



Doctoral Thesis

Microwave power measurements by means of thermally excited mechanical vibrations

Author(s):

Rando, Joseph Francis

Publication Date:

1964

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000093942> →

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. 3608

**Microwave power measurements by means
of thermally excited mechanical vibrations**

(Ein Verfahren zur Leistungsmessung bei Mikrowellen mit Hilfe
thermisch erregter mechanischer Schwingungen)

Von der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

zur Erlangung
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte

PROMOTIONSARBEIT

vorgelegt von
JOSEPH FRANCIS RANDO
B. S., M. S., Univ. of Calif.
Amerikanischer Staatsangehöriger

Referent: Herr Prof. Dr. F. E. Borgnis
Korreferent: Herr Prof. Dr. G. Epprecht

Juris-Verlag Zürich
1964

Zusammenfassung

Die Absorption einer periodisch schwankenden Wärmeenergie auf der Oberfläche eines Körpers erzeugt in dem Körper sowohl eine periodische Temperaturverteilung als auch einen Anstieg der mittleren Temperatur. Die periodische Komponente der Temperatur ist an der Oberfläche am grössten und nimmt mit dem Abstand von der Oberfläche ab. Mit diesem Temperaturverlauf sind innere mechanische Spannungen verknüpft, die unter geeigneten Bedingungen ein mechanisches System in Schwingungen versetzen können. Die Amplitude solcher Schwingungen ist über einen grossen Bereich linear von der absorbierten Energie abhängig, wie theoretisch und experimentell nachgewiesen werden konnte. Diese Erscheinung wurde dazu benutzt, um Leistungsdetektoren für Mikrowellen in X- und K-Band zu bauen. Die Verwendung piezoelektrischer und elektromagnetischer Wandler lieferte eine lineare Abhängigkeit der Ausgangsspannung des Wändlers von der zugeführten Wärmeleistung, wobei die Empfindlichkeit von fünf verschiedenen Detektoren zwischen 5 und 0.05 Volt pro Watt mit Zeitkonstanten zwischen 2 und 0.02 Sekunden lag. Mit diesen Detektoren konnten Mikrowellen-Leistungen bis herab zu 20 Mikrowatt noch nachgewiesen werden.

Summary

The periodic absorption of heat on the surface of a material produces a periodically varying temperature distribution in the material near the surface as well as an increase of the average temperature. The periodic component of temperature is largest on the surface and falls off with distance from the surface. This fact brings about periodic internal stresses. These stresses under proper circumstances can excite a mechanical system to oscillation. The amplitude of this oscillation is found theoretically and experimentally to be directly proportional to the power absorbed on the material surface over a wide range of power. This phenomenon was employed to construct several linear power detectors for microwave application in the X- and K- bands. By using piezoelectric and electro-magnetic transducers a voltage linearly proportional to the power was obtained. The sensitivities of five detectors constructed were between 5 and 0.05 volts per watt with time constants between 2 and 0.2 seconds allowing power levels as low as 20 microwatts to be measured accurately but levels as low as 2 microwatts could be detected.