



Florian Hühn (Autor)

Flexibler Modulator und Digitalverstärker-MMIC für den energieeffizienten Betrieb einer digitalen Sendekette im GHz-Bereich



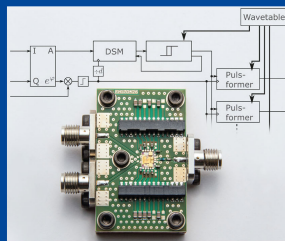
57

Innovationen mit Mikrowellen & Licht

Forschungsberichte aus dem

Ferdinand-Braun-Institut,
Leibniz-Institut
für Höchstfrequenztechnik

Flexibler Modulator und
Digitalverstärker-MMIC für den
energieeffizienten Betrieb einer digitalen
Sendekette im GHz-Bereich



Florian Hühn

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8213>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Begriffskonventionen	7
3	Digitale Leistungsverstärker für Mikrowellenanwendungen	9
3.1	Die digitale Sendekette	9
3.2	Der Modulator für digitale Mikrowellenverstärker	10
3.3	Kategorien digitaler Mikrowellenverstärker	11
3.4	Multilevel Verstärker	14
4	Grundlegende Systemanforderungen	17
4.1	Qualität des Ausgangssignals	17
4.2	Ausgangsleistung	18
4.3	Wirkungsgrad und Coding Efficiency	18
4.4	Verfügbare Rechenleistung	21
5	Stand der Technik	23
5.1	Puls-Skip Modulation (PSM)	24
5.2	Delta-Sigma Puls-Skip Modulation (DSPSM)	24
5.3	Envelope Delta-Sigma Modulation (EDSM)	26
5.4	Band-Pass Delta-Sigma Modulation (BPDSM)	30
5.5	Pulsweitenmodulation (PWM)	31
5.6	Click Modulation	34
5.7	Neoteric Modulation	34
5.8	Vergleich	36
5.9	Weitere Verfahren	39
6	Wavetable Modulator	41
6.1	Signalerzeugung	42
6.2	Überblick	44
6.3	Wavetable	45
6.4	Pulsformer	49
6.5	Amplitudenmodulator	51
6.6	Diskretisierer	54
7	Spektrale Eigenschaften und Konfigurierbarkeit	57
7.1	Anzahl der Tabelleneinträge und Serialisierergeschwindigkeit	57
7.2	Amplitudenmodulator	59
7.3	Taktreduktion des Amplitudenmodulators	60
7.4	Kanalbandbreite	62
7.5	Trägerfrequenz	65
7.6	PAPR des Basisbandes	65

7.7	Mehrträgersysteme	65
7.8	Vergleich zum Stand der Technik	68
8	Korrektur von Nichtlinearitäten	71
9	Verstärkerentwurf	77
9.1	Verstärker auf Basis von GaN-HEMTs	78
9.2	MMIC-Entwurf	82
10	Messergebnisse	89
10.1	Messaufbau	89
10.2	Verstärkermodul	90
10.3	Einzeltonmessungen	90
10.4	Modulierte Signale	92
11	Outphasing-Betrieb	105
11.1	Verstärker	105
11.2	Anpassung des Verstärkermoduls	106
11.3	Anpassung des Modulators	107
11.4	Einzeltonmessungen	108
11.5	Modulierte Signale	108
11.6	Zusammenfassung	111
12	Nicht-binäre Verstärker	113
12.1	Single-Ended Multilevel Verstärker	113
12.2	H-Brücke	115
12.3	Zusammenfassung	116
13	Fazit und Ausblick	119
A	Anhang	125
A.1	Basisbandsignale	125
A.2	Spektrale Eigenschaften und Konfigurierbarkeit	125
A.3	Messergebnisse	128
A.4	Abkürzungsverzeichnis	130
B	Literaturverzeichnis	133