

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Motivation	11
2 Grundlagen der Einzelflussquantenelektronik	15
2.1 Supraleitung als Basis der Einzelflussquantenelektronik	15
2.2 Funktionsprinzip der Einzelflussquantenelektronik	16
2.3 Der Josephsonkontakt als aktives Bauelement	17
2.4 Passive Bauelemente der RSFQ-Elektronik	21
2.5 RSFQ-spezifischer Schaltungssimulator	22
2.6 Technologie der FLUXONICS-Foundry	23
2.7 RSFQ-Grundstrukturen	24
2.8 Beschreibung ausgewählter RSFQ-Basiszellen	25
2.8.1 Josephson-Übertragungsleitung	26
2.8.2 DC/SFQ-Wandler	26
2.8.3 SFQ/DC-Wandler	28
2.8.4 Zellen für die Manipulation von Signalpfaden	29
2.8.5 Toggle-Flip-Flop	31
3 Rauscheinflüsse und Methoden zur Verbesserung der Funktionsstabilität	33
3.1 Schaltenergien und Rauscheinflüsse	33
3.2 Grundlagen zum Schaltfehlerverhältnis (<i>BER</i>)	34
3.3 Computergestützte Optimierungsverfahren	38
3.3.1 Bestimmung der Zellqualität	38
3.3.2 Optimierung des kleinsten Toleranzbereiches	39
3.3.3 Stochastische Optimierungsverfahren	39
3.4 Anforderungen an neue Analysemethoden	40
4 Phasenschieber - Ein neues Bauelement der RSFQ-Elektronik	43
4.1 Begriff der Phasenverschiebung	43
4.2 Phasenschieberelemente und deren Eigenschaften	43
4.2.1 Stromdurchflossene Induktivität	44
4.2.2 π -Phasenschieber	44
4.2.3 π -Ring	45
4.2.4 SFS-Kontakt	49

4.3	Der π -Kontakt als komplementäres Bauelement	50
4.4	Modellierung der Phasenschieberelemente	52
4.5	Verallgemeinerte Betrachtung des Phasenschiebers	52
4.6	Ein programmierbarer RSFQ-Speicher	53
4.7	RSFQ-Speicher mit π -Phasenverschiebung	58
4.8	Stabile Arbeitspunkte eines π -Rings	59
4.9	RSFQ-Elektronik mit π -Phasenverschiebung	60
5	Anwendung neuer Methoden zur Analyse der Rauscheinflüsse	65
5.1	Analyse des Schaltfehlerverhältnisses	65
5.1.1	Definition des Schaltfehlerverhältnisses (BER)	65
5.1.2	Simulation des Schaltfehlerverhältnisses	66
5.1.3	Experimentelle Bestimmung des Schaltfehlerverhältnisses	69
5.2	Methode der Sensitivitätsanalyse	72
5.2.1	Untersuchung des konventionellen TFF	73
5.2.2	Untersuchungen des TFF mit π -Phasenverschiebung	74
5.2.3	Mögliche Verbesserung konventioneller RSFQ-Zellen	76
5.3	Schaltfehleranalyse in RSFQ-Basiszellen	77
5.3.1	Simulationsbasierte Schaltfehleranalyse des konventionellen TFF	77
5.3.2	Experimentelle Schaltfehleranalyse des konventionellen TFF	79
5.3.3	Zustandsabhängigkeit der Schaltfehler	80
5.3.4	Schaltfehler im TFF mit PSE	81
6	Schaltungsentwurf und experimentelle Untersuchungen	83
6.1	Experimentelle Untersuchung des π -Phasenschiebers	84
6.1.1	Initialisierung des π -Phasenschiebers	84
6.1.2	Eine Schaltung mit mehreren π -Phasenschiebern	89
6.1.3	Der π -Phasenschieber als Grundlage einer rekonfigurierbaren RSFQ-Elektronik	91
6.2	TTSL-HTSL-Technologie für Schaltungen mit π -Ringen	93
6.2.1	Technologieeigenschaften	94
6.2.2	Besonderheiten des Schaltungsentwurfs	96
6.2.3	Modellierung einer TTSL-HTSL-Schaltung	98
6.2.4	Experimentelle Analyse einer DC-DC-Schaltung	98
6.3	SIS-SFS-Hybridtechnologie für Schaltungen mit π -Kontakten	100
7	Zusammenfassung und Ausblick	105
Literaturverzeichnis	117	
Thesen zur Dissertation	119	
Erklärung	121	