Pure Dynamics Whitepaper CCP (Constant Current Product)

© 2020 Gerhard Wolf

Die klanglichen Vorteile von Class-A-Verstärkern sind unbestritten, besonders im Bereich der Halbleiter-Verstärker. Mit einfachen Schaltungen und kurzen Signalwegen kann man damit auch ohne Über-Alles-Gegenkopplung sehr geringe Verzerrungen erreichen.

Gegentakt-Endstufen (Push Pull) in Class A zeichnen sich dadurch aus, dass immer beide Leistungstransistoren gleichzeitig leiten. Dadurch werden die Übernahmeverzerrungen vermieden, welche bei Abschalten eines Transistors entstehen und die auch durch den Einsatz hoher Gegenkopplungsfaktoren nicht vollständig unterdrückt werden können.

Die Vorteile der Class-A Verstärker werden mit einigen Nachteilen erkauft:

- Der maximale Ausgangsstrom entspricht dem doppelten Ruhestrom (Fig.4).
- Daher ist der Wirkungsgrad gering und entsprechend hoch die Wärmeentwicklung.
- Die erreichbare Leistung ist durch die Kühlung (Größe der Kühlkörper und/oder des Lüfters) begrenzt.
  Für die maximal erzielbare Leistung muß die Impedanz des Lautsprechers zum Verstärker passen.
- Viele als Class A beworbene Verstärker arbeiten in einem erweiterten Class-A/B-Betrieb. Ihr Ruhestrom ist zwar höher als bei anderen Class-A/B-Verstärkern, bei höheren Pegeln schalten die Leistungstransistoren dennoch ab. Reine Class-A-Verstärker höherer Leistung sind hingegen groß, schwer und teuer.

Es gibt verschiedene Ansätze, den Wirkungsgrad von Class A zu verbessern, wie Class G oder H (temporäre Erhöhung der Versorgungsspannungen) oder Sliding Class A (temporäre Erhöhung des Ruhestroms bei Signalspitzen). Alle diese Schaltungen sind komplex und funktionieren kaum ohne Beeinträchtigung des Audio-Signals.

Mit dem neu entwickelten Konzept CCP (Constant Current Product) gelingt es erstmals, das Abschalten der Leistungstransistoren zu verhindern und so einen reinen Class-A-Betrieb mit moderatem Ruhestrom zu ermöglichen.

Dies wird erreicht durch eine (hier nicht beschriebene) Ansteuerung der Leistungstransistoren, wobei der Strom mit Hochstrom-Leistungsdioden (D1, D2) gemessen wird (Fig.1). Deren exponentielle Kennlinie bewirkt, dass nicht die Summe I1+I2, sondern das Produkt I1*I2 konstant gehalten wird (Fig.2). Somit wird auch bei hohen Strömen keiner der beiden Leistungstransistoren T1, T2 abschaltet (Fig.3). Im vorliegenden Vergleich mit 1A Ruhestrom liefert Class A maximal 2A, bei CCP ist der Strom nicht begrenzt.

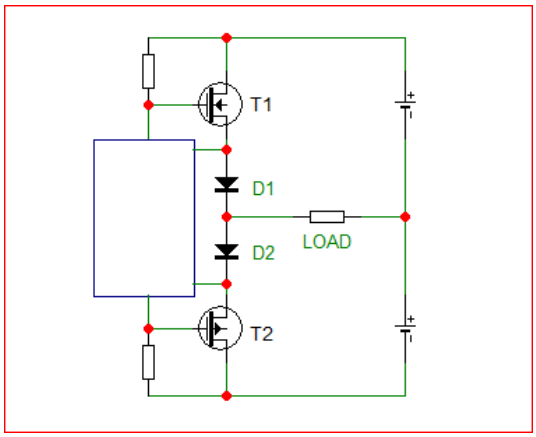

Fig.1

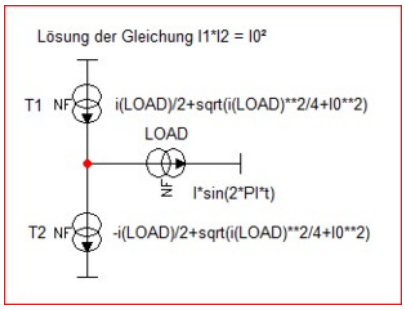

Fig.2

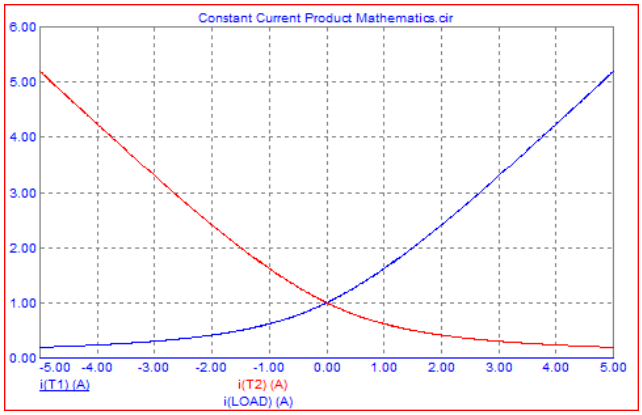

Fig.3 (CCP)

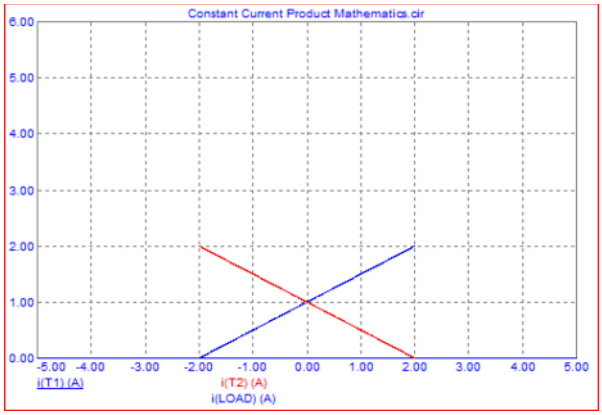

Fig.4 (traditionelle Class A)

Der Ruhestrom wird nicht mit einem Trimmer eingestellt, sondern durch aufwändige Selektion der Leistungsdioden und der Halbleiter in der Aussteuerungsschaltung festgelegt. Damit ist CCP für eine Massenproduktion schlecht geeignet. Dafür ist der Ruhestrom, anders als bei den üblichen Bias-Schaltungen, unabhängig von Temperatur und Signalpegel, da er durch den Zustand der Leistungstransistoren nicht beeinflusst wird.