

- طراحی های متمرکز
- طراحی های غیرمتمرکز

مراحل اصلی طراحی سیستم های کنترل چندمتغیره:

- مدل سازی سیستم
- تحلیل کامل سیستم حلقه باز و فرموله-سازی اهداف کنترلی
- انتخاب ساختار کنترلی
- طراحی کنترل کننده
- شبیه سازی یا اجرا بر روی دستگاه نمونه ی آزمایشگاهی
- پیاده سازی

• انتخاب ورودی و خروجی

- متغیرهای اندازه گیری شده
- متغیرهای دست کاری شده

• تعریف مساله

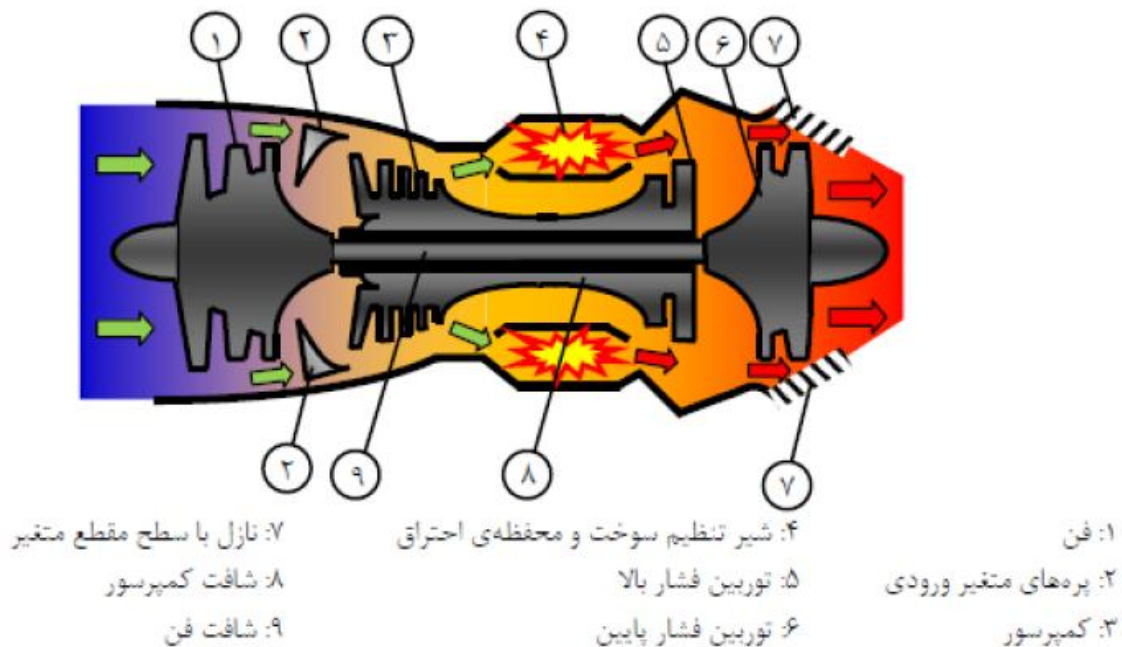
متغیرهای مناسب u را برای دست کاری توسط کنترل کننده
(ورودی های دستگاه) و متغیرهای مناسب y را برای ارسال به
کنترل کننده (خروجی های دستگاه) انتخاب کنید.

• انتخاب مناسب مجموعه ی IO

• معیارهای ارزیابی انتخاب مجموعه ی IO:

- می نیمم فاز بودن
- کنترل پذیری و رویت پذیری
- کنترل پذیری ورودی-خروجی
- کوچک ترین مقدار استثنایی
- عدد آرایه بهره نسبی

• یک مثال عملی



کمیت های مهمی که باید در موتور جت توربو فن کنترل گردند.
عبارتند از : رانش حاصل از موتور (trust)
Surge

رانش و Surge در هنگام پرواز قابل اندازه گیری نبوده و باید از کمیت های دیگری جهت
سنجش آنها استفاده کرد.

طراح باید کمیت هایی را که برای فیدبک مناسب هستند و با کنترل آنها می تواند کمیت رانش
و Surge را کنترل کند، انتخاب نماید.

کنترل غیر مستقیم رانش

کمیت های مورد استفاده در کنترل غیر مستقیم رانش عبارتند از :

سرعت گردش فن N_1

نسبت فشارهای دو طرف فن OPR

نسبت فشار دو طرف موتور EPR

کنترل غیر مستقیم Surge

کمیت های مورد استفاده در کنترل غیر مستقیم Surge عبارتند از :

فشار دو طرف کمپرسور LPCPR عدد ماخ LPCEMN

متغیر مهم دیگر عبارت است: سرعت گردش کمپرسور N_2

متغیر N_2 براحتی قابل اندازه گیری می باشد و همواره به عنوان یکی از خروجی های مهم مد نظر است.

از بین دسته متغیرهای تعریف شده در بالا (سه متغیر جهت کنترل رانش و ۲ متغیر جهت کنترل Surge) دو متغیر دیگر را به عنوان خروجی معرفی می نماییم. مجموعه متغیرهای خروجی پیشنهادی در جدول زیر آورده شده است.

شش مجموعه کاندیدا از متغیرهای کنترل شونده

شماره ی مجموعه	زیر مجموعه ی کاندیدا
۱	$[N_1 \text{ LPCPR } N_2]$
۲	$[OPR \text{ LPCPR } N_2]$
۳	$[EPR \text{ LPCPR } N_2]$
۴	$[N_1 \text{ LPCEMN } N_2]$
۵	$[OPR \text{ LPCEMN } N_2]$
۶	$[EPR \text{ LPCEMN } N_2]$

ورودی های کنترلی نیز عبارتند از:

■ **ورودی های کنترلی موتور** شیر کنترل دبی سوخت U_1 — نازل خروجی باسطح متغیر U_2
بره های متغیر ورودی U_3

تعداد متغیرهای حالت سیستم:

مدل بدست آمده با ۱۵ متغیر حالت تعریف شده است و در نقطه کار ۸۷٪ حداکثر رانش موتور بدست آمده است.

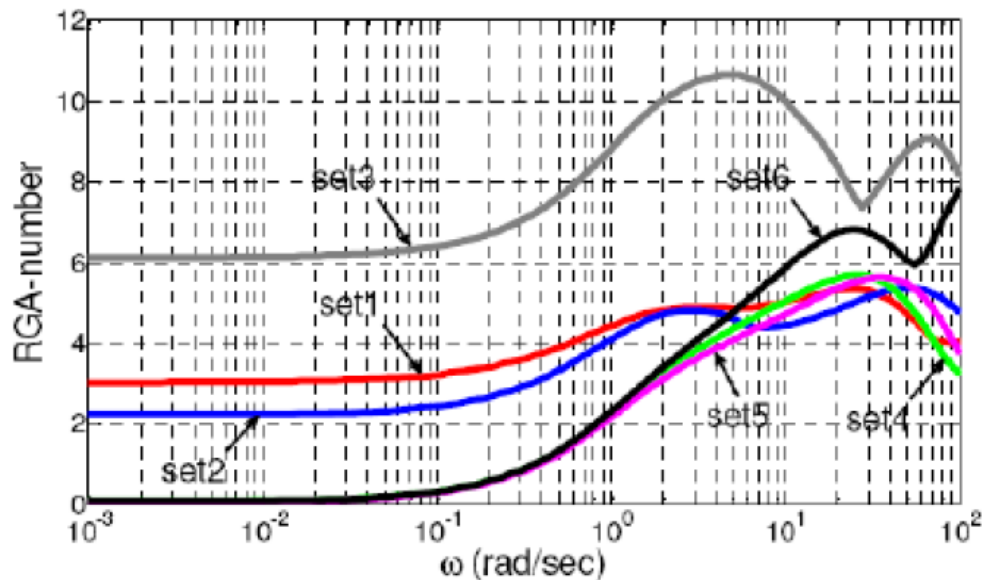
معیارهای ارائه شده برای انتخاب مناسبترین متغیر خروجی

(۱) می نیمم فاز بودن سیستم

می توان ملاحظه نمود که مجموعه های ۳ و ۶ (جدول فوق) به ترتیب صفرهای نیمه راست در ۳/۰۹ و ۲۷/۷ دارند و لذا این دو ترکیب نباید در طراحی لحاظ شوند

(۲) عدد آرایه بهره نسبی (RGA)

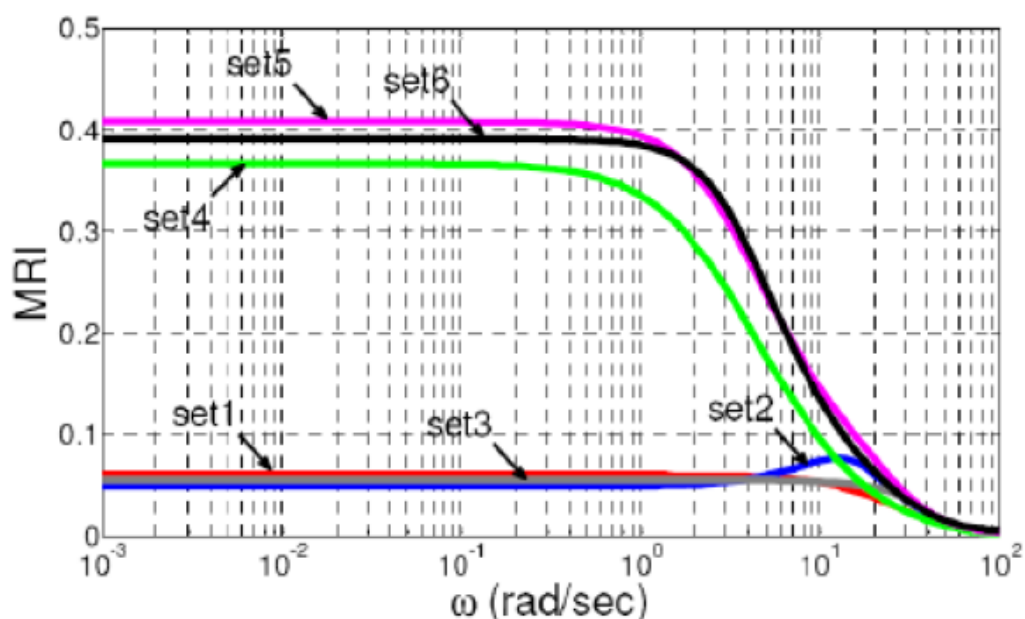
این اعداد برای ۶ مجموعه پیشنهادی در شکل زیر رسم شده اند
مجموعه ۳ در تمام فرکانسها عدد بزرگی دارد و مجموعه ۶ در فرکانسهای بالا نیز RGA بزرگی دارد. و علیرغم غیرمی نیمم فاز بودن آنها ، مناسب نمی باشند.
مجموعه ۴ و ۵ نسبتاً از سایر مجموعه ها مناسب ترند.
مجموعه ۱ و ۲ در فرکانسهای پایین RGA بزرگی دارند و مناسب نمی باشند



عددهای RGA برای شش مجموعه ی کاندید

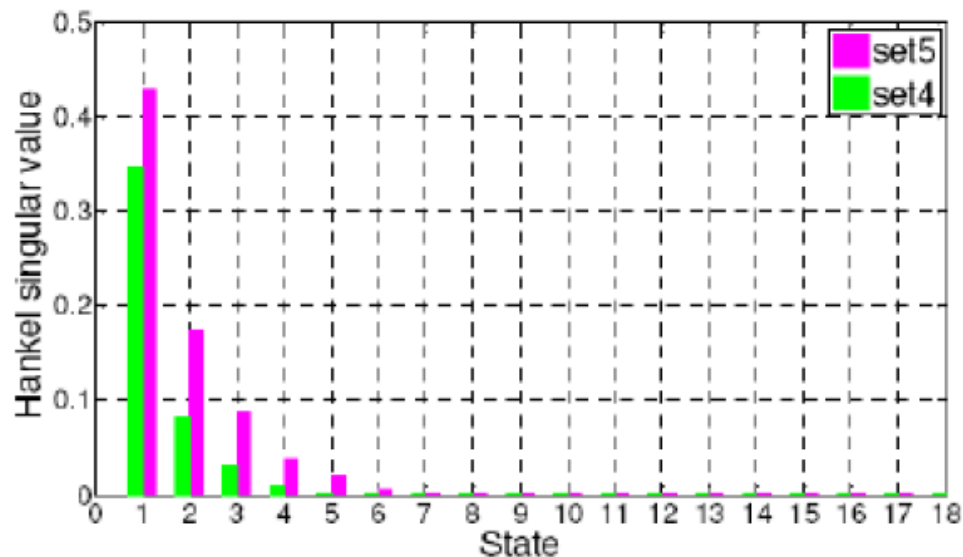
(۳) کوچکترین مقدار استثنایی

بالا بودن کوچکترین مقدار استثنایی خود معیار مناسبی جهت انتخاب مجموعه مناسب می باشد.



(۴) مقدار استثنایی هانکل

با توجه به معیارهای قبلی فقط مجموعه ۴ و ۵ مناسب تشخیص داده شده و لذا فقط مقدار استثنایی هانکل آنها ترسیم شده است



مقادیر استثنایی هانکل برای مجموعه های ۴ و ۵

ماتریس تابع تبدیل نهایی، پس از تعیین ورودی ها و خروجی های سیستم، ماتریس تابع تبدیل آن در نقطه کار ۸۷٪ حداکثر رانش موتور به صورت زیر به دست آمده است

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + 12/7s + 16/8} \begin{bmatrix} 7/6s + 16/3 & 2/2s + 2/6 & -2/2s - 1/3 \\ -7s + 0/7 & -2/8s - 5/7 & 3/3s + 9/6 \\ 2s + 26/2 & 0/6s - 3/9 & 1/1s + 11/2 \end{bmatrix}$$