

Leistungsbeschreibung „SDR-Erweiterung für die Frequenzbereiche FR2 und FR3“ 2026-102

Zielsetzung/Kurzbeschreibung
Der Lehrstuhl für Kommunikationsnetze der Technischen Universität Dortmund führt Grundlagen- und Anwendungsforschung im Bereich der Mobilfunktechnologien der nächsten Generation (6G) durch. Zur Erweiterung von FR1 Software-Defined-Radio (SDR) Laborinfrastruktur wird eine SDR-Erweiterung für die Frequenzbereiche FR2 und FR3 benötigt, um neuartige Verfahren der Hochfrequenzkommunikation, Strahlformung und des Beam-Managements experimentell untersuchen zu können. Mit dieser Erweiterung soll die bestehende 6G-Forschungsplattform um Hochfrequenz-Komponenten ergänzt werden, die den Betrieb im FR3-Bereich (7,125 – 24,25 GHz) sowie im FR2-Bereich (24,25 – 29,5 GHz) ermöglichen. Insbesondere muss der Großteil des Bereichs n257 (min. 26,5 – 29 GHz) mit zwei leistungsfähigen HF-Frontends mit Beamforming abgedeckt werden. Zusätzlich soll der für 6G relevante Frequenzbereich von 7,2-29,5 GHz für vier SDR-Systeme abgedeckt werden können. Ziel ist die Schaffung einer flexiblen, erweiterbaren und synchronisierbaren Testumgebung, die den nahtlosen Übergang von Ergebnissen in FR1 sub-6 GHz-SDR-Systemen basierend auf Open Source Open RAN Software in höhere Frequenzbänder ermöglicht.
Technische Anforderungen / Formfaktor
Gemeinsame Systemintegration - Die aktiven Komponenten der SDR-Erweiterung (Pos. 1 und 2) sind über dieselbe Software-Schnittstellen (API / GUI) steuerbar. - Dieses gemeinsame Steuerprotokoll (z. B. Ethernet-basiert) dient mindestens zur: - Frequenzeinstellung - Beam-Konfiguration - Leistungsregelung (Tx/Rx-Gain) - Bereitstellung von API-Bibliotheken des Steuerprotokolls für Python und C/C++ - Bereitstellung einer grafische Benutzeroberfläche (GUI) zur Frequenz- bzw. Strahlsteuerung - Referenzclock-Verbundbetrieb aller aktiven Komponenten mit Unterstützung von 10 MHz - Bereitstellung von englisch- oder deutschsprachiger Dokumentation - Die Produkte sind mit dem OpenAirInterface Software Stack validiert. Pos 1) 4 Stück, Up/Down-Converter für FR3 und FR2 - Frequenzbereich (RF) min. 7,125 – 29,5 GHz - Zwischenfrequenz (IF) min. 4 – 7,2 GHz, kompatibel mit gängigen USRP SDR-Plattformen - Zweikanal Up/Down-Konvertierung (2x bidirektional) - Abstimmbarer interner Lokaloszillator (LO): min. Bereich 6,0 – 29,5 GHz, Auflösung ≤ 1 MHz - Referenz-Clock-Eingang/Ausgang: 10 MHz (Stabilität $\leq \pm 50$ ppb unter typischen Bedingungen) - Externe Synchronisationsfähigkeit zur Takt-Verteilung zwischen Modulen

- Steuerung über Ethernet- und SPI-Schnittstelle, API-Support für C/C++ und Python (kompatibel mit Pos. 2)
- Typischer Konversionsverlust ≤ 10 dB
- Ausgangsleistung (P1dB) ≥ 0 dBm, Eingangs-P1dB ≥ 10 dBm
- Rückflusdämpfung: RF ≥ 6 dB, IF ≥ 10 dB
- Schnittstellen:
 - RF / IF über Präzisions-HF-Stecker (2.92 mm oder gleichwertig)
 - Referenz: SMA oder SMB, ggf. über bereitzustellende Adapter
 - LAN-Interface (RJ45) zur Ansteuerung über Netzwerk
 - SPI-Ansteuerung via HDMI-Formfaktor bzw. äquivalent mit Adapter für gängige USRP X410-SDRs

Pos 2) 4 Stück, Dualpolarisierte Horn-Antennen 7,125-29,5 GHz (FR2 & FR3)

- Abdeckung des Frequenzbereichs von min. 7,125 – 29,5 GHz
- Polarisation dual linear
- Isolation ≥ 20 dB (Typisch)
- Antennen-Gewinn (Typisch): 12-15 dBi
- Halfpower Beamwidth (-3dB):
 - 35°-60° @ 6-7 GHz (E-Ebene und H-Ebene)
 - 20°-40° @ 10-12 GHz (E-Ebene und H-Ebene)
 - 10°-30° @ 28-30 GHz (E-Ebene und H-Ebene)
- Spannungstehwellenverhältnis (VSWR) $\leq 2,5$
- Bereitstellung eines technischen Datenblatts zur Charakteristik der Antenne

Pos 3) 2 Stück, Phased-Array-Antenne inkl. Up/Down-Converter (Aktives HF-Frontend für FR2)

- Integrierter Up-/Down-Converter mit Beamformer für den RF-Frequenzbereich von min. 26,5 – 29 GHz (Abdeckung u.a. von großen Teilen des 3GPP Band n257)
- Antennenfeld: 8 × 8 Elemente, dual-polarisiert ($\pm 45^\circ$)
- Strahlformung mit min. Azimut $\pm 60^\circ$ (horizontale Ebene) und Elevation $\pm 30^\circ$ (vert. Ebene)
- Mikrosekunden-Strahlschaltzeit ($\leq 1 \mu\text{s}$) bei Ansteuerung über SPI
- EIRP (typisch) 45-55 dBm (typischer Bereich kommerzieller Systeme), typ. Rauschzahl ≤ 5 dB
- Beam-Ansteuerung über Ethernet- und SPI-Schnittstelle, API-Support für C/C++ und Python
- Physische Schnittstellen:
 - Je 2 TX / RX IF-Ports (Präzisions-HF-Stecker, 2,92 mm oder gleichwertig)
 - LAN-Interface (RJ 45) zur Steuerung via Ethernet
 - SPI-Ansteuerung des Beamformers via HDMI-Formfaktor bzw. äquivalent mit Adapter für USRP X410-SDRs
 - Referenzclock-Eingang/Ausgang (Unterstützung von 10 MHz)
 - IF-Schnittstelle: mindestens Bereich von 5,0 – 7,2 GHz (kompatibel mit gängigen USRP SDRs)
- Integration der Ansteuerung des Beamformers über OpenAirInterface und USRP SDRs

Sonstiges

- Angebotsobergrenze 184.842,00€ netto