



به نام خدا

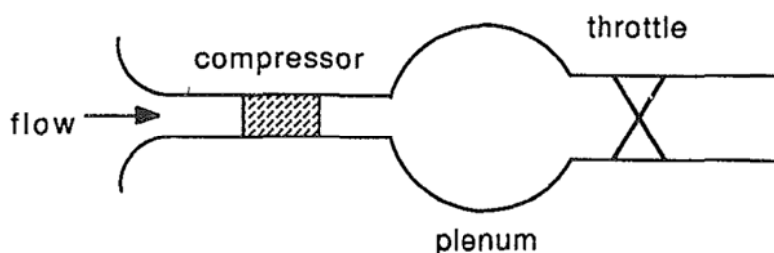
دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده برق

گروه کنترل - کنترل دیجیتال

شبیه‌سازی اول

ارائه ۹۹/۸/۴ برگشت ۹۹/۸/۲۵

سیستم کمپرسور جریان محوری<sup>۱</sup> 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].

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

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

مشخص می‌کند.

$\phi$	انحراف دبی جرمی <sup>۲</sup> از مقدار مطلوب
$\psi$	انحراف فشار افزایشی <sup>۳</sup> از مقدار مطلوب
$R$	بزرگی مد واماندگی اولیه <sup>۴</sup>

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  $\phi$  و  $\psi$  از

معادلات حذف می‌گردند) به صورت رابطه‌ی (۲) بدست می‌آید.

<sup>1</sup> Axial flow compressor

<sup>2</sup> Mass flow

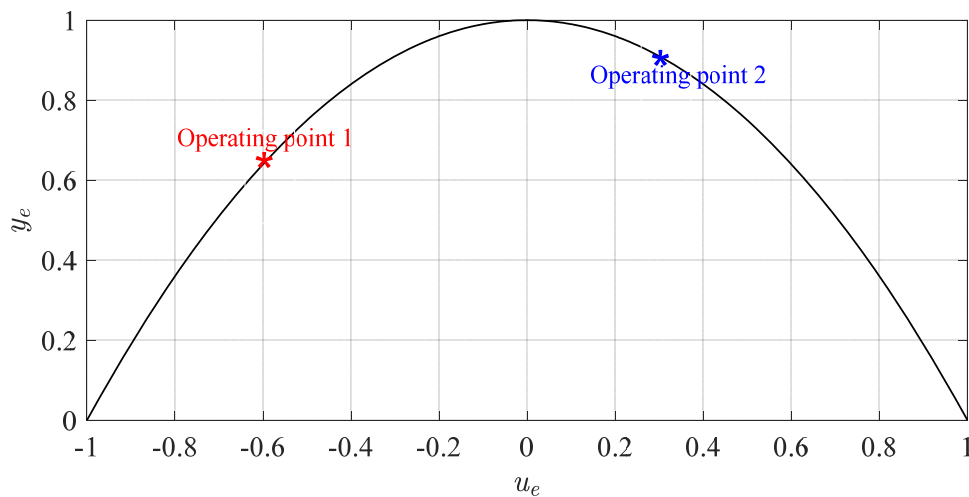
<sup>3</sup> Pressure rise

<sup>4</sup> First stall mode

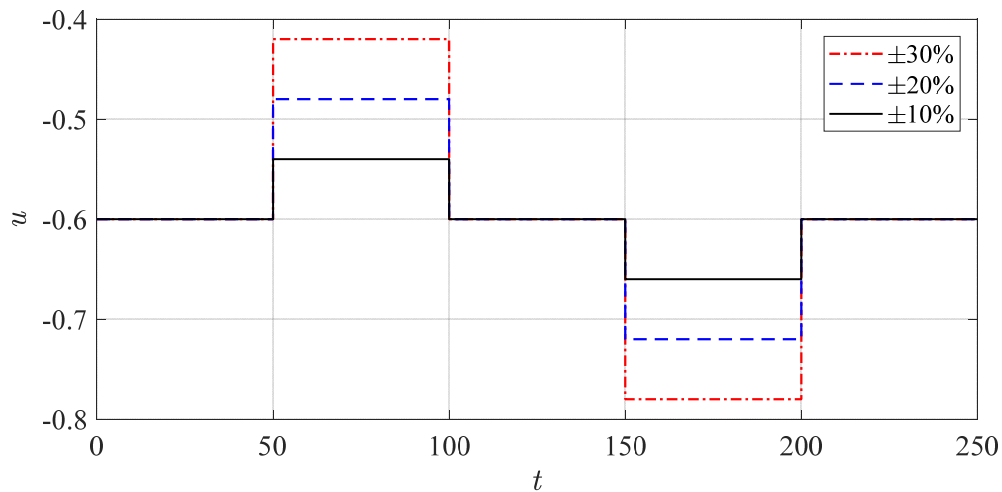
$$y_e = 1 - u_e^2, \quad y_e = R_e > 0 \quad (2)$$

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

$$\text{Operating point 1: } \begin{cases} u_1 = -0.6 \\ R_1 = 0.64 \\ \phi_1 = -1.6 \\ \psi_1 = 4.16 \end{cases} \text{ and Operating point 2: } \begin{cases} u_2 = 0.3 \\ R_2 = 0.91 \\ \phi_2 = -0.7 \\ \psi_2 = 0.7175 \end{cases}$$



شکل ۲. نمودار خروجی به ورودی حالت ماندگار سیستم.



شکل ۳. شکل موج مربوط به ورودی سیستم برای نقطه کار اول.

مطلوب است:

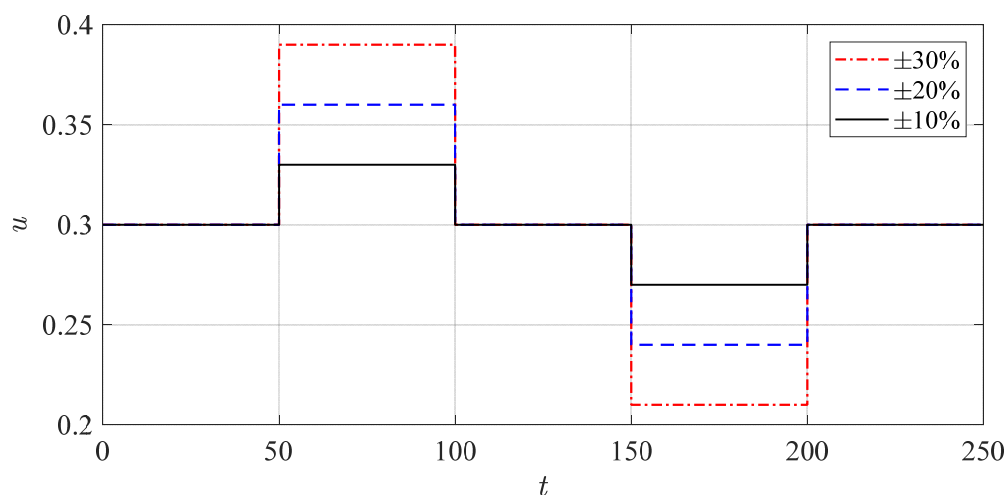
۱- معادلات حالت سیستم را حول نقطه کار داده شده خطی کنید.

۲- ورودی به فرم شکل ۳ و شکل ۴ (موج مربعی با سه دامنه مختلف برای تغییرات) را به سیستم

اصلی و خطی شده اعمال نمایید و پاسخ‌های آنها را در یک شکل رسم کنید. توجه شود که

ورودی متناظر با نقطه‌ی تعادلی که حول آن، سیستم خطی شده را اعمال نمایید.

۳- در مورد اختلاف پاسخ‌ها در دو حالت و ارتباط آن با دامنه تغییرات ورودی توضیح دهید.



شکل ۴. شکل موج مربوط به ورودی سیستم برای نقطه کار دوم.

- [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.