

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

((سیستم های کنترل چند متغیره))

Multi-Input Multi-Output control systems

معرفی

مدرس: پوریا جعفری

مباحث مورد توجه در تحلیل و طراحی سیستم های چند متغیره

- Multivariable system representation
- Multivariable Poles and Zeros
- Controllability and Observability
- State space realizations
- Multivariable system stability
- Multivariable system robustness analysis
- Control structure selection: Input-output selection and Input-output pairing
- Control system design strategies:
 - Diagonal or Decentralized
 - Block Diagonal
 - Fully Centralized
- Control design methodology



مباحث مورد توجه در طراحی سیستم های چند متغیره

- State space methods
- Multivariable root loci approach
- Rosenbrock frequency response approach
- Pole placement methods
- Eigenstructure assignment
- Multivariable PI(D) controllers
- Multivariable system robustness analysis
- The classical robust control methods
- QFT
- Soft computing approaches

✓ با توجه مطالب بیان شده، آنچه در این درس می تواند مورد بررسی قرار بگیرد. (با توجه به فهرست کتاب دکتر خاکی صدیق)

فصل ۱- مقدمه

فصل ۲: نمایش سیستم‌های خطی چندمتغیره

- توصیف ماتریس سیستم
- مرتبه سیستم
- ماتریس سیستم رزنبراک
- توصیف کسر - ماتریسی و توصیف کسر - ماتریسی کاهش ناپذیر

فصل ۳: قطب‌ها و صفرها در سیستم‌های چندمتغیره

- قطب‌های سیستم‌های چندمتغیره
- قطب‌های سیستم‌های چندمتغیره در فضای حالت و ماتریس سیستم
- قطب‌های سیستم‌های چندمتغیره در ماتریس تابع تبدیل
- صورت اسمیث- مک میلان یک ماتریس تابع تبدیل
- نوع سیستم‌های چندمتغیره خطی
- صفرهای سیستم‌های چندمتغیره- صفرهای عنصر و صفرهای انتقال
- جهت‌های صفر انتقال در سیستم‌های چندمتغیره
- یک کاربرد جهت صفر خروجی در سیستم‌های غیر می نیمم‌فاز
- تعداد صفرهای انتقال
- جایابی صفرهای انتقال

فصل ۴: تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل چندمتغیره در حوزه فضای حالت

- کنترل‌پذیری و رؤیت‌پذیری سیستم‌های خطی
- کنترل‌پذیری، رؤیت‌پذیری در توصیف ماتریس سیستم
- کنترل‌پذیری خروجی و کنترل‌پذیری تابعی
- نظریه تحقق در سیستم‌های چندمتغیره: تحقق‌های غیر می‌نیمال و تحقق گیلبرت
- کاهش مرتبه معادلات فضای حالت
- کاهش مرتبه معادلات فضای حالت غیر می‌نیمال
- کاهش مرتبه معادلات فضای حالت می‌نیمال: روش بُرش و روش مانده‌گذاری
- انتخاب مرتبه مدل دینامیکی کاهش یافته
- دکوپله‌سازی سیستم‌های چندمتغیره با فیدبک حالت

فصل ۵: پایداری و محدودیت‌های عملکردی در سیستم‌های چندمتغیره

- تحلیل پایداری نامی سیستم‌های چندمتغیره
- معیار پایداری نایکوئیست تعمیم یافته
- محدودیت‌های عملکردی در حوزه زمان و در حوزه فرکانس

فصل ۶: تحلیل پایداری و عملکرد سیستم‌های چندمتغیره نامعین

- مثال‌های توصیفی
- مدل‌سازی سیستم‌های نامعین چندمتغیره: نامعینی‌های بی‌ساختار و پارامتری
- تحلیل پایداری مقاوم سیستم‌های چندمتغیره نامعین و پایداری مقاوم برای نامعینی بی‌ساختار
- حاشیه پایداری مقاوم بر اساس نظریه نایکوئیست
- تحلیل عملکرد سیستم‌های چندمتغیره: تضعیف اثر اغتشاش، ردیابی و تضعیف اثر خطاهای اندازه‌گیری بر پاسخ حلقه بسته
- عملکرد مقاوم

فصل ۷: مباحث کلاسیک در طراحی سیستم‌های کنترل چندمتغیره

- مقدمه ای بر طراحی
- انتخاب ورودی و خروجی
- معیارهای ارزیابی انتخاب ورودی و خروجی
- یک مثال عملی: توربین گازی
- انتخاب پیکربندی کنترل: اصول RGA
- ملاحظات پیکربندی کنترل در طراحی سیستم های کنترل غیرمتمرکز
- طراحی کنترل کننده های چندمتغیره به روش حلقه بستن ترتیبی
- طراحی ماتریس های پیش جبران ساز برای حل دشواری کنترل

فصل ۸: کنترل PI سیستم‌های چندمتغیره

- مقدمه
- طراحی های مبتنی بر ماتریس پاسخ پله‌ی سیستم
- مطالب مقدماتی و فرضیات مساله
- راهکار اول طراحی
- راهکار دوم طراحی
- کنترل کننده های PI چندمتغیره بهره بالا
- طراحی برای سیستم های چندمتغیره منظم
- طراحی برای سیستم های چندمتغیره نامنظم

فصل ۹: طراحی سیستم‌های کنترل مقاوم به روش فیدبک کمی

- طراحی سیستم‌های کنترل مقاوم به روش QFT برای سیستم‌های چند ورودی و یک خروجی
- مدل‌های مطلوب رفتار حلقه بسته
- نگاره‌های نامعینی
- مرز پایداری یا مرز - U
- کران‌ها در QFT
- شکل دهی حلقه و طراحی پیش فیلتر
- طراحی سیستم‌های کنترل مقاوم به روش QFT برای سیستم‌های چندمتغیره
- معادل‌های MISO موثر
- کران‌های عملکردی
- روش طراحی QFT

○ تحلیل و طراحی سیستم‌های چند متغیره، دکتر علی خاکی صدیق، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

1. **Multivariable Feedback Control**, S. Skogestad, I. Postlethwaite, Wiley, 2005.
2. **Linear Robust Control**, M. Green, D J N Limebeer, Prentice-Hall, 1995.
3. **Multivariable Control System Design Techniques**, G. F. Bryant, L. F. Yeung, Wiley 1996.
4. **Linear Control System Analysis and Design**, J J Dazzo, C H Houpis, McGraw-Hill, 1988.
5. **Multivariable System Theory and Design**, R V Patel, N Munro, Pergammon Press, 1982.
6. **Multivariable Feedback Design**, J M Maciejowski, Wesley, 1989.
7. **Quantitative Feedback Theory**, C H Houpis, S J Rasmussen, Marcel Dekker, 1999.
8. **Control Configuration Selection in Multivariable Plants**, A. Khaki-Sedigh, B. Moaveni, Springer Verlag, 2009.

○ اسلایدهای درسی دکتر بیژن معاونی دانشگاه علم و صنعت و دکتر علی خاکی صدیق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی