



Doctoral Thesis

Indoor-Funkkanaleigenschaften bei 24 GHz und deren Einfluss auf die Übertragungsgüte von OFDM-Systemen

Author(s):

Truffer, Pascal

Publication Date:

2001

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004228516> →

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](#).

Diss. ETH Nr. 14418

**Indoor-Funkkanaleigenschaften bei 24 GHz
und deren Einfluss auf die Übertragungsgüte
von OFDM-Systemen**

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels
DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von
PASCAL TRUFFER
Dipl. El.-Ing. ETH
geboren am 10. Mai 1968
von Zürich (ZH)

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. P. E. Leuthold, Referent
Prof. Dr. E. Bonek, Korreferent

Zürich 2001

Abstract

This thesis addresses the design of a wide-band channel sounding system in the microwave range. The measured channel impulse responses (CIR) allow the characterization of the performance of OFDM (orthogonal frequency division multiplexing) systems which are widely used in modern wireless LANs (WLAN). The design of such systems is often based on simple stochastic channel models, which are described by a few parameters. The main goal of the work is to estimate these parameters by adjusting the bit error rate (BER) that results for a simulated system with measured CIR to the parameter dependent BER in the model.

The realized channel sounder ECHO 24 (ETH channel sounder operating at 24 GHz) exploits a correlation method and achieves a 2 ns path delay resolution as well as a Doppler frequency shift detection up to 200 kHz. The maximum dynamic range is 55 dB. A novel fiber-optic synchronization concept enables a precise incident angle estimation of the multipath components within a tolerance of less than 1° by means of a virtual antenna array at the receiver site. These measurements are suitable for investigations of the spatial radio channel diversity.

Measurements performed with ECHO 24 can be used to determine the BER of coded (convolution code) and uncoded OFDM transmission at 24 GHz. The system parameters are specified with respect to the HIPERLAN/2 (high performance radio local area network) standard. Thereby the BER is used as a measure for the system performance. Systems with a single antenna or an antenna array at the receiver are considered. The results are compared to the BER that result for synthetic radio channel characteristics. For a given number of receiving antennas and uncoded transmission the analytically derived bit error probability turns out to depend on the so called K -factor only, while an additional parameter, namely the delay-spread σ_τ , must be taken into account for coded transmission. The K -factor describes the ratio of the power contained in the direct and

reflected paths. Values for the two parameters K and σ_τ are determined for typical indoor scenarios by comparing the BER.

Kurzfassung

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist der Entwurf einer Messeinrichtung zur breitbandigen Erfassung von Kanalimpulsantworten im Zentimeterwellenbereich sowie die damit mögliche Charakterisierung der Übertragungsgüte in drahtlosen lokalen Netzen (wireless local area networks, WLAN). Dort findet in jüngster Zeit das Multiträgerverfahren OFDM (orthogonal frequency division multiplexing) zunehmend Verbreitung. Der Entwurf solcher Systeme basiert oft auf einfachen stochastischen Kanalmodellen, die mit einer kleinen Anzahl von Parametern beschrieben werden können. Ziel der Arbeit ist die Schätzung dieser Parameter durch Anpassung der in einem simulierten System mit gemessenen Impulsantworten auftretenden Bitfehlerrate (BER) an die parameterabhängige BER im Modell.

Mit dem bei 24 GHz realisierten Messsystem ECHO 24 (ETH Channel Sounder operating at 24 GHz) können Impulsantworten mit einer zeitlichen Auflösung von 2 ns und Dopplerverschiebungen bis 200 kHz nach dem Korrelationsverfahren erfasst werden. Dabei wird ein Dynamikbereich von maximal 55 dB erreicht. Ein neuartiges faseroptisches Synchronisationsverfahren ermöglicht phasenstabile Messungen mit einer virtuellen Antennengruppe und die Schätzung der Einfallswinkel mit einer Auflösung von weniger als 1° . Damit lässt sich die räumliche Diversität des Funkkanals untersuchen.

Die mit ECHO 24 durchgeführten Messungen erlauben die Bestimmung der BER von codierter (Faltungscodes) und uncodierter Übertragung in einem OFDM-System bei 24 GHz, dessen Parameter in Anlehnung an den HIPERLAN/2-Standard (high performance radio local area network) spezifiziert werden. Die BER dient dabei als Mass für die Übertragungsgüte. Man betrachtet Systeme mit einer und mehreren Empfangsantennen. Die Resultate werden mit der BER verglichen, die sich für synthetische Kanalcharakteristiken ergeben. Wie sich herausstellt, hängt die

analytisch ermittelte Bitfehlerwahrscheinlichkeit für eine gegebene Anzahl von Empfangsantennen bei uncodierter Übertragung nur vom sogenannten K -Faktor ab, während mit Codierung die Verzögerungsdispersion σ_τ als zusätzlicher Parameter zu berücksichtigen ist. Dabei gibt der K -Faktor das Verhältnis derjenigen Leistungen an, die in den direkten und den reflektierten Wellen enthalten sind. Die Werte von K und σ_τ werden für typische Szenarien innerhalb von Gebäuden durch Vergleich der BER bestimmt.