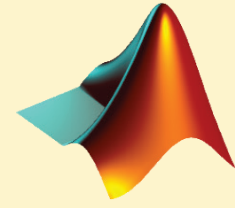


Ein FM/RDS-Empfänger mit MATLAB/Simulink und RTL-SDR (Software Defined Radio) – eine ideale Kombination für die Lehre



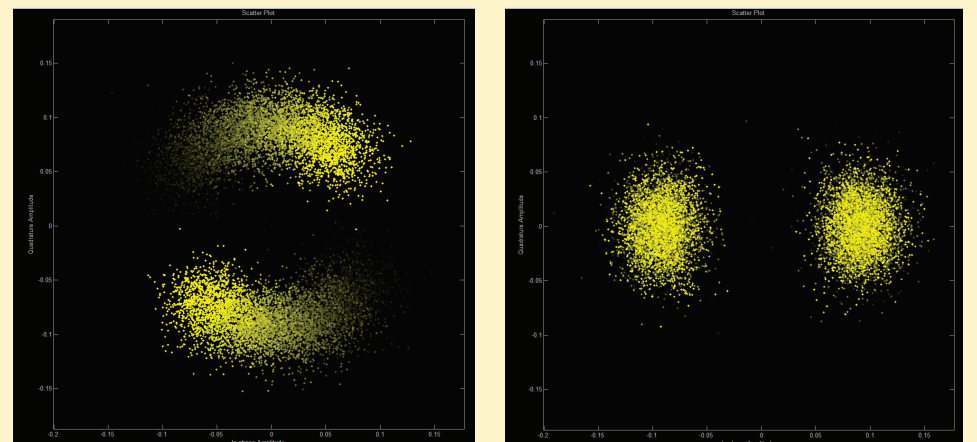
RTL-SDR

- USB-Stick + externe Antenne
- Sehr kostengünstig
- Hardware Support Package für MATLAB/Simulink verfügbar
- Erforderliche Toolboxes:
 - Communications System Toolbox
 - DSP System Toolbox
 - Signal Processing Toolbox
- Streaming der I/Q-Komponenten über USB
- Einschränkungen:
 - Nur Empfänger (kein Sender)
 - Frequenzbereich ca. 25 MHz bis 1.7 GHz
 - Maximale Bandbreite ca. 2.8 MHz
 - Limitierte Empfindlichkeit

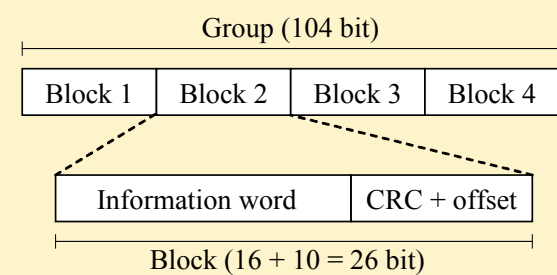


RDS-Empfänger

- BPSK-Demodulator
- Downsampling auf 1 Sample/Bit (Bitrate 1187.5 bit/s)
- Träger- und Symboltaktsynchronisation
- Block- und Gruppensynchronisation
- Decodierung der RDS-Nachrichten



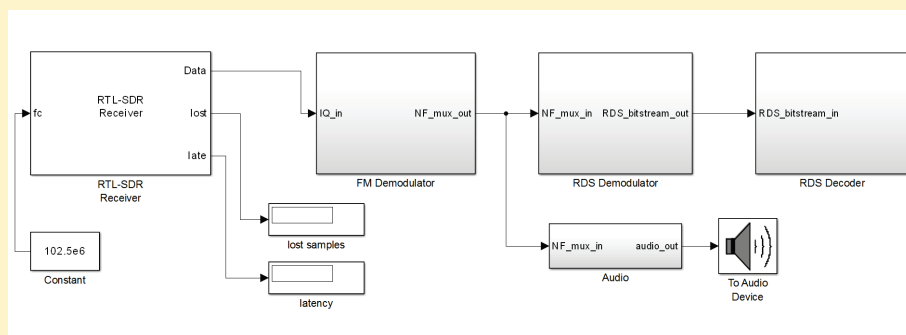
Scatter Plots vor und nach der Trägersynchronisation (10^4 bit)



Gruppen- und Blockstruktur des RDS-Signals

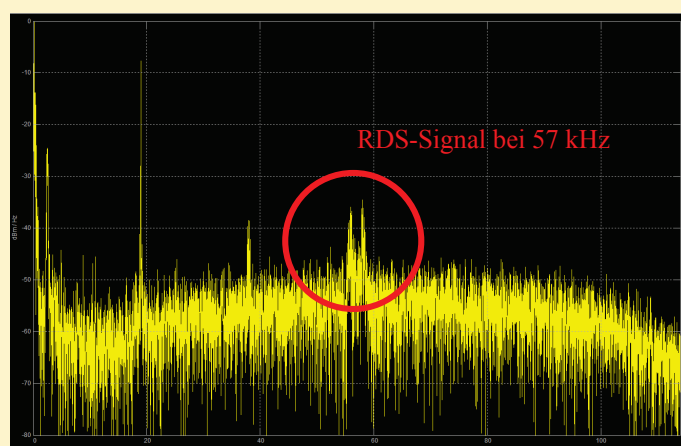
FM-Rundfunkempfänger

- Audio-Wiedergabe einer Rundfunkstation



Simulink-Modell des FM/RDS-Empfängers

- Komponenten des demodulierten Signals:
 - Audiosignal bis 15 kHz
 - Stereopilotton bei 19 kHz
 - Stereomultiplexsignal bei 38 ± 15 kHz
 - RDS (Radio Data System)-Signal bei 57 kHz, Bandbreite 4.8 kHz



Spektrum eines demodulierten FM-Rundfunksignals

Laborpraktikum mit RTL-SDR + FM/RDS-Empfänger + MATLAB/Simulink

- Sehr kostengünstig Lösung, die für mehrere Arbeitsgruppen beschafft werden kann
- Untersuchung eines analogen Modulationsverfahrens (FM)
- Untersuchung eines digitalen Modulationsverfahrens (BPSK)
- Echtzeit-Betrieb
- Aufbau des Empfängers ist genügend einfach, um in begrenzter Zeit zum Erfolg zu kommen
- Verwendung in einem Master-, aber durch entsprechende Vorgaben und Hinweise auch in einem Bachelorstudiengang möglich
- Bei erfolgreicher Implementierung unmittelbares Erfolgserlebnis für die Studierenden (z. B. Stationsname, decodierte Textnachrichten u. v. m.)



Literatur

- Stewart, R. W. et al.: *A Low-Cost Software Defined Radio Design Environment Using MATLAB, Simulink, and the RTL-SDR*. IEEE Communications Magazine, September 2015.
- Roppel, C., Perez, A. O.: *An Efficient Implementation Of An FM/RDS Software Radio*. European DSP Education and Research Conference EDERC 2010, Nice (France).
- Roppel, C.: *Grundlagen der digitalen Kommunikationstechnik*. Hanser-Verlag, 2006.