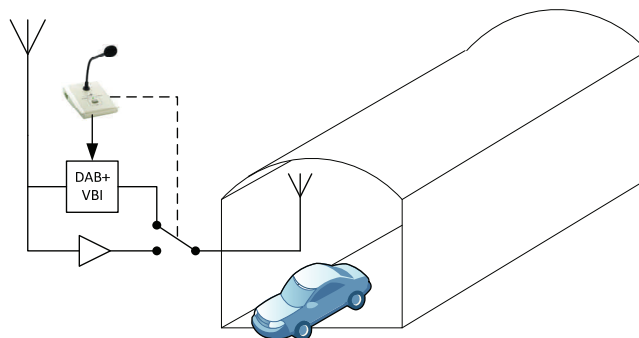


Funktionsweise des DAB+ Voice Break-In System

Technologiebedingt ist die Realisierung von Tunnelsendern mit DAB+ im Vergleich zu UKW deutlich aufwändiger. Dies sowohl mit als auch ohne Einsprechfunk. Da bei DAB+ alle Sender auf dem gleichen Frequenzkanal arbeiten, müssen die digitalen Datenströme der Sender innerhalb des Tunnels exakt mit denjenigen der umliegenden, tunnelexternen Sender synchronisiert werden. Auch die Empfänger, in diesem Fall die DAB+-Autoradios, müssen sich problemlos auf das Sendesignal synchronisieren können. Verliert der Empfänger nur für kurze Zeit die Synchronisation mit dem Sender, dauert es üblicherweise mehrere Dutzende Sekunden bis diese wiederhergestellt werden kann. Während dieser Zeit fällt der Empfang komplett aus.

Voice Break-In

Eine Durchsage (Voice Break-In), also der Vorgang in dem das reguläre Sendeprogramm in einem bestimmten räumlichen Empfangsbereich, z.B. einer Tunnelröhre, durch Sprache oder vordefinierte Tonaufnahmen ersetzt wird, stellt eine besondere Herausforderung für diese Sender-Empfänger Synchronisation dar. Ein DAB+ Einsprechfunksystem muss gewährleisten, dass auch während einer Meldung die Synchronisation erhalten bleibt. Gleiches gilt bei jedem Eintritt eines Fahrzeugs in den Tunnel, wo der Empfang vom ausenstehenden Sender zum Tunnelsender übergeht.



Funktionsweise Synchronisation

Um ein unterbrechungsfreies Umschalten auf das Einsprechsignal zu gewährleisten, wurde für das DAB+ Voice Break-In System eine Synchronisation auf zwei Stufen entwickelt:

1. die Frequenzsynchronisation des Tunnelfunkempfängers/-senders auf die Sendefrequenz der umliegenden, tunnelexternen Sender
2. die DAB+ Rahmensynchronisation des digitalen Datenstroms

Eine Schwierigkeit besteht unter anderem darin, auch in schlechten Empfangssituationen den Start eines DAB-Rahmens zuverlässig zu erkennen, damit die für das OFDM-Demultiplexing notwendige FFT-Funktion zum richtigen Zeitpunkt gestartet wird. Andernfalls setzt auch hier die Tonwiedergabe aus. Die Empfangselektronik wurde entsprechend hochauflösend ausgelegt um auch mit schwächsten Empfangssignalen den Betrieb sicherstellen zu können.

Zur Verifikation des Synchronisierers wurde mittels Simulation die Fehlerwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit des Signal-

Rausch-Abstands (SNR) ermittelt und mit Werten aus der wissenschaftlichen Literatur verglichen (z.B. [2]).

Voraussetzung für eine erfolgreiche Rahmensynchronisation ist eine vorgehende Frequenzkorrektur die auch bei schlechtem SNR zuverlässig arbeitet. Diese Frequenzkorrektur sorgt dafür, dass der lokale Empfängeroszillator exakt auf die Sendefrequenz des DAB-Gleichwellennetzes abgeglichen wird. Hierzu wurde der in [1] beschriebene Algorithmus eingesetzt und ebenfalls in Simulationen geprüft: Der maximale Frequenzfehler liegt dabei stets unter 5 Hz und ist somit hinreichend tief.

Neben der erwähnten Synchronisation muss auch der Rahmenaufbau des digitalen Datenstroms vom Originalsignal übernommen werden. Hierzu werden die eingehenden Audiodatenströme durch gleich codierte Audiodatenströme des Einsprechsignals und der DLS (Dynamic Label String, Textinformation welche auf dem Radiodisplay erscheint) ersetzt. Die restlichen Daten werden vom Originalsignal übernommen.

[1] Yung-Liang Huang, Member, IEEE, Chong-Ren Sheu, Student Member, IEEE, and Chia-Chi Huang (1999). *Joint Synchronization in Eureka 147 DAB System Based on Abrupt Phase Change Detection*

[2] B.R. Vinod* and S. Srikanth**, * Dept. of Electronics Engineering, MIT Campus, Anna University, Chennai, **AU-KBC Research Center, MIT Campus, Chennai. (2007). *A Null Symbol Detection Algorithm for DAB Receivers*