

Vorwort

Die Spannungsstabilisation ist eine Anwendung der Steuerungs- und Regelungstechnik in der Elektronik. Sie wird heute so vielfältig benutzt, daß hier nur wenige Gebiete erwähnt werden sollen. Eine Hauptanwendung ist die Meß-, Nachrichten- und Schwachstromtechnik. Aber auch der Experimentator anderer Zweige (z. B. der Physik und Chemie) bedient sich ihrer mit großem Nutzen. Durch sie erhält er reproduzierbare Versuchsbedingungen, weil alle im elektrischen Energienetz vorhandenen Schwankungen weitgehend ausgeschaltet werden und weil keine Rückwirkungen des Versuchsobjektes auf die Spannung auftreten.

Die Spannungsstabilisation ist im Prinzip recht lange bekannt: Die erste und zugleich bedeutsame Veröffentlichung stammt aus dem Jahre 1936 von Hunt und Hickman [33]. Heute liegt bereits eine so große Anzahl von Publikationen vor, daß kein vollständiges Literaturverzeichnis zu erreichen war [5] [6] [16] [X195]. Dennoch gibt es nur sehr wenige Arbeiten zu den theoretischen Grundlagen. Von der Seite der Regelungstechnik dürfte dieses Problem sogar nur von Hrungsberg und Weitner [22] sowie von Berndt [7] und Bleher [196] behandelt, worden sein. Sehr kritisch setzt sich hiermit Becker in seiner Dissertation auseinander [246].

In dieser Broschüre ist beabsichtigt, eine allgemeine Übersicht zu geben und zugleich die bisher bekannten theoretischen Grundlagen zu vertiefen. Es soll nicht der Aufbau bestimmter erprobter Schaltungen, sondern mehr die Funktion einzelner Anordnungen behandelt werden. Auf diese Art hofft der Autor, auch dem Entwickler nützliche Hinweise zu geben.

Einleitend sind einige Beispiele nichtelektronischer Art dargestellt. Sie sollen zeigen, daß nicht immer die Elektronik notwendig ist. Es folgt die Stabilisation mit passiven Elementen, die zugleich die Normalquellen der elektronischen Geräte

ad. Aus didaktischen Gründen nimmt die Elektronenröhre mit ihren Schaltungen den Hauptteil ein. Dem Transistor ist ebenso wie den Meßmethoden und einigen Sonderanwendungen ein besonderer Abschnitt gewidmet.

Horst Völz

Inhaltsverzeichnis

1. Einfache Beispiele	9
1.1. Wechselwirkung von Quelle und Verbraucher	9
1.2. Betriebsarten von Stabilisatoren	10
1.3. Veränderlicher Widerstand als Stabilisator	10
1.4. Kohlesäule als veränderlicher Widerstand	11
1.5. Stabilisation durch Querwiderstand	11
1.6. Elektronenröhre als veränderlicher Widerstand	12
1.7. Leistungsarme Spannungsstabilisation	12
1.8. Beeinflussung auf der Wechselstromseite	13
1.9. Umweg über eine Schwingungserzeugung	14
2. Stabilisation mit passiven Elementen	15
2.1. Verhalten nichtlinearer Widerstände	15
2.1.1. Bedeutung des differentiellen Widerstands	16
2.1.2. Mathematische Beschreibung	17
2.2. Stabilisation mit nichtlinearen Widerständen	19
2.2.1. Widerstände mit Kaltleiterkennlinie	19
2.2.2. Widerstand mit Heißeiterkennlinie.....	20
2.2.3. Kombination von Elementen	21
2.3. Glimmstabilisator	22
2.3.1. Kennlinie	23
2.3.2. Technische Daten	23
2.3.3. Frequenzgang	24
2.3.4. Betrieb	24
2.3.5. Koronaentladung	25
2.4. Andere technisch ausgeführte nichtlineare Widerstände	25
2.4.1. Zener-Diode	25
2.4.2. Diode in Durchlaßrichtung	26
2.4.3. NTC-Widerstände.....	27
2.4.4. VDR-Widerstände	28
2.4.5. Eisenwasserstoffwiderstände.....	28
2.4.6. Weitere Stromstabilisatoren	29
2.5. Erzeugung einer Bezugsspannung	29
3. Stabilisation als Regelkreis	31
3.1. Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik	31
3.1.1. Energieuweg.....	31
3.1.2. Signalweg	31
3.1.3. Strecke	32
3.1.4. Regelkreis.....	32
3.1.5. Vergleich verschiedener Regelstrecken und Verstärker.....	33
3.1.6. Steuerung.....	33
3.2. Grundsaltung des elektronischen Spannungsstabilisators.....	35
3.3. Allgemeine Beziehungen der Stabilisationswerte.....	36
3.3.1. Störungen der Eingangsspannung	37
3.3.2. Lasteinfluß	37
3.3.3. Kontaktpotential und Bezugsspannung	38
4. Stabilisation mit einer Röhre	39
4.1. Eigenschaften der Röhre	39
4.2. Röhre im Längsweig	40
4.2.1. Ausgangsspannung.....	40
4.2.2. Stabilisationswerte	41

4.2.3. Grenzwerte	41
4.3. Röhre im Querzweig	43
4.3.1. Ausgangsspannung.....	43
4.3.2. Stabilisationswerte	44
4.3.3. AGrenzwerte	44
4.4. Vergleich beider Schaltungen	45
4.4.1. Betriebsverhalten	45
4.4.2. Stabilisation	45
4.4.3. Arbeitsfläche	46
4.5. Beeinflussung der Grenzfläche	46
4.5.1. Parallel- und Reihenschaltung mehrerer Röhren.....	46
4.5.2. Parallelwiderstand	47
4.5.3. Anwendung von Pentoden	49
4.6. Störwertaufschaltung	50
4.7. Frequenzverhalten	51
4.7.1. Stabilisationsfaktor bei Längsröhre	52
4.7.2. Innenwiderstand der Längsröhre	53
4.7.3. Stabilisationsfaktor bei Querröhre	54
4.7.4. Innenwiderstand bei Querröhre	55
5. Anordnungen mit Verstärker	56
5.1. Prototyp	56
5.1.1. Ausgangsspannung.....	57
5.1.2. Stabilisationswerte	58
5.2. Einfache Schaltungsvarianten	59
5.2.1. Arbeitspunkt der Verstärkerröhre	59
5.2.2. Arbeitswiderstand zur Eingangsspannung	59
5.2.3. Pentode als Verstärker.....	60
5.2.4. Ausgangsspannungsteiler mit Glimmröhre	61
5.2.5. Betrieb der Normalquelle aus der Eingangsspannung	61
5.2.6. Anordnungen für sehr kleine Ausgangsspannungen	62
5.2.7. Anordnungen für große Ausgangsspannungen	63
5.3. Anwendung mehrerer Verstärkerröhren	65
5.3.1. Schaltung mit Querröhre.....	65
5.3.2. Kompensation des Kontaktpotentials	67
5.4. Störwertaufschaltungen	69
5.5. Frequenzverhalten	71
5.5.1. Beabsichtigte Frequenzgänge	72
5.5.2. Verstärker	72
5.5.3. Stabilisationsfaktor.....	73
5.5.4. Innenwiderstand	75
5.5.5. Innere Störungen	75
5.5.6. Mehrstufige Verstärker	75
6. Transistorschaltungen	75
6.1. Wichtige Eigenschaften des Transistors	76
6.1.1. h-Matrix	76
6.1.2. T-Ersatzschaltung.....	78
6.1.3. Kennlinienfeld	78
6.2. Einfache Schaltungen	79
6.2.1. Transistor im Längszweig	79
6.2.2. Transistor im Querzweig	81
6.2.3. Parallel- und Reihenschaltung von Transistoren	82
6.2.4. Kaskodeschaltung	83
6.3. Anordnung mit Verstärker	84
6.4. Schutzeinrichtungen.....	86
7. Messungen an Geräten	87
7.1. Meßgrößen	87
7.2. Meßmethoden	87
7.2.1. Statische Messungen	88
7.2.2. Wechselstrom-Spannungs-Messungen	88
8. Sonderanwendungen	89
8.1. Stabilisierung von Strömen.....	90
8.2. Potentiostat	91
8.3. Drehzahlregelung	92
8.4. Lichtquelle konstanter Intensität	92

Literaturverzeichnis