den berechneten „L“-Wert mit dem gemessenen „L“-Wert zu vergleichen! Aber diese Vorgehensweise gibt nur eine Antwort für eine Ringkernspule mit gegebener Anzahl und Art der Windungen, nicht mehr!

Das Ziel meiner Untersuchungen war jedoch, mehr über diese Spulen-Art für HF-Anwendungen zu erfahren und zwar genaue Werte nicht nur für eine Ringkernspule zu gewinnen, sondern auch für mögliche Veränderungen an solchen.

Im Hinblick auf meine Eigenbau-Aktivitäten im Bereich der HF-Technik war folgende Frage von grosser Bedeutung

für mich: Ist es möglich, einen Schwingkreis mit Ringkernspulen auf ähnliche Weise abzugleichen wie man dies mit Spulen mit verstellbarem Kern machen kann? Es ist durchaus klar, dass dies möglich sein muss, um den erforderlichen Frequenzbereich zu erreichen, aber: wie muss man es machen? Welche Möglichkeiten gibt es und welches sind die Einflussgrößen?

Für mich viele Fragen. Um aussagefähige Antworten zu gewinnen, erstellte ich für diese Untersuchungen ein umfangreiches und ausführliches Versuchs-Programm.

Was wollte ich wissen?

In erster Linie waren dies die Einflussgrößen auf die:

1. Induktivität „L“
2. Resonanzfrequenz „fr“
3. Bandbreite „delta f“ bei 3 dB Spannungsabfall und daraus
4. Spulengüte „Q“, abhängig von folgenden Veränderungen:
 1. Ringkern-Grösse und Anzahl der Windungen „Z“ (Versuchsreihe 1).
 2. Verschiedene Anzahl der Windungen „Z“ nicht gleichmässig um den Ringkern verteilt, d.h. unveränderter Beginn der Spule, aber verschiedene Endpunkte (Versuchsreihe 2).
 3. Vergrößerung des Umschlingungswinkels „phi“ einer gegebenen Anzahl von Windungen „Z“, d.h. Vergrößerung des Abstands zwischen den einzelnen Windungen (Versuchsreihe 3).

Basierend auf den Ergebnissen dieser drei Versuchsreihen ergänzte ich eine vierte: was geschieht bei einem abstimmbaren Schwingkreis ($L = \text{konstant}$, $C = \text{veränderlich}$) mit der Bandbreite „delta f“ und der Spulengüte „Q“? Bleiben sie konstant oder hat die Frequenzveränderung darauf einen Einfluss? Und wenn „Ja“, wie und in welcher Grössenordnung?

Mess-Vorrichtungen

Wie erwähnt wurden vier Versuchsreihen durchgeführt. Die Platten mit den Ringkernspulen wurden an ihren Anschluss-Stiften an einen Mess-Adapter angelötet und die Anschluss-Stifte mit einem Styroflex-Kondensator überbrückt, Bild 7 (Versuchsreihen 1 bis 3).

Für die Versuchsreihe 4 habe ich eine dem Verwendungszweck entsprechende



Bild 7. Mess-Adapter
Fig. 7. Adaptateur de mesure

Messvorrichtung gebaut, bestehend aus dem zuvor erwähnten Mess-Adapter (aber mit Styroflex-Kondensatoren verschiedener Grösse) und einem zusätzlichen Drehkondensator, um einerseits den Kapazitätsbereich zu erweitern und andererseits auf einfache Weise die Kapazitätswerte des zu messenden Schwingkreises zu verändern, Bild 8.

Mess-Geräte

Folgende Mess-Geräte wurden verwendet:

1. VOLTcraft Oszilloskop 632 FG, 30 MHz
2. L/C-Meter IIB von „Almost All Digital Electronics“
3. Kapazitäts-Meter „PeakTech 3705“
4. Hochgenaues Grid-Dip-Meter mit Eichkurven (Eigenbau)
5. HF-Rechteckgenerator (Eigenbau)

Zwischenbemerkung

Die Ergebnisse der Versuchsreihen sind in Diagrammen dargestellt: Bild 11, 14, 17 und 18. Auf der Y-Achse sind keine

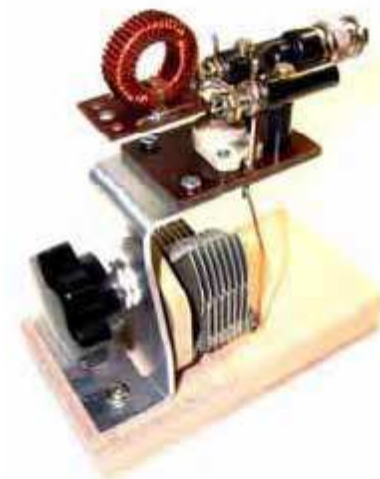


Bild 8. Mess-Adapter mit zusätzlichem Drehkondensator
Fig. 8. Adaptateur de mesure avec condensateur variable additionnel

Werte angegeben, jedoch sind die Tendenzen der verschiedenen Kurven massstäblich, d.h. in Übereinstimmung mit den zahlenmässigen Versuchsergebnissen. Die Erklärung für diese Vorgehensweise ist unter Punkt 1. des nachfolgenden Kapitels „Versuchsreihe 1 und deren Ergebnisse“ angegeben.

Die verschiedenen Formen der Resonanzkurven in Bild 19 sind bezogen auf die Bandbreite „delta f“ massstäblich, ebenso die Abstände zwischen der Spitze (grösste Spannung) bei Resonanzfrequenz „fr“ und den Spannungsabfällen bei 3 dB und 6 dB. Zahlenwerte sind nicht angegeben, weil nur der Vergleich

der Steilheit dieser vier Resonanzkurven hinsichtlich der Beurteilung ihrer Qualität (bezogen auf die erreichbare Selektionsfähigkeit eines Schwingkreises) von Interesse ist.

>>>

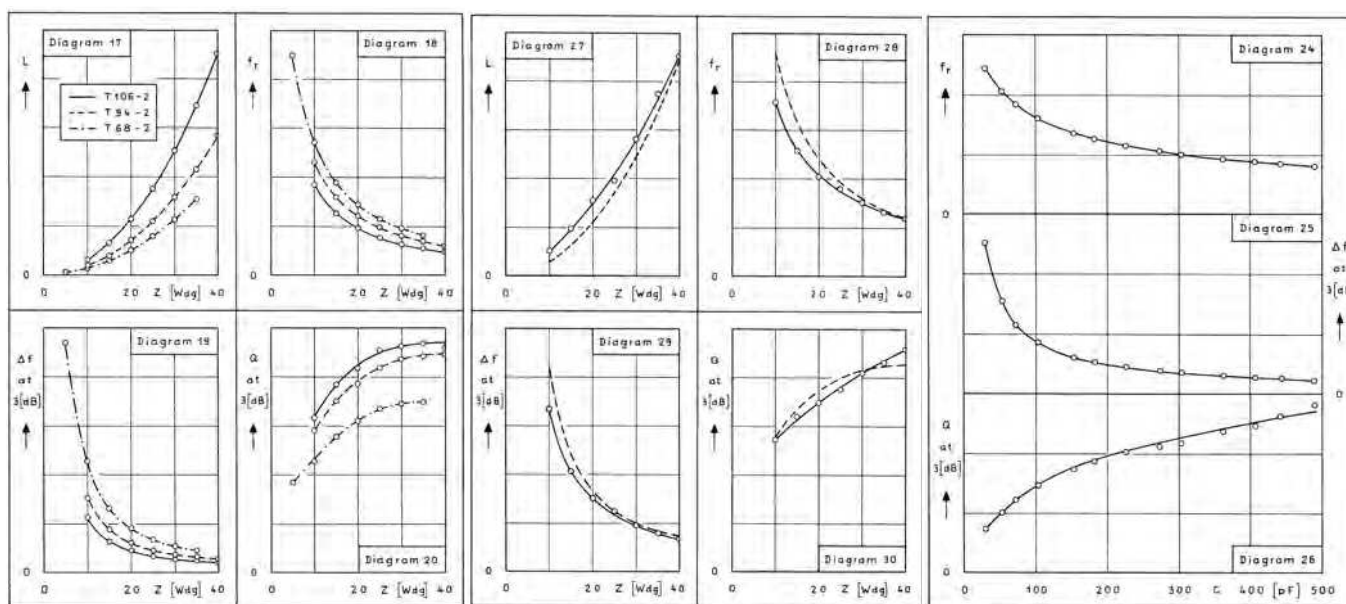


Bild 11. Ergebnisse der Versuchsreihe 1. Die Kreise entsprechen den berechneten Mittelwerten.

Fig. 11. Résultats de la série d'essais 1. Les cercles représentent les valeurs moyennes calculées.

Bild 14. Ergebnisse der Versuchsreihe 2. Die Kreise entsprechen den Messwerten. Gestrichelte Linien: Kurven von Bild 11 zum Vergleich.

Fig. 14. Résultats de la série d'essais 2. Les cercles correspondent aux valeurs de mesures. En pointillé: la courbe de la fig. 11 pour comparaison.

Bild 17. Einfluss des Umschlingungswinkels Φ auf die Induktivität „L“ bei „Z“ = konstant.

Fig. 17. Influence de la mesure de l'angle Φ sur l'inductance „L“ pour „Z“ = constant

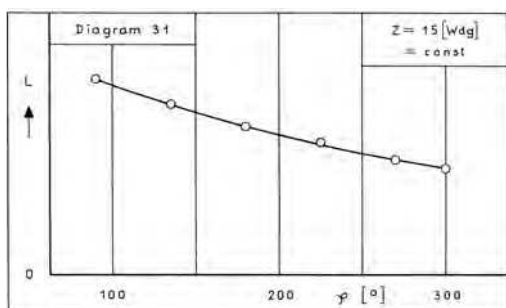


Bild 18. Resonanzfrequenz „fr“, Bandbreite „delta f“ und Spulengüte „Q“, beide bei 3 dB Spannungsabfall, abhängig von den verschiedenen Schwingkreis-Kapazitäten „C“ (nicht alle gemessenen Kapazitäts-Werte sind mit Kreisen dargestellt)

Fig. 18. Fréquence de résonance „fr“, largeur de bande „delta f“ et surtension de bobinage „Q“, tous deux pour une chute de tension de 3 dB, dépendant des diverses capacités „C“ du circuit oscillant (les valeurs des capacités mesurées ne sont pas toute représentées par un cercle!).

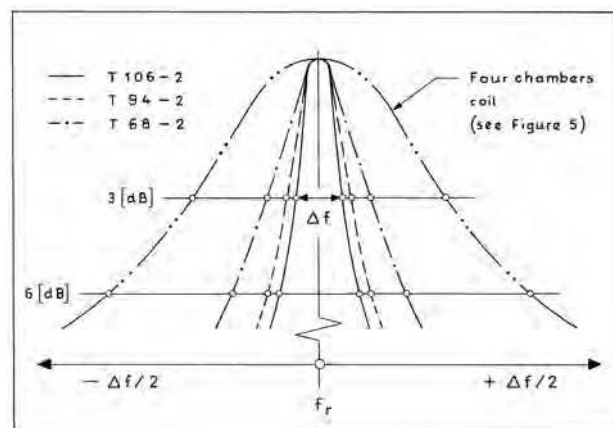


Bild 19. Vergleich verschiedener Resonanzkurven. Fig. 19. Comparaison des diverses courbes de résonance.

Versuchsreihe 1 und deren Ergebnisse

Für alle Ringkernspulen (auch für jene der drei anderen Versuchsreihen) verwendete ich Kupferlackdraht.

Bild 9 zeigt für jede der drei Ringkern-Grössen die verwendeten Drahtdurchmesser „d“ und die zugeordnete Anzahl der Windungen „Z“. Versuchsreihe 1 umfasste insgesamt 84 Versuchs-Ringkernspulen, deren Messung und Auswertung der Ergebnisse!

Die Messungen begann ich für jede Ringkern-Grösse und jeden Drahtdurchmesser „d“ mit der Ringkernspule mit der grössten Anzahl der Windungen „Z“. Diese wurden dann schrittweise verkleinert, wie aus Bild 9 zu ersehen, wobei der Umschlingungswinkel ϕ konstant gehalten wurde (d.h. der Abstand zwischen den einzelnen Windungen wurde grösser und grösser).

Als erstes wurde mit dem L/C-Meter die Induktivität „L“ jeder Ringkernspule mit der grössten Anzahl der Windungen „Z“ gemessen. Die Ergebnisse bestätigten die Theorie, dass der Drahtdurchmesser „d“ keinen Einfluss auf die Induktivität „L“ hat. Die gemessenen „L“-Werte sind in Bild 10 tabellarisch aufgeführt, weil die zahlenmässigen Unterschiede zu klein sind, um sie in einem aussagefähigen Diagramm darzustellen.

Obwohl der Drahtdurchmesser „d“ keinen Einfluss auf die Induktivität „L“ hat, untersuchte ich trotzdem jede

Ring- kern- Grösse	SPULE- Nr	Ø	Anzahl Windungen «Z»								Anzahl Test- Spulen							
		mm	40	35	30	25	20	15	10	5								
T 68-2	1	0.3	-	0	0	0	0	0	0	0	28							
	2	0.4																
	3	0.5																
	4	0.6																
T 94-2	1	0.5	0	0	0	0	0	0	-	28								
	2	0.6																
	3	0.7																
	4	0.8																
T 106-2	1	0.5								0	0	0	0	0	0	-	28	
	2	0.6																
	3	0.7																
	4	0.8																
TOTAL Anzahl Test-Spulen																	84	

Bild 9. Werte und Anzahl der Versuchs-Ringkernspulen

Fig. 9. Valeurs et nombre de bobinages d'essai à noyau torique

Ringkern-Grösse mit verschiedenen Drahtdurchmessern „d“ (gleichwohl dies eine Menge Mehrarbeit für mich bedeutete!).

Warum diese Vorgehensweise?

Die Erklärung ist sehr einfach: auf diese Weise erhielt ich für jede Ringkern-Grösse und Anzahl der Windungen „Z“ vier Messwerte: sehr vorteilhaft zur Berechnung von aussagefähigen Mittelwerten und zur Erhärtung der Versuchsergebnisse!

Ergebnisse der Versuchsreihe 1

(vgl. Bild 11, Seite 5)

Die folgenden vier Aussagen sind für alle Diagramme gültig, in denen Versuchsergebnisse dargestellt sind.

1. In Bild 11 und 14 (Versuchsreihe 2) ist auf der Abszisse die Anzahl der Windungen „Z“ nur deshalb angegeben, um deren Einfluss auf die Tendenz der jeweiligen Kurven aufzuzeigen und diese entsprechend interpretieren zu können. Die Zahlenwerte von „L“, „fr“, „delta f“ und „Q“ sind nicht angegeben, weil sie abhängig sind von der Grösse der verwendeten Kondensatoren für die Versuchsschwingkreise und weil sie keinen Einfluss auf die Tendenzen haben.
2. Es ist nur wichtig, die Tendenzen der Kurven zu sehen, die klar aufzeigen, welchen Einfluss die

Anzahl der Windungen „Z“ auf die zugehörigen Werte hat.

3. Die kleinen Kreise in den Kurven entsprechen in Bild 11 den berechneten Mittelwerten und in Bild 14, 17 und 18 den Messwerten.
4. Die Diagramm-Nummern in Bild 11, 14, 17 und 18 beziehen sich auf die jeweiligen Diagramme in den Auswertungs-Unterlagen.

Versuchsreihe 2 und deren Ergebnisse

Der Grund dieser Versuchsreihe war, herauszufinden, wie sich besonders die Induktivität „L“ und die Spulengüte „Q“ (und natürlich auch „fr“ und „delta f“) verändern, wenn die Anzahl der Windungen „Z“ schrittweise verkleinert wird (beginnend am Spulenende), jedoch ohne den jeweiligen Rest der Windungen um den Ringkern herum zu spreizen, um wieder den gleichen Umschlingungswinkel „phi“ zu erhalten wie zu Beginn (d.h. also nicht so, wie es bei Versuchsreihe 1 gemacht wurde). Die Windungen wurden somit nebeneinander belassen und nur „Z“ verkleinert, demzufolge ϕ immer kleiner wurde.

Diese Versuchsreihe wurde mit Ringkern-Grösse T94-2 durchgeführt. Der Drahtdurchmesser war $d = 0,7$ mm. Am Anfang war die Anzahl der Windungen $Z = 40$ Wdg und am Ende $Z = 10$ Wdg.

Bild 12 zeigt die Ringkernspule am Anfang und Ende der Versuche (diejenige mit allen Windungen wurde für

Ringkern-Grösse	d	Z	L	L Mittelwert
	mm	Wdg	μH	
T 68-2	0.3	35	7.238	7.55
	0.4		7.642	
	0.5		7.563	
	0.6		7.756	
T 94-2	0.5	40	13.52	13.93
	0.6		14.23	
	0.7		14.15	
	0.8		13.80	
T 106-2	0.5	40	22.46	21.11
	0.6		22.07	
	0.7		22.24	
	0.8		21.66	

Bild 10. „L“-Werte der Versuchs-Ringkernspulen mit der grössten Anzahl der Windungen „Z“

Fig. 10. Valeurs „L“ des bobinages à noyau torique avec le plus grand nombre de spires „Z“.



Bild 12. Versuchs-Ringkernspulen.
Links: am Anfang. Rechts: am Ende
Fig. 12. Bobinages à noyau torique
d'essai – à gauche: au début, à
droite: à la fin

dieses Vergleichsfoto von einer anderen Versuchsreihe übernommen).

Bild 13 zeigt „Z“ und φ der verschiedenen Versuche und eine vereinfachte zeichnerische Darstellung, um aufzuzeigen, auf welche Weise die Anzahl der Windungen verkleinert wurde.

Die Ergebnisse der Versuchsreihe 2 sind in Bild 14 dargestellt. Zusätzlich sind (mit gestrichelten Linien) die

erbrachte Erkenntnisse darüber, welchen Einfluss sowohl eine Verkleinerung der Anzahl Windungen „Z“ als auch des Umschlingungswinkels φ hat.

Unabhängig von jenen Ergebnissen war jedoch immer noch eine Frage offen: was geschieht, wenn z.B. eine kleine Anzahl von Windungen „Z“ konstant gehalten und dann der Umschlingungswinkel φ schrittweise gleichmässig nach beiden Seiten vergrössert wird?

Um dieses Verhalten einer Ringkernspule herauszufinden, wurden $Z = 15$ Wdg mit dem Drahtdurchmesser $d = 0,7$ mm auf den oberen Teil eines Ringkerns (T94-2) gewickelt, Windung neben Windung, einen Umschlingungswinkel $\varphi = 90^\circ$ ergebend, Bild 15. Danach wurden die Windungen von oben aus mehr und mehr nach links und rechts gespreizt, was zwangsläufig zu einer Zunahme des Umschlingungswinkels φ führte ($\varphi 1$, $\varphi 2$ usw.), zeichnerisch vereinfacht dargestellt in Bild 16. Am



Bild 15. Ringkernspule am Anfang der Versuche.

Fig. 15. Bobinage à noyau torique
au début de l'essai.

entsprechenden Kurven von Bild 11 (T94-2) eingezeichnet. Es ist klar zu erkennen (Diagramm 27), dass eine verkleinerte Anzahl der Windungen „Z“, Windung neben Windung, eine grössere Induktivität „L“ ergibt, als die gleiche Anzahl der Windungen „Z“ über den Umfang gespreizt, um den gleichen Umschlingungswinkel „ φ “ beizubehalten wie zuvor!

Versuchsreihe 3 und deren Ergebnisse

Die Haupteinflussgrösse auf die Ergebnisse der Versuchsreihe 1 war die Veränderung der Anzahl der Windungen „Z“, wobei der Umschlingungswinkel φ jeweils konstant gehalten wurde. Versuchsreihe 2

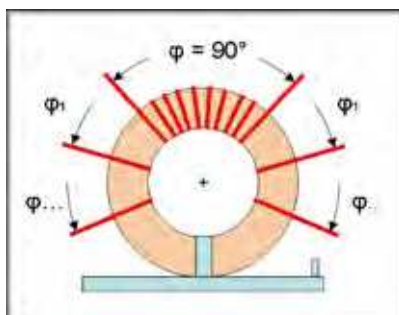


Bild 16. Spreizen der Windungen.
Fig. 16. Espacement des spires.

Ende der Versuche war der Umschlingungswinkel ungefähr $\varphi = 300^\circ$.

Im Hinblick auf die praktische Anwendung (Eigenbau-Aktivitäten!) ist das am meisten interessierende Ergebnis dieser Versuchsreihe folgendes: die Induktivität „L“ kann in einem gewissen Bereich durch die Veränderung des Umschlingungswinkels φ beeinflusst werden, Bild 17.

Mehr zur Anwendung dieser Ergebnisse ist in den Kapiteln „Zusammenfassung“ und „Schlusswort“ erwähnt.

Versuchsreihe 4 und deren Ergebnisse

Für diese Versuche verwendete ich ebenfalls die Ringkern-Grösse T94-2. Der

Z	$\varphi \approx$	
Wdg	°	
40	300	
35	255	
30	210	
25	170	
20	140	
15	115	
10	85	

X: Beginning of the windings (constant)

Y: Various ends of the windings

Bild 13. Anzahl der Windungen „Z“ und zugehöriger Umschlingungswinkel φ

Fig. 13. Nombre de spires „Z“ et la mesure de l'angle „ φ “ résultant.

Drahtdurchmesser war $d = 0,7$ mm und die Anzahl der Windungen $Z = 40$ Wdg = konstant (der Umschlingungswinkel war ungefähr $\varphi = 300^\circ$ und demzufolge war die Induktivität „L“ konstant, wie es für einen abstimmbaren Schwingkreis mit Kapazitätsveränderung erforderlich/üblich ist.

Die Versuche umfassten einen Kapazitätsbereich von $C = 29,4$ pF bis $C = 490$ pF (gemessene Werte). Insgesamt verwendete ich 16 Styroflex-Kondensatoren (wie bekannt sind diese Kondensatoren für HF-Anwendungen besonders gut geeignet). Der untersuchte Kapazitätsbereich war also nahezu der gleiche wie jener eines Drehkondensators mit der Nenn-Endkapazität von $C = 500$ pF.

Wie bekannt (Thomson-Gleichung!) wird die Resonanzfrequenz „ f_r “ mit zunehmendem „C“ („L“ = konstant) immer niedriger. Im Zusammenhang mit den Messungen der Resonanzfrequenz „ f_r “ ist zu sehen, dass mit zunehmendem „C“ auch die Bandbreite „ Δf “ kleiner wird (die Ermittlung von „ Δf “ für einen bestimmten Spannungsabfall war mit Hilfe von Rechteckgenerator und Oszilloskop sehr einfach!). Für die Berechnung der Spulengüte „Q“, bei z.B. 3 dB Spannungsabfall gilt: Resonanzfrequenz „ f_r “ / Bandbreite „ Δf bei 3 dB Spannungsabfall“. Soviel zur Theorie, die ja allen erfahrenen Funkamateuren bestens bekannt ist.

Bild 18, Diagramm 26, zeigt als Ergebnis der zuvor erwähnten Zusammenhänge, dass die Spulengüte „Q“ dann ihren grössten Wert hat, wenn „C“ ebenfalls am grössten ist. Das bedeutet, dass an den Bandanfängen, also an deren (ehemaligem)

CW-Bereich, die Spulengüte „Q“ am besten weil die Bandbreite „delta f“ am kleinsten ist!

Zusammenfassung

Meine Untersuchungen zusammenfassend kann ich folgende Aussagen machen, basierend auf den Ergebnissen der Versuchsreihen 1 bis 3. Jene der Versuchsreihe 4 erwähnte ich bereits in dem entsprechenden Kapitel:

1. Wenn immer möglich (vorhandener Platz für die Ringkernspule!) sollte man Ringkern-Größen mit einem hohen AL-Wert verwenden. Dies führt für eine erforderliche Induktivität „L“ zu weniger Windungen und trotzdem zu einer hohen Spulengüte „Q“, siehe Bild 11, Diagramm 20.
2. Für niedrigere Frequenzen, z.B. $f = 3,5 \text{ MHz}$ und $f = 7 \text{ MHz}$, kann man die Schwingkreise durch Verkleinerung der Anzahl der Windungen „Z“ abgleichen, was zu einer wirksamen Verringerung der Induktivität „L“ führt. Es ist empfehlenswert:
 - a) den Ringkern mit einer grösseren Anzahl von Windungen als berechnet/erforderlich zu bewickeln und
 - b) diese über einen Umschlingungswinkel von ungefähr $\varphi = 300^\circ$ zu spreizen. Diese Vorgehensweise macht es sehr einfach, die Induktivität „L“ zu korrigieren bzw. anzupassen. Den Rest der Windungen (nach deren Verringerung) kann man entweder spreizen auf ungefähr $\varphi = 300^\circ$ oder auch nicht (wenn nur wenige Windungen entfernt wurden, ist der Einfluss von φ auf „L“ vernachlässigbar gering).
3. Für höhere Frequenzen, z.B. $f = 14 \text{ MHz}$, ist es vorteilhaft, die bei der Versuchsreihe 3 beschriebene Methode anzuwenden. In vielen Fällen ist für diesen Frequenzbereich die erforderliche Induktivität „L“ geringer als $L = 1 \mu\text{H}$! Die Induktivität „L“ durch eine Verringerung der Anzahl Windungen zu beeinflussen führt dann nicht zum Erfolg, wenn die erforderlichen „L“-Unterschiede sehr klein sind! Aber durch a) entweder Vergrößerung oder b) Verkleinerung der Windungsabstände kann der erforderliche „L“-Wert sehr leicht



Bild 20. Neue HF-Vorstufe mit Ringkernspulen für meinen 1-v-2
Fig. 20. Nouvel étage préamplificateur HF pour mon 1-v-2 avec des bobines à noyau torique.

erreicht werden (Hinweis: während dieser empfindlichen Messung muss das an die Anschluss-Stifte der Platte (des Bausteins) angeschlossene L/C-Meter sehr ruhiggehalten werden, weil schon geringe Abstandsunterschiede den „L“-Wert merklich beeinflussen!).

Um den Bericht über meine Untersuchungen zu vervollständigen, habe ich Bild 19 ergänzt, ein Vergleich verschiedener Resonanzkurven.

Dargestellt sind jene der Spulen mit den Ringkern-Größen T68-2, T94-2 und T106-2 (basierend auf Mittelwerten) und diejenige der Vier-Kammern-Spule (gemessene Werte), siehe Bild 5, links. Die Tendenz dieser Kurven spricht für sich und bedarf keines Kommentars: der Vorteil der Ringkernspulen im Hinblick auf die Bandbreite „delta f“ und demzufolge die Spulengüte „Q“ ist eindeutig zu erkennen!

Am Ende dieser Zusammenfassung möchte ich auf Folgendes hinweisen: wenn irgend jemand mehr über diese Untersuchung wissen möchte (aus Platzgründen beschränkte ich mich hier auf das Wesentliche) oder allgemeine Informationen bezüglich der Anwendung von Ringkernspulen in Schwingkreisen im Zusammenhang mit Eigenbau-Projekten wissen möchte: er möge nicht zögern, mit mir Kontakt aufzunehmen.

Sollte der eine oder andere Leser eine ähnliche Untersuchung über Ringkernspulen durchgeführt haben: ich bin an

entsprechendem Gedankenaustausch sehr interessiert!

Schlusswort

Basierend auf den Ergebnissen dieser Untersuchung einerseits und der Erfahrung, die ich dadurch gewinnen konnte andererseits, baute ich meine neue HF-Vorstufe mit Ringkernspulen, Ringkern-Größe T106-2 für alle drei Frequenzen, Bild 20. Das Ergebnis: beeindruckend! In Bild 20 sieht man sehr gut die obere Ringkernspule für den $f = 14 \text{ MHz}$ - Schwingkreis mit nur wenigen Windungen und die angewendete „Spreiz-Methode“ gemäss den Erkenntnissen der Versuchsreihe 3!

Literaturverzeichnis

1. www.amidon.de
2. Dr.-Ing. Werner Hegewald, DL2RD AL-Wert von Amidon-Kernen „Funkamateure“ 12/2008, Magazin für Amateurfunk, Elektronik, Funktechnik; Box 73, Amateurfunkservice GmbH, Majakowskiring 38, D-13156 Berlin

Expériences avec les bobinages toriques

Jürgen H. Timcke HB9ANE (trad. HB9IAL)

Dans „Newsletter Spring 2006“ de la Royal Naval Amateur Radio Society (RNARS) j'avais publié un article sur la réalisation personnelle d'un récepteur à contre-réaction, mon 1-v-2. Des réflexions en vue de l'améliorer m'ont conduit à construire un nouvel étage préamplificateur HF commutable pour les fréquences 3,5 MHz, 7 MHz et 14 MHz. Pour cela il me fallait recalculer la partie technique HF et réaliser tout cela mécaniquement. Pour les bobinages j'ai utilisé les supports bien connus à 4 emplacements séparés et noyau réglable (fig. 5), avec une bobine pour chacune des bandes mentionnées. Résultat: le nouvel étage préamplificateur HF fonctionnait, mais je n'en étais pas satisfait car j'en attendais une meilleure qualité de réception. Un grand nombre de calculs et de mesures avec l'oscilloscope m'ont fourni l'explication du „pourquoi pas?“: le coefficient de surtension des bobinages était trop faible, seulement environ $Q = 30$ à 40 . En d'autres termes: inutilisables.

Et alors?

Je me souvins alors avoir lu une fois quelque chose sur les bobinages à noyau torique où il était question d'atteindre des coefficients de surtension „ Q “ élevés. J'ai alors fouillé dans la littérature spécialisée pour trouver des informations sur les bobinages à noyau torique. Le résultat était assez maigre. La seule chose utile que j'ai trouvée était une équation pour calculer le nombre de spires „ Z “ pour des noyaux d'une certaine valeur AL [1] afin d'obtenir l'inductivité „ L “. En examinant de plus près cette équation j'avais l'impression que la valeur AL était mathématiquement fautive (fig. 1a). Plus tard, dans la revue allemande Funkamateure, j'ai trouvé un article spécifique pour cette équation [2], et la bonne valeur de l'unité AL (fig. 1b) (citant une valeur AL de „49“ pour un tore AMIDON de la taille T50-2).

Calcul du nombre de spires „ Z “

Pour calculer le nombre de spires „ Z “ pour une certaine inductance „ L “ en

utilisant un tore choisi/imposé AMIDON avec une valeur AL donnée il faut utiliser l'équation suivante (fig. 2). Cette équation crée la surprise en montrant que le diamètre du fil „ d “ n'a pas d'influence sur le nombre de spires „ Z “ requis.

Tores examinés

Pour mes expériences j'ai utilisé des tores AMIDON, quatre pièces dans chacune des trois dimensions. Comme je n'avais aucune expérience sur les bobinages à noyau torique (et ne savais pas non plus comment il convient de les bobiner), j'ai dû utiliser des fils de diamètres „ d “ différents pour les quatre bobinages, bien que l'équation citée sur la fig. 2 démontre qu'il n'y a pas d'influence sur l'inductance „ L “. La fig. 3 illustre les valeurs et la fig. 4 les dimensions des trois tores AMIDON (bobinés).

Les bobinages toriques sur une plaque

Il y a deux raisons pour avoir choisi de fixer les bobines toriques sur de petites plaques de Pertinax, complétées par deux points de connexion:

1. Pour des mesures (avec l'oscilloscope ou le grid dip) il est plus aisé d'utiliser des bobinages toriques sans extrémités de fils flottantes, donc plutôt des montages avec points de contact fixes.
2. Pour pouvoir plus tard utiliser les bobinages à noyau torique prévu pour l'étage préamplificateur HF, il vaut mieux pouvoir les monter de la même manière que les bobinages actuels à noyau réglable.

La fig. 5 montre les deux genres de montage des bobines.

Calcul de $L = f(Z)$

Pour calculer l'inductance „ L “ d'un bobinage à noyau torique avec sa valeur AL correspondante en prenant en compte le nombre de spires „ Z “ donné, il faut utiliser la partie „ L “ de l'équation de la fig. 2, selon fig. 6.

Ce „ L “ n'est qu'une valeur calculée. On peut se demander: est-ce que la précision correspond à la réalité? La valeur „ L “ calculée est-elle suffisamment précise pour construire/calculer un circuit oscillant pour obtenir la plage de fréquences souhaitée au moyen d'un

condensateur variable correspondant? J'étais certain que d'autres facteurs devaient avoir une certaine influence, comme par exemple le „spire à spire“, „l'écart entre les spires“, „la mesure de l'angle ϕ (= phi) des spires autour du noyau“, et d'autres que j'évoquerai plus tard.

Evidemment il faut mesurer la valeur „ L “ au moyen d'un L/C-mètre pour pouvoir faire la comparaison entre la valeur „ L “ calculée, et celle mesurée!

Le but de mes expériences était plutôt d'en savoir plus sur les utilisations HF de ce genre de bobinages, non seulement pour connaître les valeurs exactes pour un bobinage à noyau torique, mais également pour les valeurs lors de modifications possibles.

En vue de mes activités de constructions personnelles dans le domaine de la technique HF, une question était importante pour moi: est-il possible de régler un circuit oscillant avec un bobinage à noyau torique comme on le ferait avec un bobinage avec un noyau réglable? C'était évident que cela devait être possible pour obtenir la plage de fréquences souhaitée, mais comment le faire? Quelles sont les possibilités et quelle est leur influence sur les valeurs obtenues?

Cela faisait beaucoup de questions, et pour obtenir des réponses j'ai pour ces expériences établi un programme de recherche assez étendu.

Qu'est-ce que je veux savoir?

D'abord l'influence sur les valeurs pour:

1. Inductance „ L “
2. Fréquence de résonance „ f_r “
3. Largeur de bande „delta f “ pour 3 dB de chute de tension d'où
4. Coefficient de surtension „ Q “ du bobinage, dépendant des modifications suivantes:
 1. Grandeur du noyau torique et nombre de spires „ Z “ (série d'essais 1).
 2. Nombre de spires „ Z “ pas réparti régulièrement sur le noyau torique, c'est-à-dire début du bobinage non modifié, mais avec divers points finaux (série d'essais 2).
 3. Augmentation de la mesure de l'angle ϕ pour un nombre de spires donné, c'est-à-dire augmentation de l'écart entre spires (série d'essais 3).

En me basant sur les résultats de ces 3 séries d'essais, je les ai complété par une 4^e série: que se passe-t-il pour un circuit oscillant réglable (L = constante, C = variable) pour une largeur de bande „delta f” et un bobinage avec un coefficient de surtension „Q”? Sont-ils constants, ou est-ce que le changement de fréquence a une influence sur eux? Et si „oui”, dans quel ordre de grandeur?

Installations de mesures

Comme indiqué précédemment, il y a eu 4 séries d'essais. Les points de contact des plaques avec les bobinages à noyau torique ont été soudés sur un adaptateur, et ces points de contacts ont été pontés avec un condensateur Styroflex, fig. 7 (série d'essais 1 à 3).

Pour la série d'essais 4 j'ai réalisé une installation de mesures adaptée, reprenant la partie précédemment décrite (mais avec des condensateurs Styroflex de diverses valeurs) et un condensateur variable additionnel permettant d'élargir la plage des capacités et aussi de modifier ainsi les valeurs pour le circuit oscillant à mesurer, fig. 8.

Instruments de mesures

Les appareils de mesures suivants ont été utilisés:

1. Oscilloscope VOLTcraft 632 FG, 30 MHz
2. L/C-mètre IIB de „Almost All Digital Electronics”
3. Capacimètre „PeakTech 3705”
4. Grid-dip-mètre très précis avec courbe d'étalonnage (construction personnelle)
5. Générateur HF de signaux carrés (construction personnelle) (description voir „NEWSLETTER Summer 2008”)

Remarque intermédiaire

Les résultats des séries d'essais sont représentés aux fig. 11, 14, 17 et 19. Sur l'axe Y ce ne sont pas des valeurs qui sont indiquées, mais les tendances des diverses courbes sont représentatives, c'est-à-dire en les superposant aux résultats chiffrés. L'explication de la procédure suivie est donnée sous point 1 du chapitre suivant, „série d'essais 1 et leurs résultats”.

Les diverses formes des courbes de résonance de la fig. 19 se rapportent à la largeur de bande „delta f”, tout comme les intervalles entre les pointes (tension maximum) lors de la fréquence de résonance „fr” et des chutes de tension à 3 dB et 6 dB. Les valeurs chiffrées ne sont pas indiquées, parce que c'est la comparaison des pentes de ces courbes de résonance qui présente de l'intérêt (par rapport à la caractéristique de sélectivité d'un circuit oscillant).

Série d'essais 1 et leurs résultats

Pour tous les bobinages sur noyau torique (également pour les trois autres essais) j'ai utilisé du fil de cuivre émaillé.

La fig. 9 montre les diamètres „d” du fil utilisé pour les trois dimensions de noyaux toriques et le nombre de spires „Z”. La série d'essais 1 s'est faite avec 84 bobinages à noyau torique, à leur mesure et à l'évaluation des résultats!

Les mesures ont été effectuées pour chaque grandeur de noyaux toriques, chaque fois en commençant avec le bobinage à noyau torique comportant le plus grand nombre de spires „Z”. Ils ont été petit à petit réduits, comme le montre la fig. 9 où la mesure de l'angle φ était gardé constant (c'est-à-dire que l'espacement entre les spires a été rendu de plus en plus grand).

D'abord l'inductance „L” de chaque bobinage à noyau torique avec le plus grand nombre de spires „Z” a été mesurée avec le L/C-mètre. Les résultats confirment la théorie disant que le diamètre „d” du fil n'a aucune influence sur l'inductance „L”. Les valeurs mesurées figurent dans la table de la fig. 10 où les différences chiffrées sont trop petites pour être représentées sur un diagramme lisible.

Bien que le diamètre „d” du fil n'exerce aucune influence sur l'inductance „L” j'ai fait les essais avec divers diamètres de fil sur chaque grandeur de noyau torique (bien que cela occasionne bien plus de travail pour moi!).

Pourquoi cette procédure?

L'explication est très simple: En faisant ainsi j'ai obtenu pour chaque grandeur de noyau torique et nombre de spires „Z” quatre résultats de mesures: très intéressant pour le calcul des valeurs

moyennes et pour renforcer les résultats des essais!

Les résultats de la série des essais 1 sont représentés à la fig. 11.

Les quatre affirmations sont valables pour tous les diagrammes qui illustrent des résultats d'essais.

1. Dans les fig. 11 et 14 (série d'essais 2) le nombre de spires „Z” en abscisse n'est donné que pour illustrer les courbes et pour pouvoir interpréter leur tendance. Les valeurs chiffrées de „L”, „fr”, „delta f” et „Q” ne sont pas données parce qu'elles dépendent de la grandeur des condensateurs utilisés dans les circuits oscillants d'essai et parce qu'elles n'ont pas d'influence sur les tendances.
2. Il est important de ne regarder que les courbes des tendances qui montrent clairement quelle est l'influence du nombre de spires „Z” sur les résultats chiffrés.
3. Les petits cercles dans les courbes de la fig. 11 sont les valeurs moyennes calculées et en fig. 14, 17 et 18 les valeurs mesurées.
4. Les numéros de diagrammes dans les fig. 11, 14, 17 et 18 renvoient aux diagrammes respectifs de la documentation d'évaluation.

Série d'essais 2 et leurs résultats

La raison de cette série d'essais était de voir comment évolue l'inductance „L” et le coefficient de surtension „Q” du bobinage (et naturellement aussi „fr” et „delta f”) lorsque le nombre de spires „Z” est peu à peu réduit (en commençant en fin du bobinage), et sans modifier l'espacement entre spires afin que la mesure de l'angle φ soit la même qu'au début (c'est-à-dire pas comme cela a été fait lors de la série d'essais 1). Les spires ont été laissées telles quel et seul „Z” a été réduit, et a entraîné la diminution de φ .

Cette série d'essais a été effectuée avec un noyau de la grandeur T94-2. Le diamètre du fil était de $d = 0,7$ mm. Le nombre de spires était de $Z = 40$ sp au début et de $Z = 10$ sp en fin d'essais.

La fig. 12 montre le bobinage à noyau torique en début et fin d'essai (celle comportant toutes les spires a été reprise pour comparaison d'une autre série d'essais).

La fig. 13 montre „Z” et „ φ ” lors des différents essais en dessin simplifié afin qu’on puisse voir de quelle manière le nombre de spires a été réduit.

Les résultats de la série d’essais 2 sont illustrés par la fig. 14. En plus (en pointillé) les courbes correspondantes de la fig. 11 (T94-2) sont intégrés. On voit bien (diagramme 27) qu’un plus petit nombre de spires „Z”, spire contre spire, produit une plus grande inductance „L” qu’un plus grand nombre de spires réparties sur le pourtour pour maintenir la mesure de l’angle φ !

Série d’essais 3 et leurs résultats

L’influence la plus importante sur les résultats de la série d’essais 1 a été obtenue en variant le nombre de spires „Z”, alors que la mesure de l’angle φ était maintenu constant. La série d’essais 2 a produits des résultats sur l’influence de la diminution du nombre de spires „Z” ainsi que de la mesure de l’angle φ .

À part les résultats, une question restait toujours ouverte: que se passe-t-il si un petit nombre de spires „Z” est maintenu constant, et qu’on agisse progressivement sur la mesure de l’angle φ en l’augmentant aux deux extrémités de manière identique?

Pour examiner le comportement d’un bobinage à noyau torique j’ai pris $Z = 15$ sp avec du fil d’un diamètre $d = 0,7$ mm bobiné sur la partie supérieure d’un noyau torique (T94-2), spire contre spire, donnant une mesure de l’angle $\varphi = 90^\circ$, fig. 15. Les spires ont alors été écartées peu à peu sur la gauche et sur la droite, ce qui devait sans doute augmenter la mesure de l’angle φ ($\varphi 1$, $\varphi 2$ etc.), représenté graphiquement à la fig. 16. En fin d’essai, la mesure de l’angle φ était approximativement 300° .

En vue d’une utilisation pratique (constructions personnelles) ce qu’il est intéressant de retenir est: l’inductance „L” peut être influencée dans certaines limites en modifiant la mesure de l’angle φ , fig. 17.

Les chapitres „Récapitulation” et „Conclusion” reviennent là dessus.

Série d’essais 4 et leurs résultats

Pour cette série j’ai également utilisé un noyau torique de grandeur T94-2. Le diamètre du fil était $d = 0,7$ mm et le nombre de spires $Z = 40$ sp = constance (la mesure de l’angle φ était d’environ 300°) donc l’inductance „L” était constante, comme cela est généralement le cas pour un circuit oscillant accordé par variation de la capacité.

L’essai a été fait sur une plage de capacité de $C = 29,4$ pF à $C = 490$ pF (valeurs mesurées). J’ai utilisé en tout 16 condensateurs Styroflex (qui sont bien adaptés pour l’utilisation en HF). La plage de capacité correspondait à peu près à celle d’un condensateur variable avec une capacité résiduelle et une capacité finale de $C = 500$ pF.

Comme on le sait (équation de Thomson) la fréquence de résonance „fr” devient toujours plus basse lorsque „C” augmente („L” = constant). En relation avec les mesures de la fréquence de résonance „fr” on voit que la largeur de bande „delta f” diminue avec l’augmentation de „C” (la détermination de „delta f” pour une certaine chute de tension était bien facilitée avec un générateur de signaux carrés et l’oscilloscope!). Pour le calcul de la surtension „Q” du bobinage, par ex. avec 3 dB de chute de tension, c’est: fréquence de résonance „fr” / largeur de bande „delta f” pour 3 dB de chute de tension. Et voilà pour la théorie que tout radioamateur chevronné connaît bien.

La fig. 18, diagramme 26, relate le résultat de ce qui a été dit précédemment, soit que la surtension „Q” du bobinage est plus élevée lorsque „C” est également plus élevé. Donc au début des bandes, celles une fois réservées pour la CV, la surtension „Q” de la bobine est la plus favorable parce que la largeur de bande „delta f” est la plus petite!

Récapitulation

De mes expériences je peux résumer les règles suivantes basées sur les résultats de la série d’essais 1 à 3. La série d’essais 4 sera mentionnée dans le chapitre y relatif:

1. Chaque fois que c’est possible (place disponible pour le bobinage à noyau torique) on doit utiliser

des noyaux avec une haute valeur AL; il faut ainsi moins de spires pour obtenir l’inductance „L” requise, tout en ayant une surtension „Q” de la bobine élevée, voir fig. 11, diagramme 20.

2. Pour les fréquences inférieures, par ex. $f = 3,5$ MHz et $f = 7$ MHz, on peut avoir des circuits oscillants équivalents avec un nombre de spires „Z” plus réduit, ce qui amène une diminution efficace de l’inductance „L”. Il vaut mieux:
 - a) bobiner sur le noyau torique un plus grand nombre de spires que celui calculé/nécessaire, et
 - b) de les étaler pour obtenir une mesure de l’angle φ d’environ 300° . Cette manière de procéder rend plus aisé l’adaptation de l’inductance „L”. Le reste des spires (après la réduction) peut, être étalé pour avoir $\varphi = 300^\circ$ environ, ou ne rien faire (parce qu’un seul un petit nombre de spires ont été supprimées et que l’influence de „phi” sur „L” est vraiment faible).

3. Pour les fréquences supérieures, par ex. $f = 14$ [MHz], il est préférable d’utiliser la méthode de la série d’essais 3. Dans bien des cas pour cette plage de fréquences l’inductance „L” requise est inférieure à $L = 1 \mu\text{H}$! Vouloir influencer l’inductance en réduisant le nombre de spires „L” ne conduira pas au succès car les différences à obtenir sont très petites! Mais en a) augmentant ou b) en diminuant l’espace entre spires on parvient facilement à la valeur „L” souhaitée (remarque: pendant cette procédure il faut veiller à ne pas secouer le L/C-mètre connecté aux bornes de mesures du circuit car de faibles variations de l’espacement produisent déjà des variations significatives de la valeur „L”!).

Pour achever mon rapport j’ai complété la fig. 19 avec une comparaison des diverses courbes de résonance.

Des bobinages avec des noyaux de grandeurs T68-2, T94-2 et T106-2 (basés sur des valeurs moyennes) et des bobinages en quatre parties (valeurs mesurées), voir fig. 5, à gauche. La tendance des courbes est parlante et

NMD-Sonderpreis Teamstationen

nmd@uska.ch

n'appelle pas de commentaires: l'avantage des bobinages à noyau torique est manifeste pour la largeur de bande „delta f“ et donc de la surtension „Q“ du bobinage!

Au terme de cette récapitulation j'aimerais ajouter: si quelqu'un souhaite en savoir plus sur ces essais (je me suis limité à l'essentiel pour des raisons de place), ou souhaite en savoir plus sur l'utilisation des bobinages à noyau torique pour la réalisation de circuits oscillants: qu'il ne se gêne pas de prendre contact avec moi.

Si l'un ou l'autre des lecteurs a procédé à des essais semblables avec les bobinages à noyau torique, je serais très intéressé à un échange de points de vue!

Conclusion

En me basant sur les résultats de ces essais et de l'expérience acquise au cours de ceux-ci, j'ai construit mon étage préamplificateur HF avec des bobinages à noyau torique de taille T106-2 pour les trois fréquences, fig. 20. Résultat: bluffant! En fig. 20 on distingue très bien en haut le bobinage à noyau torique pour un circuit oscillant sur $f = 14$ [MHz] avec peu de spires et la méthode de l'espacement de ces spires telle qu'elle est décrite dans la série d'essais 3!

Sources

1. www.amidon.de
2. Dr.-Ing. Werner Hegewald, DL2RD
AL-Wert von Amidon-Kernen
FUNKAMATEUR 12/08 Magazin
für Amateurfunk, Elektronik, Funktechnik
Box 73 Amateurfunkservice
GmbH, Majakowskiring 38,
D-13156 Berlin

Ziel:

Dieser Sonderpreis soll die Hemmschwelle für die erstmalige Teilnahme am NMD senken und neuen Teilnehmern die Möglichkeit geben, betriebliche und technische Contest-Erfahrungen zu sammeln.

Bestimmungen:

1. Die Bewerber um den Sonderpreis nehmen zu zweit als eine Teamstation unter **einem** Rufzeichen in der Kategorie NMD-Stationen am NMD 2012 teil. Als Rufzeichen ist dasjenige eines der Teammitglieder zu benutzen.
2. Mindestens ein Mitglied einer Teamstation darf noch nie an einem NMD mitgemacht haben. Die Teammitglieder müssen Inhaber einer Amateurfunkkonzession CEPT oder einer Amateurfunkkonzession 3 sein.
3. In Abweichung von Art. 1.1 des USKA-KW-Wettbewerbsreglements dürfen die Mitglieder einer Teamstation am NMD 2012 sämtliche Funktionen während des Wettbewerbs beliebig untereinander aufteilen. Im Übrigen gilt das USKA-KW-Wettbewerbselement auch für den Sonderpreis.
4. Für den Sonderpreis wird eine zusätzliche Rangliste der Teamstationen erstellt
5. Der Preis besteht aus Material oder Gutscheinen im Werte von CHF 350.–. Er wird unter den ersten drei Zweierteams der Sonderpreisrangliste gemäss ihrem Rang aufgeteilt.
6. Die Gewinner des Sonderpreises erhalten ihren Materialpreis als Zweierteam am NMD-Treffen 2012. Nicht in Empfang genommene Preise verfallen.
7. Anmeldung:
Teamstationen melden sich nur einmal an und zwar mit dem verwendeten Rufzeichen. Name und Rufzeichen des Teampartners müssen zusätzlich angegeben werden.
(Bei Anmeldung über <http://nmd.uska.ch> unter «Bemerkungen», z.B. Team-Teilnahme mit Jean-Jacques Muster, HB9ZZZ)

Für eine Teamstation ist nur eine einzige Korrespondenzadresse zulässig.

8. Abrechnung:
Das Abrechnungsblatt mit der Erklärung, dass die Konzessionsvorschriften und die Reglemente eingehalten wurden, ist von beiden Team-Mitgliedern - elektronisch oder auf Papier - zu unterzeichnen.
9. Der Sonderpreis wird nur ausgerichtet, wenn mindestens drei Teamstationen am NMD 2012 teilnehmen

Auf <http://nmd.uska.ch> wird zum Zweck des Sonderpreises 2012 eine «Team-börse» eingerichtet. Hier können sich interessierte Neuteilnehmer nach einer Partnerstation umsehen, bzw. erfahrene NMD-Stationen können ihre Bereitschaft anmelden, sich zusammen mit einem erstmaligen Teilnehmer als Teamstation um den Sonderpreis zu bewerben.

Die NMD-Kommission USKA/HTC

Prix spécial du NMD pour les stations d'équipe

nmd@uska.ch

But :

Le prix spécial doit aider à vaincre le blocage que ressentent ceux qui participent pour la première fois au NMD, et donner aux nouveaux participants la possibilité d'amasser des expériences pratiques et techniques lors du contest.

Dispositions:

1. Les candidats au prix spécial forment une équipe de station à deux, avec un seul indicatif, dans la catégorie des stations NMD pour le NMD 2012. L'indicatif à utiliser est celui de l'un des deux membres de l'équipe.
2. Il faut au minimum qu'un participant de cette équipe n'ait jamais pris part au NMD. Les membres de l'équipe doivent