



Doctoral Thesis

Beiträge zur Kenntnis der nichtlinearen Verzerrungen in Hochfrequenz-Verstärkerstufen mit Transistoren für kleine Signalamplituden

Author(s):

Akgün, Metin

Publication Date:

1959

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000089028> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Prom. Nr. 2904

**Beiträge zur Kenntnis
der nichtlinearen Verzerrungen
in Hochfrequenz-Verstärkerstufen
mit Transistoren für kleine Signalamplituden**

Von der
Eidgenössischen Technischen
Hochschule in Zürich

zur Erlangung
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte

PROMOTIONSARBEIT

vorgelegt von

Metin Akgün

dipl. El.-Ing.

Türkischer Staatsangehöriger

Referent: Herr Prof. Dr. M. J. O. Strutt

Korreferent: Herr Prof. Dr. F. Tank

Juris-Verlag Zürich
1959

Ö Z E T

(Türkische Zusammenfassung)

Bu çalışmanın gayesi transistörli yüksek frekans amplifikatörlerindeki nonlineer distorsyonların teorik ve denel olarak incelenmesidir.

Transistörler genel olarak dört-üçlü gibi incelendiklerinden, evvela lineer olmayan dört- uçluların ne şekilde hesaplanabilecekleri problemi ele alınmıştır. Dört-üçluları, parametrelerinin frekansa tabf olup olmamaları bakımından ikiye ayırmak kabildir. Parametreleri frekansa tabf olmayan dört - uçluların matematik bakımdan tamamen belirli olmaları için giriş ve çıkış doğru akım ve gerilimleri I_1 , I_2 , U_1 ve U_2 arasında, malum şartlar altında, birbirinden müstakil iki bağıntının yazılması kâfidir. Genel olarak iki değişkenli iki fonksiyon elde edilir. Bu iki fonksiyonu muayyen bir doğru akım çalışma noktası etrafında bir Taylor serisine açtırmakla, lineer olmayan dört-üçlünün parametreleri bulunmuş olur. Buna ait hesaplar ve bu teoremin alçak frekanslarda transistörün tabiki literatürde etrafında incelenmiştir.

Parametreleri frekansa tabf olan dört-üçluların incelenmesi daha zordur. Bu problemin incelenmesi için yukarıdaki gibi basitçe doğru akım ve gerilimlerden hareket etmeğe imkân yoktur, zira bunlarla dört-üçlünün frekansa tabf kısımları hakkında bir bilgi edinilemez. Problemin genel olarak çözümü zor olduğundan özel bir hal incelenmiştir: Dört-üçlünün çıkış uçlarının alternatif gerilimler bakımından kısa devre edilmesi hali. Bu takdirde lineer dört-üçlü denklemleri iki iki-üçlü denkleme irca olur. Bunlardan bilhassa bir giriş akım veya gerilimi ile bir çıkış akım veya gerilimi arasındaki bağıntıyı veren denklem dört-üçlünün bir transfer vasfını verdiğinden enteresandır. Dört-üçlünün bu özel hali bir pentodun çalışma şekline benzemektedir. Yalnız aralarında şu mühim fark bulunmaktadır: Pentodun transfer vasfını belirten parametrelerinin hemen daima frekansa tabf olmamalarına mukabil, bir genel dört-üçlü için bu parametreler frekansa tabfdır. Buna rağmen yukarıdaki benzerlikten dolayı, pentoddan bilinen distorsyon neticelerinin genel bir dört-üçludan da beklenebileceğini söylemek kabildir. Hakikaten yapılan hesaplar, bazı farklara rağmen, distorsyonların bir pentodunkine benzediğini göstermiştir.

Yukarıdaki özel dört-üçlünün denkleminin bir iki-üçlünününe benzemesinden dolayı, lineer olmayan bir direnç ve kondansatörden müteşekkil bir iki-üçlünün distorsyonları hesaplanmıştır. Çapraz modülasyonun hesaplanmasında bir amplitüd çapraz modülasyonunun yanında bir frekans modülasyonunun da meydana gelebileceği gösterilmiştir. Bu son netice daha evvel başka bir yerde gösterilmemiş olduğundan enteresandır.

Bundan sonraki bölümlerde evvela müşterek tabanlı (Basisschaltung) transistordaki distorsyonlar hesaplanıp basit bir transformasyonla tatbikatta en önemli yeri işgal eden müşterek vericili (Emitterschaltung) transistor devresindeki distorsyonlara geçilmiştir. Bunun için lineer transistorun hesaplanması için kullanılan difüzyon diferansiyel denkleminin çözümü kısaca gösterilip, bu hesap tarzının lineer olmayan transistor için nasıl genişletilebileceği gösterildikten sonra harmonikler, çapraz modülasyonu ve diğer bazı distorsyonlar hesaplanmıştır. Bu hesaplarda taban direnci $R_{bb'}$, geçiş bölgesi kapasiteleri (Sperrschichtkapazität) ve sair ihmal edilmektedir. Bu elemanlardan bilhassa taban direnci $R_{bb'}$, mühim olduğundan yaklaşık bir hesapla bu da göz önüne alınarak hakikî transistora ait distorsyon formülleri elde edilmiştir.

Müşterek vericili bir transistor devresinde yapılan 3. harmonik ve çapraz modülasyonu ölçülerinin neticeleri teorinin verdiği neticelere iyi uymaktadır. Sadece, ölçü neticesinde elde edilen çapraz modülasyonunun toplayıcı (Collector) doğru akımı \bar{I}_C nin fonksyonu olarak gösterdiği gayet aşikâr minimum, yapılan basit teori-den elde edilememiştir. Mamafih ileriki bir bölümde bunun bir zıt modülasyonun neticesi olduğu gösterilebilmiş ve bu minimumun yeri ve devre dirençlerine olan bağılılığı teorik olarak da hesaplanabilmiştir.