

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 (<i>BER</i>)	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