



به نام خدا

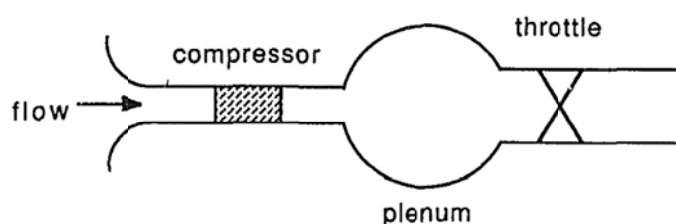
دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده برق

گروه کنترل - کنترل دیجیتال

شبیه‌سازی سوم

ارائه ۹۹/۹/۲۳ برگشت ۹۹/۱۰/۶

سیستم کمپرسور جریان محوری^۱ را مطابق شکل زیر در نظر بگیرید.



شکل ۱. شماتیک سیستم کمپرسور جریان محوری [1].

با در نظر گرفتن تخمین تک مد برای دینامیک کمپرسور محوری، معادلات حالت آن به صورت زیر بیان می‌گردد [2].

$$\begin{cases} \dot{R} = R(-2\phi - \phi^2 - R), R(t) > 0 \\ \dot{\phi} = -\psi - \frac{3}{2}\phi + \frac{1}{2} - \frac{1}{2}(\phi + 1)^3 - 3(\phi + 1)R \\ \psi = \phi + 1 - u \end{cases} \quad (1)$$

متغیرهای سیستم (۱) به صورت زیر تعریف می‌شوند و ورودی کنترلی u جریان داخل دریچه را مشخص می‌کند.

ϕ	انحراف دبی جرمی ^۲ از مقدار مطلوب
ψ	انحراف فشار افزایشی ^۳ از مقدار مطلوب
R	بزرگی مد واماندگی اولیه ^۴

بزرگی مد واماندگی اولیه، به عنوان خروجی سیستم ($y = R$) در نظر گرفته می‌شود. رابطه ورودی-خروجی در حالت ماندگار (مشتقات در رابطه‌ی (۱) صفر فرض می‌شوند و متغیرهای ϕ و ψ از معادلات حذف می‌گردند) به صورت رابطه‌ی (۲) بدست می‌آید.

$$y_e = 1 - u_e^2, y_e = R_e > 0 \quad (2)$$

شکل ۲ نمودار خروجی به ورودی سیستم کمپرسور جریان محوری در حالت ماندگار را نمایش می‌دهد. نقاط کار زیر را در بگیرید:

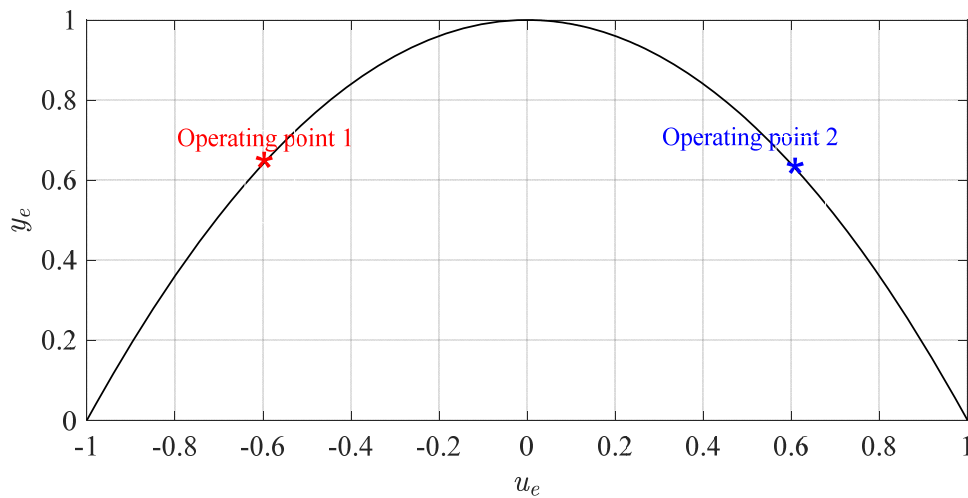
¹ Axial flow compressor

² Mass flow

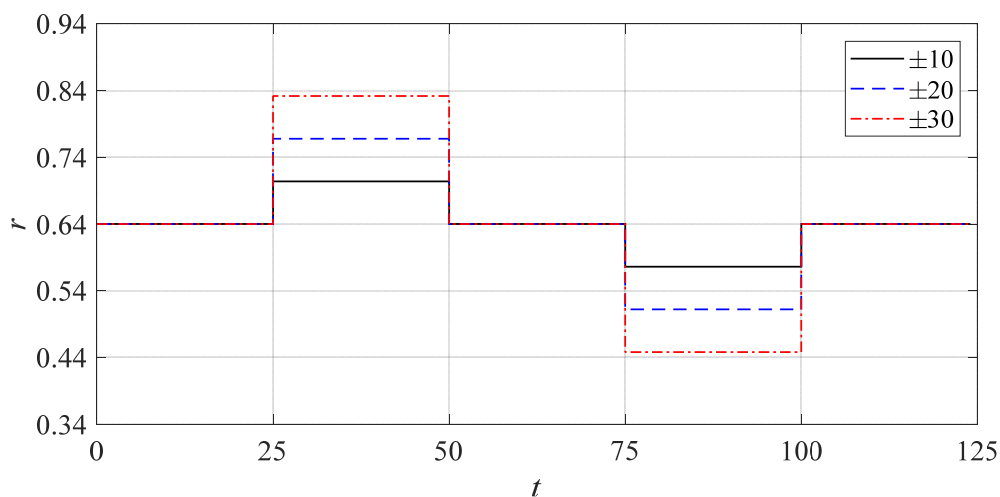
³ Pressure rise

⁴ First stall mode

Operating point 1: $\begin{cases} u_1 = -0.6 \\ R_1 = 0.64 \\ \phi_1 = -1.6 \\ \psi_1 = 4.16 \end{cases}$ and Operating point 2: $\begin{cases} u_2 = 0.6 \\ R_2 = 0.64 \\ \phi_2 = -0.4 \\ \psi_2 = -0.16 \end{cases}$



شکل ۲. نمودار خروجی به ورودی حالت ماندگار سیستم.



شکل ۳: شکل موج مربوط به ورودی سیستم.

ورودی مرجع r را به فرم شکل ۳ (موج مربعی با سه دامنه مختلف برای تغییرات) در نظر بگیرید و کارهایی خواسته شده زیر را انجام دهید.

۱- با استفاده از تابع تبدیل مدل خطی گسسته کنترل کننده RST را طراحی کنید.

۲- قطب‌های حلقه بسته (ریشه‌های A_m) را طوری انتخاب کنید تا پاسخ پله حلقه بسته دو برابر نسبت به حلقه باز سریع تر باشد.

۳- ریشه‌های چندجمله‌ای A_o را

الف) نصف ریشه‌های A_m در نظر بگیرید.

ب) در مبدا قرار دهید.

۴- کنترل کننده حاصل را به مدل خطی گسسته اعمال کنید.

۵- کنترل کننده حاصل را به مدل غیرخطی گسسته اعمال کنید.

۶- کنترل کننده حاصل را به مدل غیرخطی پیوسته اعمال کنید.

۷- پاسخها را در موارد ذکر شده بالا با هم مقایسه کنید و نتایج مقایسه را توضیح دهید.

- [1]. F.E. Mc Caughan, "Application of bifurcation theory to axial flow compressor instability," *J. Turbomachinery Trans ASME*, vol. 111, pp. 426-433, October 1989.
- [2]. T. Liu, Z. Jiang and D.J. Hill, "Nonlinear Control of Dynamic Networks," *CRC Press*, Ed. 1, pp. 39-40, 2014.

متشکرم

موفق باشید.