自动控制原理 2013



线性系统的根轨迹 法

邢超

线性系统的根轨迹法 根轨迹法的基本概念

邢超

西北工业大学航天学院

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



线性系统的根轨迹 法

邢超

• 经典读物

- Principles of Servomechanisms, Gordon Brown and Don Campbell, MIT, 1948
- Mathematics of Modern Engineering, Robert Doherty and Ernest Keller, 1936

问题的提出

历史背景

参数的影响 零极点到根轨迹 Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

结论

根轨迹方程 根轨迹方程的建立 据值幅角形式

示例



线性系统的根轨迹 法

邢超

• 经典读物

- Principles of Servomechanisms, Gordon Brown and Don Campbell, MIT, 1948
- Mathematics of Modern Engineering, Robert Doherty and Ernest Keller, 1936
- Evans 的考虑

问题的提出

历史背景

参数的影响 零极点到根軌迹

Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



线性系统的根轨迹 法

邢超

• 经典读物

- Principles of Servomechanisms, Gordon Brown and Don Campbell, MIT, 1948
- Mathematics of Modern Engineering, Robert Doherty and Ernest Keller, 1936
- Evans 的考虑
 - 掌握原理来解决问题而不是死记条目

问题的提出

历史背景

泰数的影响

家极点到根轨迹 Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

分析

示例

零极点关系 系统模型

系统模型 开环传递函数

开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



线性系统的根轨迹 法

邢超

经典读物

- Principles of Servomechanisms, Gordon Brown and Don Campbell, MIT, 1948
- Mathematics of Modern Engineering, Robert Doherty and Ernest Keller, 1936
- Evans 的考虑
 - 掌握原理来解决问题而不是死记条目
 - 从简单情况循序渐进地解决复杂问题

问题的提出

历史背景

参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

结论

示例

根轨迹方程 根轨迹方程的建立 幅值辐角形式



线性系统的根轨迹 法

邢超

• 经典读物

- Principles of Servomechanisms, Gordon Brown and Don Campbell, MIT, 1948
- Mathematics of Modern Engineering, Robert Doherty and Ernest Keller, 1936
- Evans 的考虑
 - 掌握原理来解决问题而不是死记条目
 - 从简单情况循序渐进地解决复杂问题
 - 绘制图形使数学方程形象化

问题的提出

历史背景

参数的影响 零极点到根轨迹 Evans

***内容 根轨迹与系统性能

分析

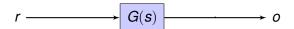
示例

零极点关系 ^{系统模型}

开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程





其中:

$$G(S) = \frac{K}{s^2 + s} = \frac{K}{s(s+1)}$$

线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景

参数的影响

家极点到根轨迹 Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

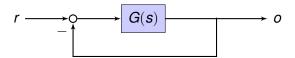
零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程

根執迹方程的建立幅值輻角形式示例





其中:

$$G(S) = \frac{K}{s^2 + s} = \frac{K}{s(s+1)}$$

线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景

参数的影响

家极点到根轨迹 Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

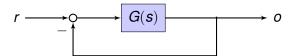
分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程





其中:

$$G(S) = \frac{K}{s^2 + s} = \frac{K}{s(s+1)}$$

用所学知识分析系统性能:

线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景

参数的影响

零极点到根轨迹 Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

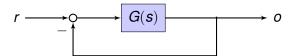
分析 示例

零极点关系

医铁模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程





其中:

$$G(S) = \frac{K}{s^2 + s} = \frac{K}{s(s+1)}$$

用所学知识分析系统性能:

• 稳定性:

线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景

参数的影响

零极点到根軌迹 Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

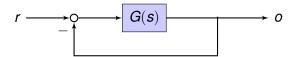
零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

示例





其中:

$$G(S) = \frac{K}{s^2 + s} = \frac{K}{s(s+1)}$$

用所学知识分析系统性能:

• 稳定性:构造劳斯表分析

线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景

参数的影响

零极点到根轨迹 Evans

本章内容

根轨迹与系统性能 分析

示例

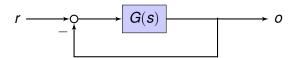
零极点关系

医铁模型 开环传递函数 闭环传递品数 结论

根轨迹方程

根轨法方程的建立 畅值辐角形式 示例





其中:

$$G(S) = \frac{K}{s^2 + s} = \frac{K}{s(s+1)}$$

用所学知识分析系统性能:

- 稳定性:构造劳斯表分析
- 稳态误差:

线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景

参数的影响

零极点到根轨迹 Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

分析

示例

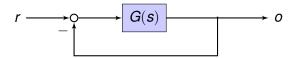
零极点关系 医铁模型

开环传递函数 闭环传递品数 结论

根轨迹方程

根轨法方程的建立 畅值辐角形式 示例





其中:

$$G(S) = \frac{K}{s^2 + s} = \frac{K}{s(s+1)}$$

用所学知识分析系统性能:

- 稳定性:构造劳斯表分析
- 稳态误差:按稳态误差公式计算

线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景

参数的影响

家极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

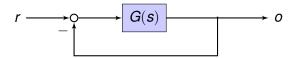
分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程





其中:

$$G(S) = \frac{K}{s^2 + s} = \frac{K}{s(s+1)}$$

用所学知识分析系统性能:

- 稳定性:构造劳斯表分析
- 稳态误差:按稳态误差公式计算
- 动态性能:

线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景

参数的影响

家极点到根軌迹 Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

析

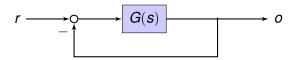
示例

零极点关系 ^{系统模型}

开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程





其中:

$$G(S) = \frac{K}{s^2 + s} = \frac{K}{s(s+1)}$$

用所学知识分析系统性能:

• 稳定性:构造劳斯表分析

• 稳态误差:按稳态误差公式计算

• 动态性能:按二阶系统调节时间、超调量公式计算

线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景

参数的影响 家极点到根轨迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

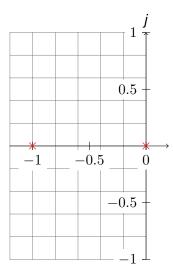
分析

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

零极点到根轨迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析

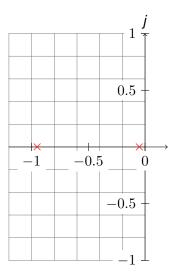
示例

零极点关系

医铁模型 开环传递函数 闭环传递函数

结论 根轨迹方程





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

参数的影响 零极点到根轨迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

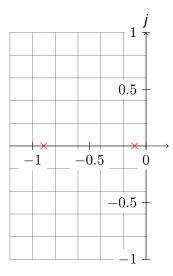
零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

作(4)(130) 方 7至 根執這方程的建立 幅值輻角形式 示例





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 泰数的影响

零极点到根轨迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

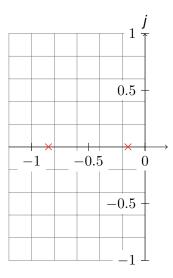
分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

参数的影响 零极点到根轨迹

Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

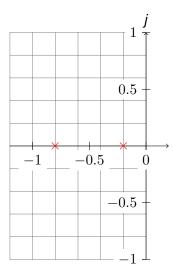
分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

零极点到根轨迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析

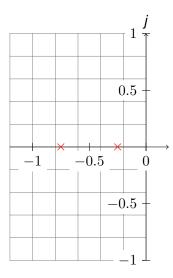
示例

零极点关系

医铁模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 泰数的影响

零极点到根轨迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析

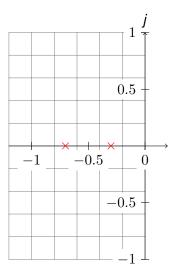
示例

零极点关系

医铁模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

零級点到根軌迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

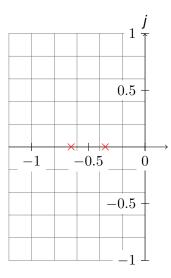
分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 泰数的影响

零极点到根轨迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

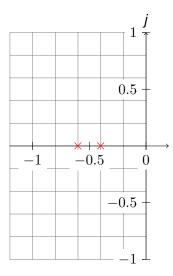
零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

根執近方程的建立 幅值辐角形式 示例





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 泰数的影响

参級則影响 零极点到根軌迹

Evans

本章内容 根轨迹与系统性能

根轨近与系统: 分析

示例

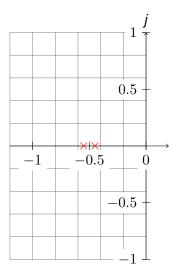
零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

结论

根轨迹方程 根轨迹方程的建立 幅值辐角形式 示例





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 泰数的影响

零极点到根轨迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

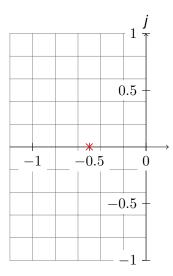
系统模型 开环传递函数

闭环传递函数 结论

示例

根轨迹方程 根轨迹方程的建立 帕伯辐角形式





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

零极点到根轨迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析

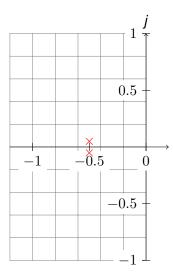
示例

零极点关系

医铁模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

零級点到根軌迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

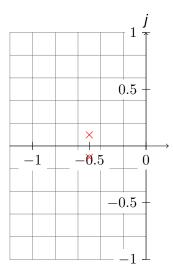
分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

零級点到根軌迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

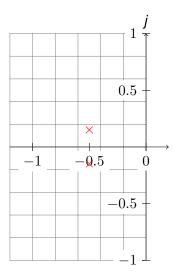
分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

零极点到根轨迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

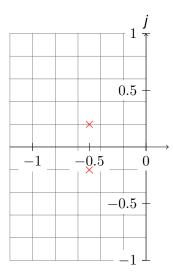
零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

TKキルジンク 1生 根軌途方程的建立 幅値輻角形式 示例





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

参数的影响 零极点到根軌迹

Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

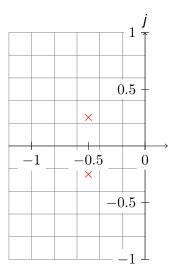
零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

TKキル近 カイ主 根軌返方程的建立 幅値輻角形式 示例





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

零极点到根轨迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

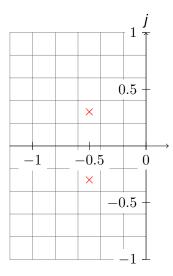
零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

作(4)(130) 方 7至 根執這方程的建立 幅值輻角形式 示例





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

参数的影响 零极点到根軌迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

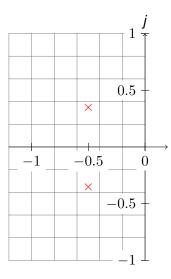
分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

参数的影响 零极点到根軌迹

Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

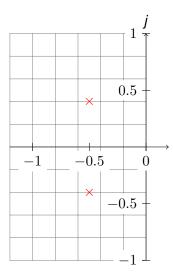
零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

结论

根轨迹方程 根轨迹方程的建立 幅值辐角形式 示例





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

零极点到根轨迹

Evans

本章内容 根轨迹与系统性能

分析

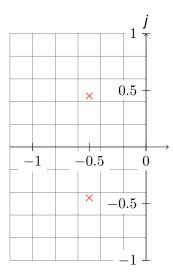
示例

零极点关系

医铁模型 开环传递函数 闭环传递函数

结论 根轨迹方程





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

零級点到根軌迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

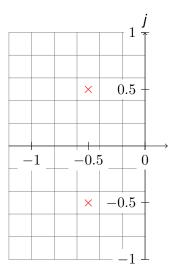
分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响

零級点到根軌迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

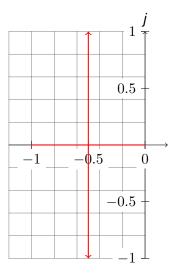
系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

根執近方程的建立 幅值辐角形式 示例

从零极点到根轨迹,例: $\Phi(s) = \frac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2} = \frac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史背景 泰数的影响

参数的影响 零极点到根轨迹

Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

Walter R. Evans









线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 家极点到根轨迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析

示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程

根執透方程的建立 幅值輻角形式 示例



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

结论

根轨迹方程 根轨迹方程的建立 幅值辐角形式 示例



线性系统的根轨迹 法

邢超

• 根轨迹法的基本概念

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



线性系统的根轨迹 法

邢超

- 根轨迹法的基本概念
- 根轨迹绘制的基本法则

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根軌途

Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



线性系统的根轨迹 法

邢超

- 根轨迹法的基本概念
- 根轨迹绘制的基本法则
- 广义根轨迹

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹

Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程



线性系统的根轨迹 法

邢超

- 根轨迹法的基本概念
- 根轨迹绘制的基本法则
- 广义根轨迹
- 零度根轨迹

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹

Evans

示例

本章内容

根轨迹与系统性能分析

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

根執迹方程的建立幅值輻角形式示例



线性系统的根轨迹 法

邢超

- 根轨迹法的基本概念
- 根轨迹绘制的基本法则
- 广义根轨迹
- 零度根轨迹
- 系统性能的分析

问题的提出

历史背景 泰数的影响 零极点到根轨迹

Evans

本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

医铁模型 开环传递函数 闭环传递品数

结论 根轨迹方程

根執法方程的建立 幅值辐角形式 示例



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析

示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程



线性系统的根轨迹 法

邢超

稳定性: 根轨迹在左半平面的部分所对应的 K 值,使 闭环系统稳定。根轨迹在右半平面的部分所 对应的 K 值,使闭环系统不稳定。

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析

示例

零极点关系 ^{系统模型}

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程 根轨迹方程的建立



线性系统的根轨迹 法

邢超

稳定性: 根轨迹在左半平面的部分所对应的 K 值,使 闭环系统稳定。根轨迹在右半平面的部分所 对应的 K 值,使闭环系统不稳定。

稳态性能: 根据坐标原点的根数确定系统型别,根据 K

值确定对应的静态误差系数。

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析

示例

结论

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

根轨迹方程



线性系统的根轨迹 法

邢超

稳定性: 根轨迹在左半平面的部分所对应的 K 值,使

闭环系统稳定。根轨迹在右半平面的部分所

对应的 K 值,使闭环系统不稳定。

稳态性能: 根据坐标原点的根数确定系统型别,根据 K

值确定对应的静态误差系数。

动态性能: 根据根是否为实数可判断系统是否为过阻尼。

根据根实部与虚部的大小可以分析调节时间

与超调量

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

析

示例

结论

零极点关系 系统模型

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

根轨迹方程

例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$





问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

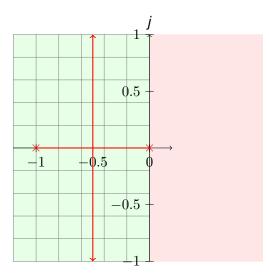
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$



邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

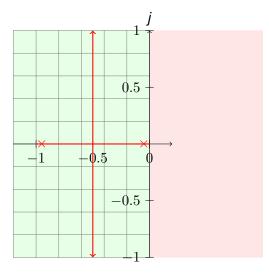
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$





问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

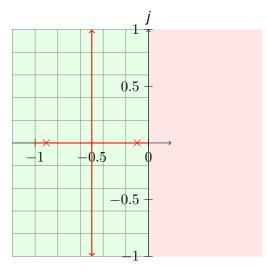
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$



邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

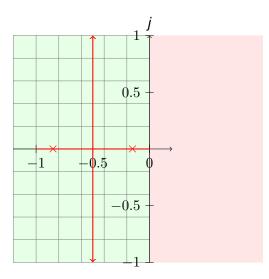
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$





问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

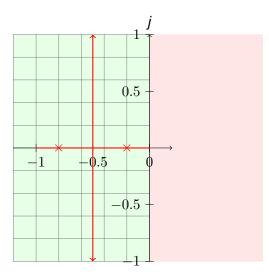
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$





问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

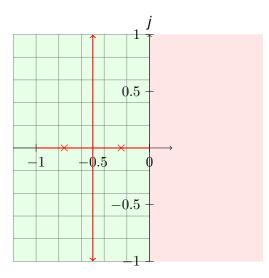
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$





问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

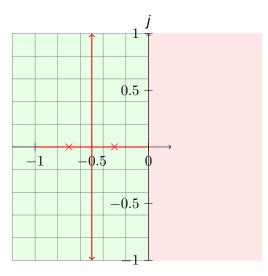
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$



邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

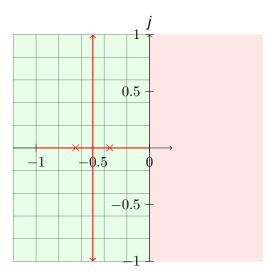
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$





问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

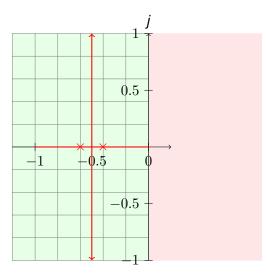
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

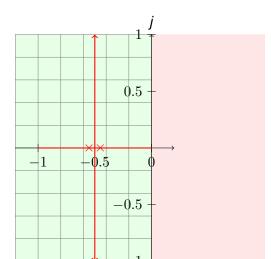
系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s) = rac{k}{s^2 + s + k}, s_{1,2} = rac{-1 \pm \sqrt{1 - 4K}}{2}$$





邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$





问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

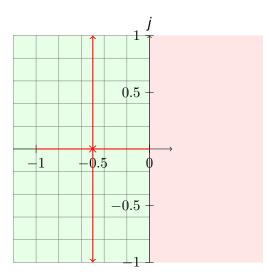
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$



邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

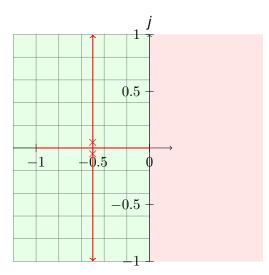
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$



邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

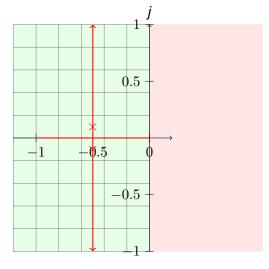
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$





问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

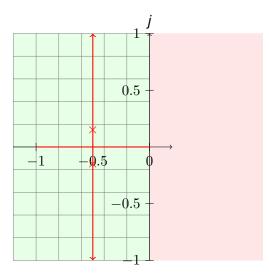
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$



邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

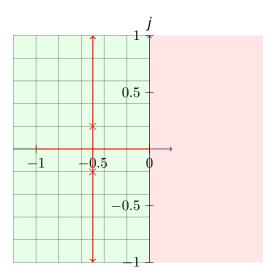
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$





问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

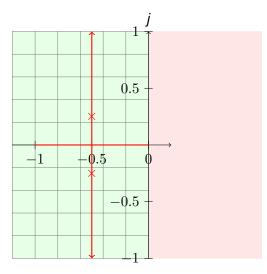
根轨迹与系统性能分析

示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$



邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

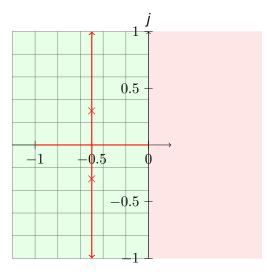
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$





问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

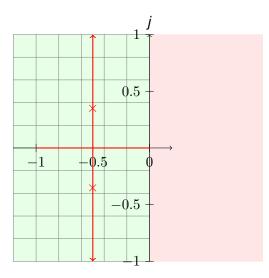
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$



邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

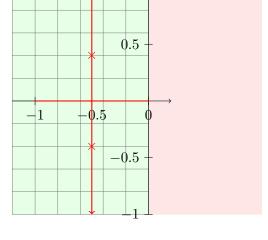
根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

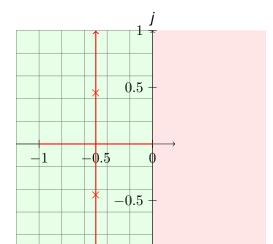
系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



例:
$$\Phi(s) = rac{k}{s^2 + s + k}, s_{1,2} = rac{-1 \pm \sqrt{1 - 4K}}{2}$$





邢超

问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程

例:
$$\Phi(s)=rac{k}{s^2+s+k}, s_{1,2}=rac{-1\pm\sqrt{1-4K}}{2}$$





问题的提出 历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

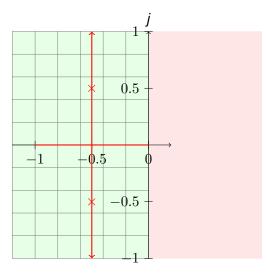
根轨迹与系统性能

分析示例

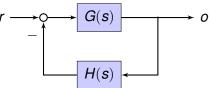
零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程



闭环零极点与开环零极点之间的关系: 系统模型



$$G(s) = \frac{K_{G}(\tau_{1}s + 1)(\tau_{2}^{2}s^{2} + 2\zeta_{1}\tau_{2}s + 1)\cdots}{s^{\upsilon}(T_{1}s + 1)(T_{2}^{2}s^{2} + 2\zeta_{2}T_{2}s + 1)\cdots}$$

$$= K_{G}^{*} \frac{\int_{i=1}^{i=1} (s - z_{i})}{\prod_{i=1}^{l} (s - p_{i})}$$

$$H(S) = K_{H}^{*} \frac{\int_{i=1}^{j=1} (s - z_{j})}{\prod_{i=1}^{l} (s - p_{i})}$$



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

参数的影响 零极点到根轨迹 Evans

本章内容 根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型

开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程

闭环零极点与开环零极点之间的关系: 开环传递函数



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

医铁模型

开环传递函数 闭环传递函数

结论

根轨迹方程 根轨迹方程的建立 幅值辐角形式

示例

闭环零极点与开环零极点之间的关系: 开环传递函数

开环传递函数为:



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型

系统模型

闭环传递函数 结论

根轨迹方程

根執迹方程的建立相值編角形式示例

开环传递函数为:

$$G(s)H(s) = K_G^* K_H^* \frac{\prod\limits_{i=1}^{f} (s-z_i) \prod\limits_{j=1}^{I} (s-z_j)}{\prod\limits_{i=1}^{h} (s-p_i) \prod\limits_{j=1}^{h} (s-p_j)}$$



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型

系统模型 开环传递函数

闭环传递函数 结论

根轨迹方程

根執速方程的建立 幅值輻角形式 示例

开环传递函数为:

$$G(s)H(s) = K_{G}^{*}K_{H}^{*}\frac{\prod\limits_{i=1}^{f}(s-z_{i})\prod\limits_{j=1}^{I}(s-z_{j})}{\prod\limits_{i=1}^{g}(s-p_{i})\prod\limits_{j=1}^{h}(s-p_{j})}$$

$$= K^{*}\frac{\prod\limits_{i=1}^{f}(s-z_{i})\prod\limits_{j=1}^{I}(s-z_{j})}{\prod\limits_{i=1}^{g}(s-p_{i})\prod\limits_{j=1}^{h}(s-p_{j})}$$



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型

系统模型 开环传递函数

闭环传递函数 结论

根轨迹方程

根轨迹方程的建立相值辐角形式示例

开环传递函数为:



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出 历史哲景 泰数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

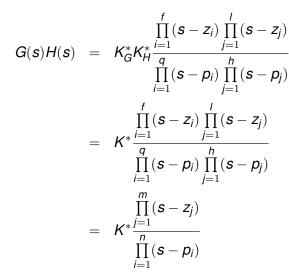
系统模型

开环传递品龄 闭环传递品数

结论

根轨迹方程

根轨迹方程的建立 畅值标角形式





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨途 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系 ^{系统模型}

开环传递函数

闭环传递函数

结论

根轨迹方程 根轨迹方程的建立 幅值辐角形式 示例

闭环传递函数为:



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 泰数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系 医铁模型

开环传递函数

闭环传递函数

结论

根轨迹方程 根轨迹方程的建立

幅值辐角形式 示例



闭环传递函数为:

$$\Phi(s) = \frac{G(s)}{1 + G(S)H(s)}$$

线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数

闭环传递函数

结论

根轨迹方程 根轨迹方程的建立 幅值幅角形式

TIMILEM 示例



线性系统的根轨迹 法

邢超

闭环传递函数为:

$$\Phi(s) = \frac{G(s)}{1 + G(S)H(s)} \\
= \frac{K_G^* \prod_{i=1}^f (s - z_i) \prod_{j=1}^h (s - p_j)}{\prod_{i=1}^q (s - p_i) \prod_{j=1}^h (s - p_j) + K^* \prod_{i=1}^f (s - z_i) \prod_{j=1}^l (s - z_j)}$$

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数

闭环传递函数

结论

根轨迹方程 根轨迹方程的建立

幅值辐角形式 示例



线性系统的根轨迹 法

邢超

闭环传递函数为:

$$\Phi(s) = \frac{G(s)}{1 + G(S)H(s)} \\
= \frac{K_G^* \prod_{i=1}^f (s - z_i) \prod_{j=1}^h (s - p_j)}{\prod_{i=1}^q (s - p_i) \prod_{j=1}^h (s - p_j) + K^* \prod_{i=1}^f (s - z_i) \prod_{j=1}^l (s - z_j)}$$

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数

闭环传递函数

结论

根轨迹方程 根轨迹方程的建立

幅值辐角形式 示例

闭环零极点与开环零极点之间的关系:结论



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

结论

结战

根轨迹方程 根轨迹方程的建立 幅值辐角形式 示例

闭环零极点与开环零极点之间的关系: 结论



线性系统的根轨迹 法

邢超

闭环系统根轨迹增益,等于开环系统前向通路根轨迹增益。对于单位反馈系统,闭环系统根轨迹增益就等于开环系统根轨迹增益;

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

结论

2010

根轨迹方程的建立幅值辐角形式示例

闭环零极点与开环零极点之间的关系: 结论



线性系统的根轨迹 法

邢超

闭环系统根轨迹增益,等于开环系统前向通路根轨迹增益。对于单位反馈系统,闭环系统根轨迹增益就等于开环系统根轨迹增益;

闭环零点由开环前向通道传递函数的零点和反馈通道 传递函数的极点组成。对于单位反馈系统,闭环零点 就是开环零点:

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析

零极点关系 系统模型

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

结论

根轨迹方程

根机造为程则超 幅值辐角形式 示例

闭环零极点与开环零极点之间的关系: 结论



线性系统的根轨迹 法

邢超

- 闭环系统根轨迹增益,等于开环系统前向通路根轨迹增益。对于单位反馈系统,闭环系统根轨迹增益就等于开环系统根轨迹增益;
- 闭环零点由开环前向通道传递函数的零点和反馈通道 传递函数的极点组成。对于单位反馈系统,闭环零点 就是开环零点:
- 闭环极点与开环零点、开环极点以及根轨迹增益 K* 有关。

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

结论

根轨迹方程

化中心亚 力 不主 根轨迹方程的建立 幅值辐角形式 示例



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

结论

根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式



线性系统的根轨迹 法

邢超

从闭环系统特征方程:

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式



从闭环系统特征方程:

$$\prod_{i=1}^{q} (s - p_i) \prod_{j=1}^{h} (s - p_j) + K^* \prod_{i=1}^{f} (s - z_i) \prod_{j=1}^{l} (s - z_j) = 0$$

线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根軌迹 Evans

根轨迹与系统性能

分析示例

结论

示例

本章内容

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式



线性系统的根轨迹 法

邢超

从闭环系统特征方程:

$$1 + \mathbf{G}(\mathbf{s})\mathbf{H}(\mathbf{s}) = 0$$

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨道 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式

幅值輻角形: 示例



线性系统的根轨迹 法

邢超

从闭环系统特征方程:

$$1 + G(s)H(s) = 0$$

可得根轨迹方程:

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式



从闭环系统特征方程:

$$1 + G(s)H(s) = 0$$

可得根轨迹方程:

$$\mathcal{K}^* \frac{\prod\limits_{j=1}^{m} (s - z_j)}{\prod\limits_{i=1}^{n} (s - p_i)} = -1$$

线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程

根執遊方程的建立 幅值辐角形式 示例



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式



线性系统的根轨迹 法

邢超

将复数方程以幅值与幅角形式表示,由于

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式

将复数方程以幅值与幅角形式表示, 由于

 $-1 = e^{i(2k+1)\pi}, k = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式

示例

14/15



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式

示例

将复数方程以幅值与幅角形式表示,由于

$$-1 = e^{i(2k+1)\pi}, k = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$$

可得:



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数 结论

根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式

示例

将复数方程以幅值与幅角形式表示, 由于

$$-1 = e^{i(2k+1)\pi}, k = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$$

可得:

$$\sum_{i=1}^{m} \angle (s - z_j) - \sum_{i=1}^{n} \angle (s - p_i) = (2k + 1)\pi$$



将复数方程以幅值与幅角形式表示, 由于

$$-1 = e^{i(2k+1)\pi}, k = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$$

可得:

$$\sum_{j=1}^{m} \angle(s - z_j) - \sum_{i=1}^{n} \angle(s - p_i) = (2k + 1)\pi$$

$$\prod_{j=1}^{n} |s - p_j|$$

$$K^* = \prod_{\substack{i=1 \ j=1}}^{n} |s - p_i|$$

线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{結论} 根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式



线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

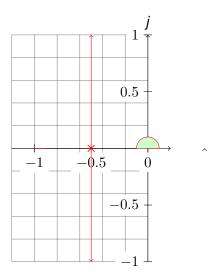
分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

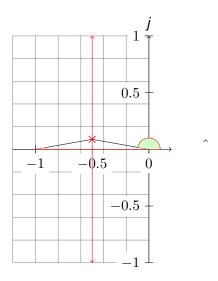
分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

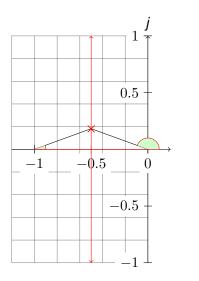
分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

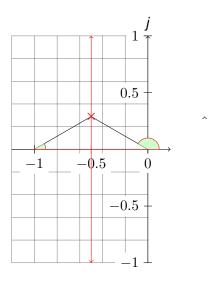
分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析示例

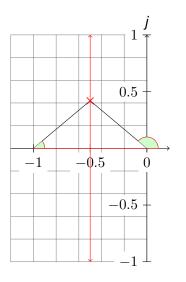
零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式

示例



 \wedge





邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

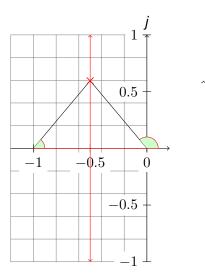
分析示例

零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式





线性系统的根轨迹 法

邢超

问题的提出

历史背景 参数的影响 零极点到根轨迹 Evans 本章内容

根轨迹与系统性能

分析 示例

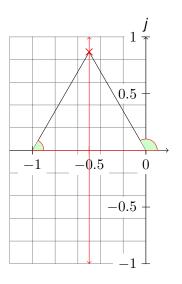
零极点关系

系统模型 开环传递函数 闭环传递函数

^{结论} 根轨迹方程

根轨迹方程的建立 幅值辐角形式

示例



 \wedge