

## PL IP Narrow Band

Optimierung PowerLink IP Datenübertragungsverfahren bzgl spektraler Effizienz und Crest Faktor bei schmalen Bandbreiten

|                                 |                                                                                                                           |                        |               |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | FORPA, Forschungspartnerschaften NATS/Ö-Fonds, FORPA OEF2020                                                              | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.10.2021                                                                                                                | <b>Projektende</b>     | 31.03.2025    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2021 - 2025                                                                                                               | <b>Projektlaufzeit</b> | 42 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | URLLC (Ultra Reliable Low Latency Communication), Digitale Modulation, Bandbreiteneffizienz, Kanalkapazität, Crest Factor |                        |               |

### Projektbeschreibung

Das PowerLink IP ist ein PLC-Gerät (Power Line Carrier) der Firma Siemens und überträgt Daten über Hochspannungsfreileitungen. Hierzu werden die Daten blockweise in OFDM-Symbole moduliert, dann per Leistungsverstärker auf einen Leistungspegel von 6 W (200 Wp) verstärkt und anschließend mit einer Ankoppeleinheit bestehend aus reaktiven Leistungselementen (u.A. Hochspannungskondensator und Leitungssperre) auf die Freileitung gekoppelt. Mit einem zweiten Gerät wird dabei eine voll-duplex Punkt zu Punkt Verbindung aufgebaut. Aufgrund der langen Impulsantwort, auf der oft hunderte kilometerlangen Leitung und den niedrigen Delay Anforderungen der Übertragung, sowie auch zur besseren Ausnutzung der Verstärkerleistung, werden Hin- und Rückkanal gleichzeitig in zwei verschiedenen Frequenzbändern übertragen. Der nutzbare Frequenzbereich ist insgesamt 30 bis 500 kHz (in einzelnen Ländern auch bis 1 MHz), allerdings werden jeweils nur einige kHz genutzt. Aus historischen Gründen sind die von den Kunden gewünschten Bandbreiten sogar noch schmäler als bei der Entwicklung der ersten Version des PowerLink IP gedacht. Damals wurde der Fokus hauptsächlich auf Flexibilität und kurze Latenzzeiten gelegt, wodurch gerade für schmale Bandbreiten (4 kHz..16 kHz) die Datenrate unverhältnismäßig stark sinkt. Um hier konkurrenzfähiger zu werden, gilt es ein Übertragungsverfahren zu finden, welches 1. an die theoretische Kanalkapazität auch für schmalbandige Kanäle deutlich näher herankommt. Ebenso sollte das Übertragungsverfahren 2. die begrenzend wirkende Spitzenleistung des Ausgangsverstärkers besser ausnutzen. D.h. das Verhältnis aus Spitzenleistung zu Leistungsmittelwert des Signals (kurz dem Scheitelwert oder Crest Faktor bzw. engl. Peak to Average Power Ratio) soll möglichst niedrig sein. Nach wie vor soll dabei 3. eine scharfe Begrenzung auf das Sendefrequenzband sowie eine hohe Selektivität beim Empfang gegeben sein. Und 4. soll die Latenz bei der Übertragung ausreichend niedrig für Telefonie sein. Für die Erreichung der 4 Ziele braucht es eine umfangreiche Recherche und Bewertung bisheriger Modulations- und Kodierungsverfahren. Insbesondere ist eine qualitative Bewertung inwieweit die 4 Ziele durch die zur Verfügung stehenden Methoden erreicht werden können, nötig um eine spätere Auswahl zu treffen. Das Gesamtübertragungsverfahren wird sich aus verschiedenen einzelnen Methoden zusammensetzen. Da sich die einzelnen Ziele zum Teil widersprechen, wird es notwendig jedoch sein, kombinierte Methoden selbst zu entwerfen. Konkret soll das Verfahren einen Crest-Faktor von möglichst unter 9 dB, eine spektrale Effizienz von über 10 bit/s/Hz und eine Seitenbandunterdrückung von 60 dB bei einer Latenz von maximal 30 ms aufweisen.

## Projektpartner

- Siemens Aktiengesellschaft Österreich