

# 脈衝技術

中 冊

Л.А.МЕЕРОВИЧ

Л.Г.ЗЕЛЕЧЕНКО

陳 金 重 著  
周 祖 同 譯 校

中國人民解放軍軍事工程學院

一九五五年十一月

# 目 錄

## 第十二章 觸發設備

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1. 緒言                  | 5  |
| 2. 研究方法                | 7  |
| 3. 正反饋迴路斷開時系統的特性       | 7  |
| 4. 在閉合迴路情況下系統特性曲線的構成   | 9  |
| 5. 閉合迴路情況下系統特性的分析      | 11 |
| 6. 穩定平衡狀態和不穩定平衡狀態      | 12 |
| 7. 研究正反饋迴路閉合的系統的穩定平衡狀態 | 15 |
| 8. 特性曲線的穩定性與斜度         | 18 |
| 9. 觸發系統的基本特性           | 20 |
| 10. 觸發系統的工作狀態          | 22 |
| 11. 參量對觸發系統特性曲線形狀的影響   | 25 |
| 12. 陰極耦合的觸發設備          | 26 |
| 13. 板柵耦合的觸發設備的電路       | 31 |
| 14. 陰極耦合的觸發設備的線路       | 39 |
| *15. 觸發設備計算舉例          | 44 |

## 第十三章 觸發系統的反轉速度

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1. 緒言                            | 54 |
| 2. 觸發系統反轉過程的持續期和輸出電路中電壓沿<br>的持續期 | 55 |
| 3. 分析方法和初步假設                     | 56 |
| 4. 觸發系統的參量與斷開反饋迴路的參量的關係          | 57 |
| 5. 計算舉例。放大係數對反轉過程持續期的影響          | 59 |

6. 過渡函數的近似表示.....61
7. 反轉過程持續期的一般公式.....64
8.  $\lambda$  和  $\alpha_\lambda$  的確定。標準設備反轉過程持續期的計算.....67
9. 觸發系統反轉速度與反饋迴路頻率特性的關係.....74
10. 對其他形狀的控制電壓進行反轉過程持續期的計算。限幅器與觸發系統的效率的比較.....77
11. 電子管板柵極間電容的影響的計算.....81
12. 各種類型的觸發設備的比較.....84
13. 保證反轉持續期不大的參量和狀態的選擇.....87
- \*14. 數例.....89

#### 第十四章 不連續振盪的電容振盪器（電容弛張振盪器）

1. 緒言.....93
2. 電阻耦合的單循環弛張振盪器.....95
3. 電阻耦合的弛張振盪器的時間圖.....99
4. 弛張振盪器中過程的持續期 .....102
5. 雙電容耦合的弛張振盪器 .....104
6. 雙電容耦合的不連續自激振盪的振盪器（多諧振盪器） .....109
7. 陰極耦合的弛張振盪器 .....113
8. 脈衝寬度的穩定度 .....120
- \*9. 計算舉例 .....133

#### 第十五章 變壓器耦合的單電子管弛張振盪器（間歇振盪器）

1. 緒言 .....143
- \*2. 關於變壓器的一般知識 .....147
3. 變壓器的等效線路 .....162
4. 脈衝的形成 .....175
5. 弛張振盪器的起始狀態的恢復和自激振盪 .....187
6. 電子管和負載的特性曲線 .....196
7. 動態特性曲線 .....204

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 8. 脈衝頂的計算 .....          | 221 |
| 9. 脈衝沿的持續期 .....         | 233 |
| 10. 關於弛張振盪器線路的簡單知識 ..... | 248 |
| *11. 選擇參量的根據 .....       | 256 |

## 第十六章 弛張振盪器的同步和脈衝的分類

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 1. 緒言 .....                  | 269 |
| 2. 同步理論的基本問題和初步的假設 .....     | 270 |
| 3. 短脈衝的同步 .....              | 272 |
| 4. 其他的同步情況 .....             | 279 |
| 5. 矩形脈衝的同步 .....             | 280 |
| 6. 正弦電壓的同步 .....             | 282 |
| 7. 研究穩態解的穩定性 .....           | 286 |
| 8. 在作用電壓為正弦形的情況下同步的範圍 .....  | 287 |
| 9. 具有其他振盪形式的弛張振盪器的同步範圍 ..... | 289 |
| 10. 同步範圍研究的結論 .....          | 291 |
| 11. 分頻器 .....                | 292 |
| 12. 同步電容弛張振盪器作為分頻器 .....     | 294 |
| 13. 變壓器耦合的同步弛張振盪器作為分頻器 ..... | 300 |
| 14. 單循環弛張振盪器作為分頻器 .....      | 302 |
| 15. 脈衝時間差移的穩定度 .....         | 307 |

## 第十七章 直線變化電壓的獲得

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 1. 積分電路的概念 .....          | 309 |
| 2. 積分電路的應用 .....          | 311 |
| 3. 直線變化電壓的基本參量 .....      | 313 |
| 4. 獲得直線變化電壓的方法 .....      | 316 |
| 5. 直線變化電壓產生器的線路 .....     | 327 |
| 6. 精密直線變化電壓產生器誤差的來源 ..... | 342 |
| *7. 直線變化電壓產生器的設計舉例 .....  | 354 |

# 目 錄

## 第十二章 觸發設備

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1. 緒言                  | 5  |
| 2. 研究方法                | 7  |
| 3. 正反饋迴路斷開時系統的特性       | 7  |
| 4. 在閉合迴路情況下系統特性曲線的構成   | 9  |
| 5. 閉合迴路情況下系統特性的分析      | 11 |
| 6. 穩定平衡狀態和不穩定平衡狀態      | 12 |
| 7. 研究正反饋迴路閉合的系統的穩定平衡狀態 | 15 |
| 8. 特性曲線的穩定性與斜度         | 18 |
| 9. 觸發系統的基本特性           | 20 |
| 10. 觸發系統的工作狀態          | 22 |
| 11. 參量對觸發系統特性曲線形狀的影響   | 25 |
| 12. 陰極耦合的觸發設備          | 26 |
| 13. 板柵耦合的觸發設備的電路       | 31 |
| 14. 陰極耦合的觸發設備的線路       | 39 |
| *15. 觸發設備計算舉例          | 44 |

## 第十三章 觸發系統的反轉速度

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1. 緒言                            | 54 |
| 2. 觸發系統反轉過程的持續期和輸出電路中電壓沿<br>的持續期 | 55 |
| 3. 分析方法和初步假設                     | 56 |
| 4. 觸發系統的參量與斷開反饋迴路的參量的關係          | 57 |
| 5. 計算舉例。放大係數對反轉過程持續期的影響          | 59 |

6. 過渡函數的近似表示.....61
7. 反轉過程持續期的一般公式.....64
8.  $\lambda$  和  $\alpha_\lambda$  的確定。標準設備反轉過程持續期的計算.....67
9. 觸發系統反轉速度與反饋迴路頻率特性的關係.....74
10. 對其他形狀的控制電壓進行反轉過程持續期的計算。限幅器與觸發系統的效率的比較.....77
11. 電子管板柵極間電容的影響的計算.....81
12. 各種類型的觸發設備的比較.....84
13. 保證反轉持續期不大的參量和狀態的選擇.....87
- \*14. 數例.....89

#### 第十四章 不連續振盪的電容振盪器（電容弛張振盪器）

1. 緒言.....93
2. 電阻耦合的單循環弛張振盪器.....95
3. 電阻耦合的弛張振盪器的時間圖.....99
4. 弛張振盪器中過程的持續期 .....102
5. 雙電容耦合的弛張振盪器 .....104
6. 雙電容耦合的不連續自激振盪的振盪器（多諧振盪器） .....109
7. 陰極耦合的弛張振盪器 .....113
8. 脈衝寬度的穩定度 .....120
- \*9. 計算舉例 .....133

#### 第十五章 變壓器耦合的單電子管弛張振盪器（間歇振盪器）

1. 緒言 .....143
- \*2. 關於變壓器的一般知識 .....147
3. 變壓器的等效線路 .....162
4. 脈衝的形成 .....175
5. 弛張振盪器的起始狀態的恢復和自激振盪 .....187
6. 電子管和負載的特性曲線 .....196
7. 動態特性曲線 .....204

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 8. 脈衝頂的計算 .....          | 221 |
| 9. 脈衝沿的持續期 .....         | 233 |
| 10. 關於弛張振盪器線路的簡單知識 ..... | 248 |
| *11. 選擇參量的根據 .....       | 256 |

## 第十六章 弛張振盪器的同步和脈衝的分類

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 1. 緒言 .....                  | 269 |
| 2. 同步理論的基本問題和初步的假設 .....     | 270 |
| 3. 短脈衝的同步 .....              | 272 |
| 4. 其他的同步情況 .....             | 279 |
| 5. 矩形脈衝的同步 .....             | 280 |
| 6. 正弦電壓的同步 .....             | 282 |
| 7. 研究穩態解的穩定性 .....           | 286 |
| 8. 在作用電壓為正弦形的情況下同步的範圍 .....  | 287 |
| 9. 具有其他振盪形式的弛張振盪器的同步範圍 ..... | 289 |
| 10. 同步範圍研究的結論 .....          | 291 |
| 11. 分頻器 .....                | 292 |
| 12. 同步電容弛張振盪器作為分頻器 .....     | 294 |
| 13. 變壓器耦合的同步弛張振盪器作為分頻器 ..... | 300 |
| 14. 單循環弛張振盪器作為分頻器 .....      | 302 |
| 15. 脈衝時間差移的穩定度 .....         | 307 |

## 第十七章 直線變化電壓的獲得

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 1. 積分電路的概念 .....          | 309 |
| 2. 積分電路的應用 .....          | 311 |
| 3. 直線變化電壓的基本參量 .....      | 313 |
| 4. 獲得直線變化電壓的方法 .....      | 316 |
| 5. 直線變化電壓產生器的線路 .....     | 327 |
| 6. 精密直線變化電壓產生器誤差的來源 ..... | 342 |
| *7. 直線變化電壓產生器的設計舉例 .....  | 354 |





## 第十二章

### 觸發設備

#### 1. 緒言

脈衝技術中最重要的問題之一是獲得前緣寬度最小的電壓或電流的跳變。在跳變值一定的情况下，前緣的寬度越短，從進一步的形成所能得到的脈衝就越短。前緣寬度的減小也能增大時間固定的準確度，因此有可能提高複雜系統各個設備工作配合的準確度。大家已經知道利用正弦形輸入電壓限幅來獲得電壓跳變的方法是不夠完善的。在採用這方法時必須是用的級數越多，獲得的跳變前緣越短。因此得到廣泛應用的所謂觸發設備具有極大的實際意義。

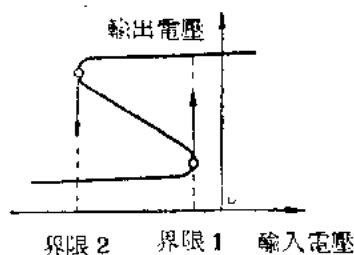


圖 12.1

具有下列特性的設備稱為觸發設備：每當連續變化的輸入訊號通過某個所謂界限值的時候，便以突變的形式改變設備的狀態。圖12.1中所畫的典型特性曲線表示觸發設備的這個特性。

有很多器件具有類似這樣的特性，圖12.1表示這些器件的特性曲線的形式。

僅就電的器件而言，首先應該是冷陰極充氣管，熱陰極氣體整流管，開流管等以及工作在負阻管和負跨導管狀態的電子管。

這些器件，特別是充氣管實際上廣泛地用於獲得電壓和電流

的跳變。

但是它們所固有的共同缺點是：不可能在很寬的範圍內控制其特性，因此限制了這些器件應用上的可能性。1918年天才的蘇聯學者，傑出的工程師 M.A. 彭奇——布魯耶維奇教授的發現在脈衝技術的發展中起着極大的作用。M.A. 彭奇——布魯耶維奇教授(B.3)發現了以正反饋迴路閉合的非週期性放大器內的電壓和電流具有突變的能力。

M.A. 彭奇——布魯耶維奇教授根據此發現所發明的觸發設備是具有圖 12.1 所示形式的特性曲線的所有其他器件中最傑出的，這是因為這種設備的特性能夠用選擇和改變工作狀態的方法很容易並且很方便地來控制。彭奇——布魯耶維奇發明的觸發設備的這個特性使得它有廣泛的使用範圍。

但是，M.A. 彭奇——布魯耶維奇教授的發現的意義不限於各種觸發設備的直接應用。事實上這個發現也是得到廣泛應用的各種弛張振盪器（參看第十四章）的基礎。

由於這個原因，在現代的脈衝設備中很難指出那些不是多次利用 M.A. 彭奇——布魯耶維奇教授的發明作為觸發設備和各種弛張振盪器的。

本章的目的是研究正回輸放大器形式的觸發設備。這裏不研究具有相同特性的其他器件（充氣管等），因為他們是屬於電真空器件課程的並且在文獻中有詳細的敘述。

觸發設備的理論和計算方法的研究同樣是蘇聯物理學家和工程師工作的結果。Л.Н. 曼傑里史達姆和 Н.Д. 巴巴烈克西及其學生 А.А. 安得羅諾夫院士和 С.Э. 哈依金(B.2) 教授解決了在研究能於突變的系統中的振盪所發生的基本原理問題。他們所創造的不連續振盪的理論給予了在這個系統中所發生的過程的明晰的描繪，並確定了正確的表示和解決的方法。蘇聯的科學家和專家：B.B. 維特蓋維奇(B.5)，С.А. 得羅波夫(B.15)，А.В. 聶杜史勒(B.24)，А.А. 弗里得巴烏姆(B.29)等的很多著作對於解

決各種理論問題和研究觸發系統設計計算方法作出了貢獻。蘇聯科學家們研究了屬於對脈衝技術很重要的觸發設備及其進一步發展為弛張設備的一切基本問題。

由於本書的任務及篇幅的限制，不可能敘述蘇聯科學家和專家研究有關觸發系統的所有著作的，即使是主要的結果。假如說讀者在無線電理論基礎課程中已經熟習這些著作的一部分的話，那麼這裏我們只講述對解決脈衝技術問題直接必需的主要結果。

應當介紹讀者熟悉文獻目錄中所指出的著作。

## 2. 研究方法

現在研究的觸發系統實際上就是具有正反饋的非週期性放大器。因此，當觸發系統的正反饋迴路斷開時，我們得到普通的非週期性放大器。

因此，在研究很複雜的觸發系統的特性時，自然要從很簡單的從斷開正反饋迴路得到的非週期性放大器的系統的特性出發。

為此目的我們研究根據給定的正反饋迴路斷開的特性曲線用圖解法繪製觸發系統特性曲線的方法。

## 3. 正反饋迴路斷開時系統的特性

現在來研究圖12.2中所示的直流放大器作為最簡單的例子。在它的級間電路中沒有無功元件，而我們暫且不考慮寄生參量。因此，我們得到一個非週期性的無惰性系統，在此假設情況下它沒有任何電容和電感。

這個放大器的特性決定於表示輸出電壓  $U_2$  與輸入電壓  $U_1$  之關係的曲線（圖12.3）。

我們稱此圖形為當正反饋迴路斷開時系統的特性曲線，此曲線可以根據系統中所用的電子管的特性曲線，用計算的方法得到。用實驗的方法同樣能很容易地得到此曲線，這點特別重要，因為實際上這個研究方法經常是最適當的。

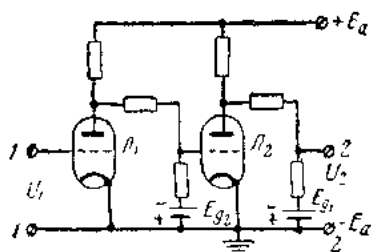


圖 12.2

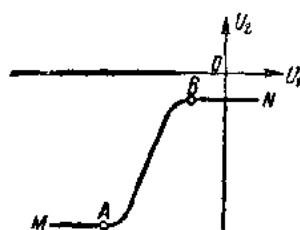


圖 12.3

我們所介紹的這個系統的特性曲線將總是有水平部分 MA 和 BN 的。MA 部分相當於在第一個電子管  $1J_1$  的柵極上有大的負電壓，其絕對值超過這個電子管的閉鎖電壓。此時改變電壓  $U_1$  不能引起電壓  $U_2$  的任何變化。

特性曲線上的 A 點相當於  $U_1$  等於第一個電子管閉鎖電壓的值。此點的右邊部分相應於第一個電子管已經開啓的情況。在此部分中增大  $U_1$ ，使得第一個電子管的板壓和第二個電子管的柵壓減小。由於第二個電子管的柵壓減小的結果，其板極上的電壓及相應的輸出端電壓  $U_2$  增大。

$U_1$  繼續增大會使得第二個電子管的柵壓減小到此電子管的閉鎖電壓。在此情況下第二個電子管的板壓幾乎等於電源電壓，因為由於電位器的電流在此電子管板極電阻上的電壓降通常是小得可以忽略不計的。繼續增大電壓  $U_1$  已經不能影響第二個電子管板極上的電壓，因而系統輸出端的電壓  $U_2$  將不再改變（BN 部分）。

在我們的討論中沒有考慮到柵極電流和板極上限幅所引起的特性曲線的非直線性，柵流和板極上限幅的存在影響所構成的特性曲線的形狀。例如，由於偏壓電池組負電壓  $E_{g2}$  的減小能使得當第一個電子管閉鎖時即當第二個電子管柵極上的電壓最大時，會有柵流通過。

由於柵流的分路作用，第二個電子管柵極上的電壓的減小在

未使柵流停止以前，特性曲線  $U_2 = f(U_1)$  的斜度將不大（圖 12.4）。在此部分的右邊特性曲線的斜度有較大的值。



圖 12.4

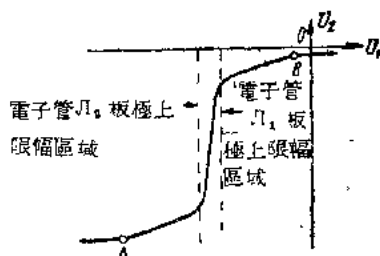


圖 12.5

因此，由於柵流的存在特性曲線具有附加的彎折。

在五極管中，當板極負載電阻很大時，由於其中一個電子管的板極上限幅，也會出現類似的彎折。

例如，當存在板極上限幅時，第二個電子管的特性曲線（相應於第一個電子管閉鎖點的右邊）在第二個電子管柵極電壓的減小值沒有超出限幅範圍以前將增長得很慢，結果得到特性曲線下面的緩慢增長部分（圖 12.5）。

同理，由於第一個電子管的板極上限幅，得到上面的緩慢增長部分。

#### 4. 在閉合迴路情況下系統特性曲線的構成

現在我們將輸出端 2—2 與輸入端的 1—1 連接（圖 12.2）也就是閉合正反饋迴路。此外加給反饋電路一控制電壓  $e$ 。如果以四極網絡的形式表示放大器，則這種閉合構成圖 12.6 中所示的線路。

對於所得到的具有正反饋的系統，我們求出電壓  $U_2$  與新引入的控制電壓  $e$  之間的關係。

在正反饋迴路閉合以後  $U_2$  和  $e$  之間的關係決定於下列關係。一方面為以圖 12.3 中反饋迴路斷開時系統的特性曲線表示的

四極網絡（放大器）的輸入電壓  $U_1$  和輸出電壓  $U_2$  之間的關係

$$U_2 = f(U_1), \quad (12.4.1)$$

在此情況下我們假設在閉合反饋迴路時不改變第二個電子管負載的條件。必須注意在輸出端上沒有負載的情況下所得到的斷開迴路的特性曲線只確定在第一個電子管沒有柵流時的反饋迴路閉合情況下的關係  $U_2 = f(U_1)$ 。在與此相反的情況下，在反饋迴路斷開時也應規定負載電阻等於系統的輸入電阻。

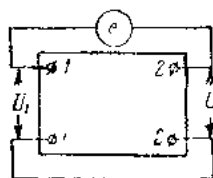


圖 12.6

除了 (12.4.1) 的關係以外，當反饋迴路閉合時，電壓  $U_1$ 、 $U_2$  間的關係決定於方程式

$$U_2 = U_1 - c. \quad (12.4.2)$$

兩方程式 (12.4.1) 和 (12.4.2) 適合於  $c$  的每個值及相對未知量  $U_1$  和  $U_2$ 。解此方程式後我們求出相當於  $c$  的各個值的  $U_2$  值，即求出未知的關係  $U_2 = F(c)$ ，此關係的圖解表示即具有正反饋閉合迴路的系統的特性曲線。

在解這些方程式時必須用圖解法，因為其中一個方程式即

$$U_2 = f(U_1)$$

是以圖形給出的。為此在圖中（圖12.7）畫出斷開反饋迴路的特性曲線  $U_2 = f(U_1)$  和表示 (12.4.2) 式的關係的成  $45^\circ$  角（在坐標軸比例相同的情況下）的直線。每一直線  $U_2 = U_1 - c$  對應於一定的控制電壓  $c$ ，在  $U_1 = c$  點與橫坐標軸（ $U_2 = 0$ ）相交，而在  $U_2 = -c$  點與縱坐標軸（ $U_1 = 0$ ）相交。

在有閉合正反饋迴路的系統中  $U_2$  值應同時滿足方程式 (12.4.1) 和 (12.4.2)，因此相當於不同  $c$  值的  $U_2$  決定於曲線  $U_2 = f(U_1)$  與直線  $U_2 = U_1 - c$  的交點。

現在要在另一圖上（圖12.8）畫出其縱坐標等於所求出之交點的縱坐標，而橫坐標等於  $c$  的相應值的各點。

聯接這些點構成曲線便得出所求的具有閉合迴路的系統的特

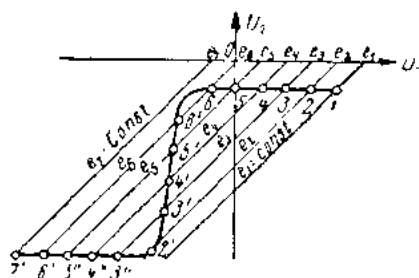


圖 12.7

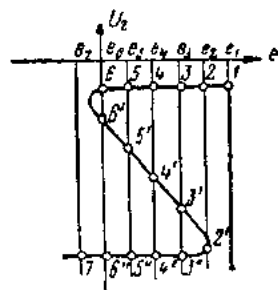


圖 12.8

性曲線  $U_2 = F(e)$ 。

## 5. 閉合迴路情況下系統特性的分析

在繪製有正反饋閉合迴路的系統的特性曲線時我們發現這些特性曲線可能是兩種不同性質的。

取當正反饋迴路斷開時系統特性曲線的斜度為

$$K = \frac{dU_2}{dU_1} \quad (12.5.1)$$

在特性曲線直線部分此值正是兩級放大器的放大係數。一般說  $K$  值確定在不同工作點小幅度振盪的放大係數。我們指出當橫坐標軸和縱坐標軸的尺度相同時，切線的傾斜角在特性曲線的相當於放大係數為  $K = 1$  的點等於  $45^\circ$ 。

如果斷開迴路的特性曲線的斜度任何地方都不超過一，或者相應地說，特性曲線的切線的傾斜角到處都小於  $45^\circ$ ，則每一條直線  $U_2 = U_1 - e$  只在一點與特性曲線相交。在此情況下有閉合反饋迴路的系統的特性曲線將到處都是單值。

當斷開反饋迴路系統的放大增長時， $K > 1$  的部分即在放大係數  $K = 1$  的  $M$  和  $N$  點所限制的範圍內（圖 12.9）， $e$  值直線與特性曲線在三個點相交。與此對應的閉合反饋迴路系統的特性曲線在  $e$  值的這部分內將是三個值的（圖 12.10）。根據以後會更

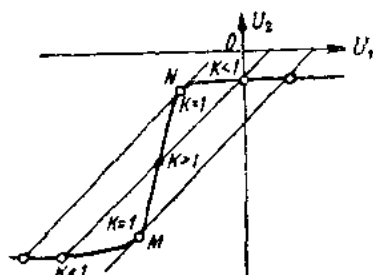


圖 12.9

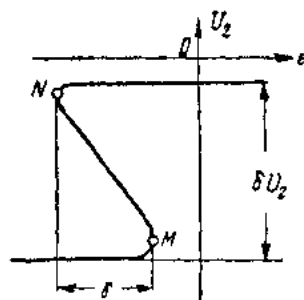


圖 12.10

清楚的理由，這部分稱為滯後區域。

在滯後區域內，控制電壓  $U_2$  的每一個值對應於  $U_1$  的三個值，也就是對應於確定系統狀態的所有其餘量（輸入電壓  $U_1$ ，在系統各不同點的電流和電壓）的三個值。

簡單地說，如果在滯後區域以外每一  $U_2$  值只對應於系統的一個平衡狀態，則在滯後區域內每一  $U_2$  值對應於系統的三個平衡狀態。因此必須研究這些平衡狀態並說明其中那些是穩定的，那些是不穩定的。

## 6. 穩定平衡狀態和不穩定平衡狀態

電系統的平衡狀態即這樣的狀態，其中電動勢和電壓在所有電壓和電流的變化速度為零，或者說當其大小不變時是平衡的。換句話說，當沒有自感和互感電動勢以及在包含電容的支路內沒有電流時，每個迴路中的電動勢和電壓是均衡的。

例如在所研究的系統的情況下，平衡狀態決定於所構成的特性曲線的各點。只有當電流和電壓不變時，這些特性曲線的點才滿足方程式 (12.4.1) 和 (12.4.2)。

只有當存在電容電流（例如在寄生電容中）或是在導線電感內存在自感電動勢時，才可能有與決定於特性曲線的所不同的系統的狀態。因此，所有這些狀態都不可能是穩定的並且對應於系



統內所產生的變化。

我們所要研究的平衡狀態，關係到實際中很重要的問題：系統是否可以無限長久地處於這種或那種狀態？事實是，不是在任何平衡狀態下系統都可以無限長久地保持。還必須使平衡狀態是穩定的。

問題是在任何實際系統中總是有些小的不同的電擾動作用。它們可能是為供電電壓的變動，熱起伏的電壓，各種感應等引起的。

由於這些電起伏作用的結果，在任何實際系統中電壓和電流永遠不能嚴格地不變並且總是與相當於平衡狀態的值有些不同。因此關於系統無限長久地處於平衡狀態的可能性的問題應當不屬於作為數學上的一點的平衡狀態本身，而應該是屬於圍繞平衡狀態的一個區域。我們所研究的問題可以很準確的表達為：該系統能否無限長久地處於接近平衡狀態的區域內，也就是能否處在由接近相當於平衡但與之不等的電流和電壓值所確定的狀態。

此問題已經是屬於平衡狀態的穩定性了。傑出的俄國數學家 A. M. 萊布諾夫給穩定性的概念下了準確的定義。

下面我們解釋萊布諾夫穩定性定義的基本概念，在某些方面根據我們所研究的系統的情況作了若干簡化。讀者在參考資料 (B.20, B.2, B.29) 中可以找到關於此問題更詳細的敘述。

問題的實質如下。如偶然因某種原因系統不是處於平衡狀態，電動勢和電壓就將不能滿足平衡方程式 (12.4.1) 和 (12.4.2)，因此當沒有自感和互感電動勢及電容支路內沒有電流時，電動勢和電壓就不能相互平衡。所以必須有因自感和互感支路內電流的變化和電容器上電壓的變化而得到的動態平衡。所以系統已經不能是平靜的。

按系統在接近平衡狀態所具有的特性的不同，這些變化可能是各種各樣的。相應於此我們將這些情況分為穩定平衡狀態和不穩定平衡狀態。