

Prüfmittel für Leistungsinduktivitäten

Von Nothart Rohde / April 2008

-1-

Leistungsinduktivitäten bei 1 kW und 50 kHz prüfen ? Kein Problem, da gibt es doch diese vergleichsweise preisgünstigen Audio-PAs mit entsprechenden Daten. Nein, nein, nein, das ist nur teureres Lehrgeld. Es kann durchaus sein, dass der schöne 19"-Einschub auch ohne Last bei 50 kHz gerademal 1 Minute hält und dann nachhaltig abbrennt. Da muss man dann doch etwas mehr nachdenken.

Die zentrale Frage beim Betrieb von Induktivitäten ist, welche Last die Induktivität "sieht", wenn in ihr ein Strom fließt und man umschaltet. Das ist vom Abbrand der Relaiskontakte hinreichend bekannt. Kurz gesagt : der Strom will weiterfließen und bei Hindernissen steigt die Spannung soweit an, bis es endlich klappt, koste es, was es wolle. Dieses Problem tritt auch in allen Spannungswandlern auf und man sieht es den Schaltungen mitunter nicht einmal an, in welchen Betriebszuständen die Drosseln oder Transformatoren betrieben werden.

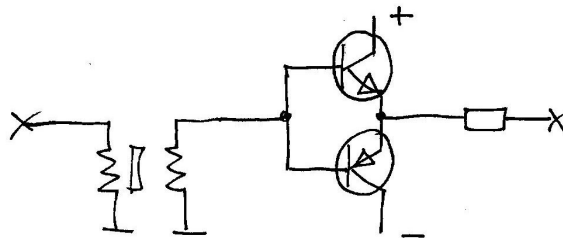
Bei der Entwicklung und Prüfung von Leistungsinduktivitäten, die typischerweise nicht bei 50 Hz betrieben werden, braucht man entsprechende Leistungsgeneratoren. Aus Gründen der Betriebssicherheit kommt dabei nur eine linear arbeitende Stufe in Betracht, die der Induktivität stets einen definierten Abschlusswiderstand anbietet. Eine käufliche Audio-Endstufe ist hier im Prinzip durchaus geeignet und sie kommt auch mit angeschlossenen Induktivitäten gut zurecht, denn das ist ja ihre Aufgabe. Oberhalb von 20 kHz kann das aber kritisch werden. Es sind nicht nur die Phasenverschiebungen in den Endtransistoren, die zur Erwärmung führen, sondern auch der Kurzschlussschutz ist möglicherweise nicht mehr ganz funktionsfähig. Andererseits ist eine Leistungsstufe für 20 - 250 kHz mit ausreichenden Daten für einen Audio-Spezialisten keine große Herausforderung und sicher auch in betriebssicherer Ausführung zu kaufen.

Allerdings wäre das für die geplante Anwendung unnötig aufwändig und teuer. Gesucht war daher ein einfaches Konzept, das sich auf das Wesentliche beschränkt und möglichst modular gestaltet werden kann. Die Grundstruktur, die sich ergab, ist in **Bild 1** dargestellt. Es ist der altbekannte bipolare Emitterfolger, der nicht einmal eine Ruhestromeinstellung benötigt. Diese schlichte Schaltung hat erhebliche Vorteile : es gibt keine aufwändige Stabilisierung wie bei FETs, der kleine Totbereich in der Mitte stört für Anwendung nicht, rückwärts eingespeister Strom aus einer Induktivität kann von einem Emitterfolger schadlos aufgenommen werden und ein Kurzschluss-Schutz mit Serienwiderstand ist beliebig schnell und ermöglicht Parallelschaltung ohne Sondermaßnahmen. Er muss allerdings induktionsfrei und kühlbar sein, etwa als Bauform TO-227. Damit die Transistoren voll angesteuert werden, gibt es üblicherweise

eine "Bootstrap-Schaltung". Auch die ist hier nicht nötig, weil man durch den eingeschränkten Frequenzbereich das Steuersignal auch mit einem Transformator einkoppeln kann. Einziger Nachteil ist der schlechte Wirkungsgrad und die damit verbundene Erwärmung. Das muss man in Kauf nehmen und ist bei einem Prüfgerät auch nachrangig.

Bild 1

Das Schaltungskonzept

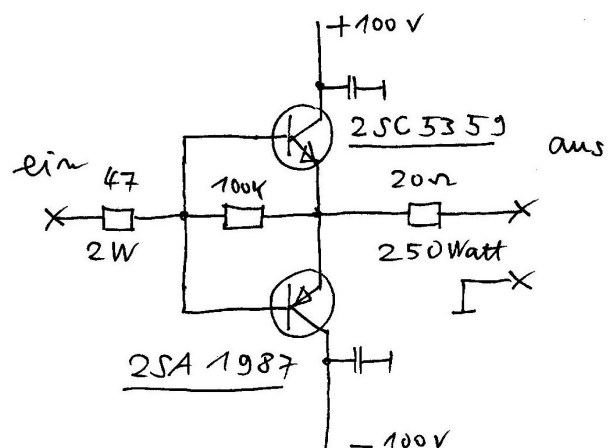


Soweit das Konzept. Bei der Realisierung stellt man schnell fest, dass in Europa bei Bipolartransistoren die Zeit seit 30 Jahren stehen geblieben ist und man sich nach Fernost wenden muss. Man kommt dann bei gewissen Standardteilen von *Toshiba* heraus, für die es inzwischen auch Zweitlieferanten gibt, Thema "Audiotransistoren". Als Vorverstärker / Treiber kann man an integrierte Leistungsverstärker denken, aber deren Leistungsbandbreite endet typischerweise bei 100 kHz. Daher auch hier, notgedrungen, ein diskreter Aufbau, der eher einem normalen Audioverstärker entspricht.

Bild 2

Modulare Endstufe, 4 davon wurden im Testaufbau parallelgeschaltet. Leerlaufspannung 200 V_{ss} / 70 V_{eff}, maximale Leistungsabgabe an 20 Ohm = 60 W.

Transistoren und Serienwiderstand kühlen.
Verlustleistung worst case bis 300 W (bei Dauerkurzschluss + Vollaussteuerung), bei Nennleistung um 100 W.



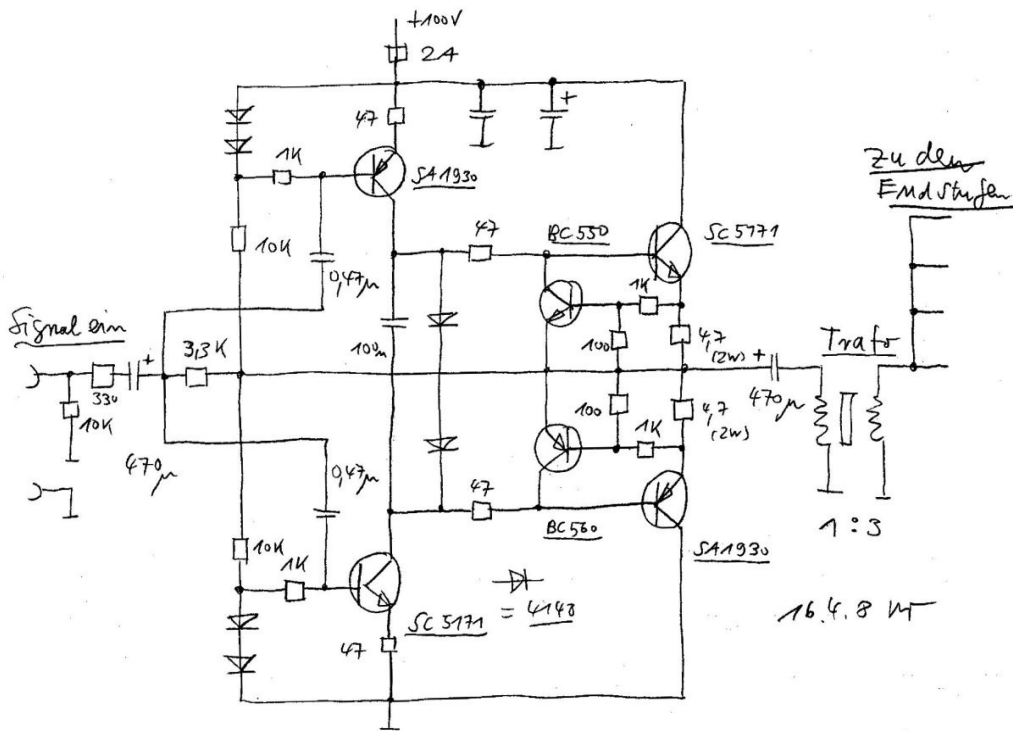


Bild 3 50 W-Vorverstärker, Verstärkung 1 : 10, Leistungsfrequenzgang (-3 dB) 30 Hz - 400 kHz . Alle Leistungstransistoren kühlen. Wärmeleistung je nach Last und Aussteuerung 10 ... 50 W.

Tabelle :

Breitbandübertrager 1 : 3

Ferritkern E 42, Material N 27, ohne Luftspalt

Wicklung multifilar, mit 18 Wdg. dünnem, 5-poligem Flachbandkabel.

Beschaltung : Primär : Wicklung 2 + 4 parallel.
Sekundär : Wicklung 1 + 3 + 5 in Reihe.

Alternative für den unteren kHz-Bereich :

Ringkern - Netztrafo 25 VA, 2 x 115 V / 2 x 18 V

Beschaltung : Primär : 18 + 18 V
Sekundär : 115 V, 2. Wicklung nicht anschließen.