



مدلسازی سیستم تحریک پرواز هواپیما با استفاده از باندگراف

حامد صفری^۱

^۱کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک
Safari_hamed1985@yahoo.com

چکیده

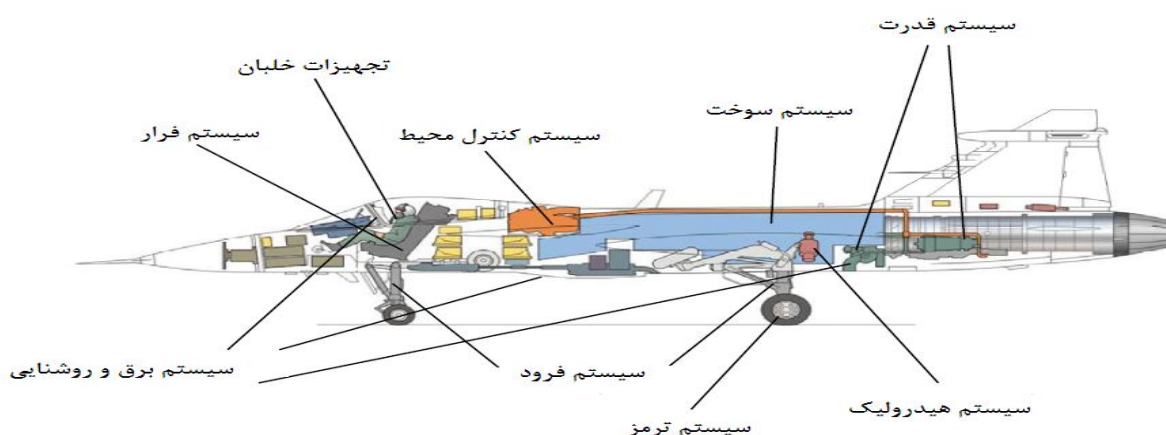
در این مقاله هدف مدلسازی سیستم تحریک پرواز هواپیما با استفاده از باند گراف می باشد که ابتدا به تعریف و ساختمان هواپیما و تعریف کلی از باندگراف و تاریخچه آن پرداخته و با استفاده از باندگراف گشتاور دریچه شیر سرو ، دریچه شیر و پیستون ، پیستون و بار هواپیما را مدلسازی نموده و مدل باندگراف ، فضای حالت سیستم ، دیاگرام بعد و پاسخ پله سیستم را بدست می آوریم.

کلمات کلیدی: هواپیما ، تحریک پرواز ، باندگراف ، مدلسازی

۱. مقدمه

هواپیما یک وسیله پرنده که انواع ، اشکال و اندازه های مختلف طراحی و ساخته می شود . و در موارد گوناگونی از قبیل حمل و نقل ، باربری ، تجسس ، نظامی و آموزشی مورد استفاده قرار میگیرد.
هواپیما شامل انواع نیروهای مکانیکی ، نیوماتیکی ، هیدرولیکی ، الکتریکی ، الکترونیکی و آئرودینامیکی بوده و از کلیه مواد موجود مانند آلومینیوم ، فولاد ، تیتانیوم و مواد کامپوزیتی ، لاستیکی و پلاستیکی ساخته شده است.
هواپیما از نظر طرح و عملکرد به دو دسته بال ثابت و بال متحرک (هلی کوپتر) و از نظر پیشرانش به دو دسته موتور دار و بی موتور (گلايدر) و از نظر کاربردی به دو دسته نظامی و غیر نظامی ساخته می شوند.

نمای کلی از یک هواپیما در شکل ۱ نمایش داده می شود :



شکل ۱ : نمای کلی از یک هواپیما

باندگراف :

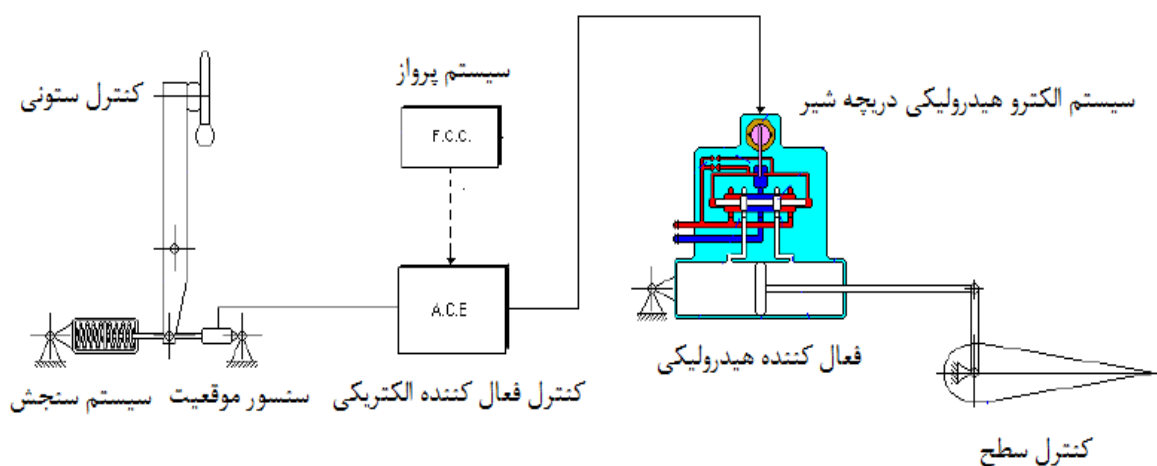
روش باندگراف یک روش مدلسازی سیستم های دینامیکی است که انرژی سیستم ها را مورد مطالعه قرار می دهد و از روی آن مدل ترسیمی (گرافیکی) را به نمایش می گذارد . روش های بلوک دیاگرام و سیگنال فلوگراف صرفاً ساختار محاسباتی مدل را در بر می گیرند در حالی که روش باندگراف به عنوان یک روش مدرن ، پیشرفته و قوی ، هر دو ساختار محاسباتی و توپولوژیکی سیستم های دینامیکی را بیان می کند . این روش بر روی محدوده وسیعی از سیستم های دینامیکی پیچیده و ترکیبی بویژه سیستم های مکانیکی و الکتریکی و نیز سیستم های شیمیایی ، سیالاتی ، ترمودینامیکی ، اکولوژیکی ، مغناطیسی ، بیومدیکالی و ... قابل اعمال می باشد . با استفاده از این روش می توان مدلسازی ، شبیه سازی ، تجزیه و تحلیل و ارزیابی این گونه سیستم های پیچیده و با مقیاس بزرگ را سریع ، راحت و مقاوم انجام داد . با عنایت به موضوعات و حوزه های مختلف فیزیکی و مهندسی که می تواند این روش بر روی آنها مدلسازی انجام گیرد . با توجه به ساختار روش باندگراف ، آن را یک متدولوژی مدلسازی می شناسند و لذا می توان مدلسازی را به صورت فرآیندی انجام داد . علاوه بر فرآیند مدلسازی ، فرآیند تحلیل و یافتن معادلات حالت سیستم نیز از قابلیت های این روش است . یکی از ویژگی های مهم این روش با توجه به ساختار گرافیکی آن ، نمایش جریان توان در کل مدل می باشد و این به دلیل این است که مدل باندگراف در واقع تعیین کننده جریان توان اجزا سیستم می باشد . از آنجایی که نمایش باندگراف یک سیستم پیچیده چند موضوعی به دلایل فوق مفید می باشد و از سویی برای برخی از اینگونه سیستم ها ، مدل های ریاضی لاگرانژین آنها موجود و در اختیار می باشد . لذا روشی برای تبدیل لاگرانژین به مدل گرافیکی باندگراف ارائه می گردد. با وجود این چون روش باندگراف با عناصر هامیلتون یک سیستم نزدیکی تا لاگرانژین دارد فلذا تبدیل لاگرانژین به هامیلتون بدین منظور لازم به نظر می رسد.

تاریخچه :

روش مدلسازی باندگراف در اواخر دهه ۱۹۶۰ توسط هنری پینتر (Henry painter) از اساتید دانشگاه MIT آمریکا ابداع شد . کار او توسط کارنوپ (karnopp) و روزنبرگ (Rosenberg) در سالهای ۱۹۸۳ و ۱۹۹۰ با ارائه یک رویکرد سیستماتیک تر و ساده تری در بکارگیری روش باندگراف برای تنوعی از سیستم های دینامیکی توسعه یافت . به طور معمول باندگراف به منظور تسهیل در استخراج معادلات سیستم بدست می آیند . در توسعه باندگراف کارنوپ روشی را برای تولید

باندگراف از لاگرانژین سیستم ارائه داد . اماروش او ساختار پیچیده ای را در اختیار می گذاشت . روش کارنوپ بعدا توسط براون بهبود یافت ، روش براون نیز فرمولاسیون پیچیده درگیر با ترم های اینرسی برای مدول های ترانسفورمر و جایریتور را بکار می برد .

ابتدا به شماتیک کلی از یک سیستم تحریک هواپیما در شکل ۲ می پردازیم :

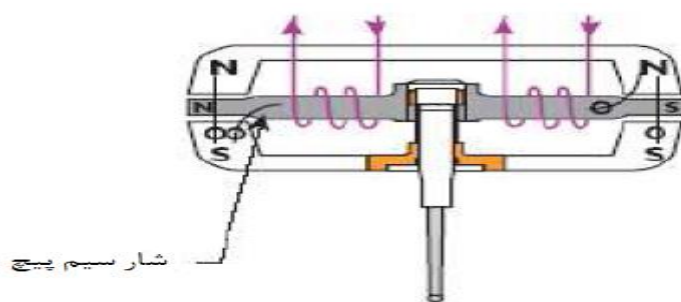


شکل ۲: شماتیک کلی از سیستم تحریک پرواز هواپیما

سپس به مدلسازی هر قسمت با استفاده از باندگراف می پردازیم .

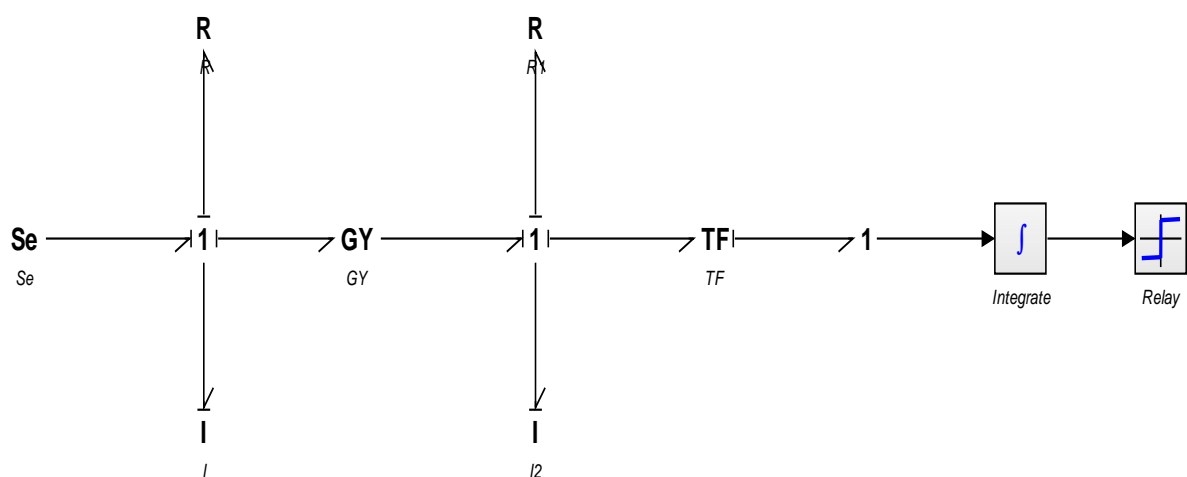
گشتاور دریچه شیر:

گشتاور دریچه شیر در شکل ۳ نمایش داده شده است :



شکل ۳: گشتاور دریچه شیر

مدل باندگراف گشتاور دریچه شیر در شکل ۴ نمایش داده شده است :



شکل ۴: مدل باندگراف گشتاور دریچه شیر

معادلات فضای حالت :

$$\dot{x}_1 = Li$$

$$e_1 = \dot{x}_1 = u - e_3 - e_5 = u - \frac{R}{L}x_1 - \frac{Kt}{J}x_2$$

$$\dot{x}_2 = Jw$$

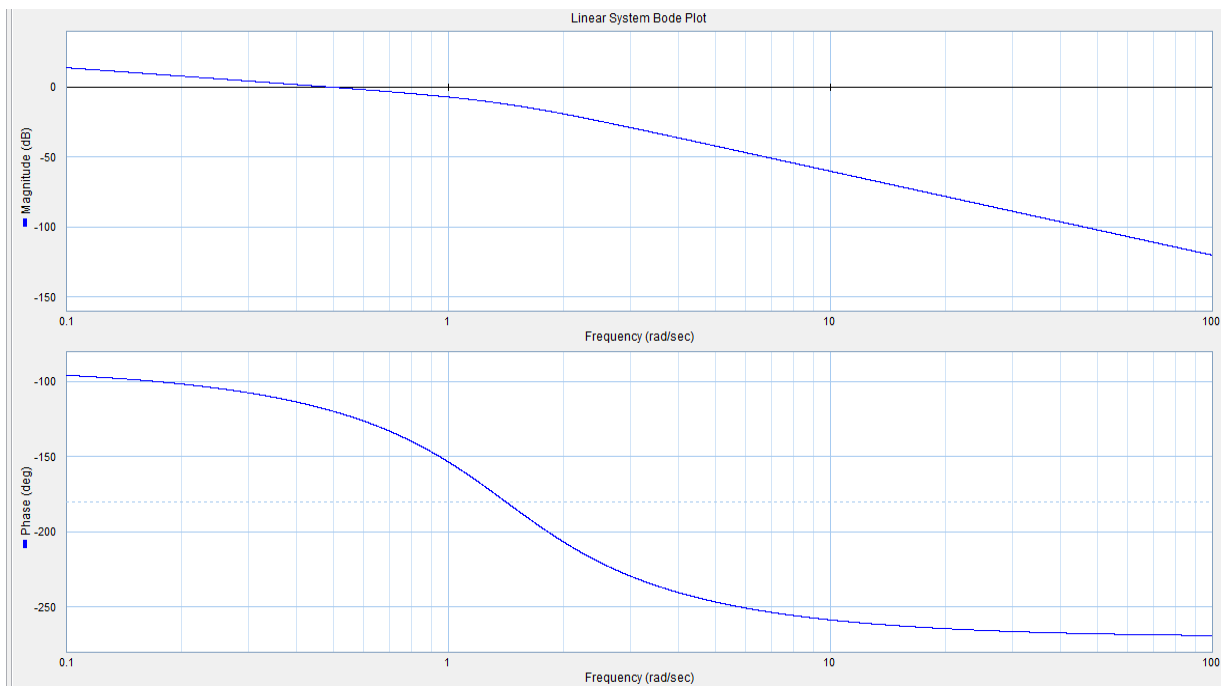
$$e_2 = \dot{x}_2 = e_6 - e_4 = \frac{Kt}{L}x_1 - \frac{b}{J}x_2$$

$$\dot{x}_3 = \frac{raio}{J} \int x_2$$

$$\dot{x}_3 = \frac{raio}{J}x_2$$

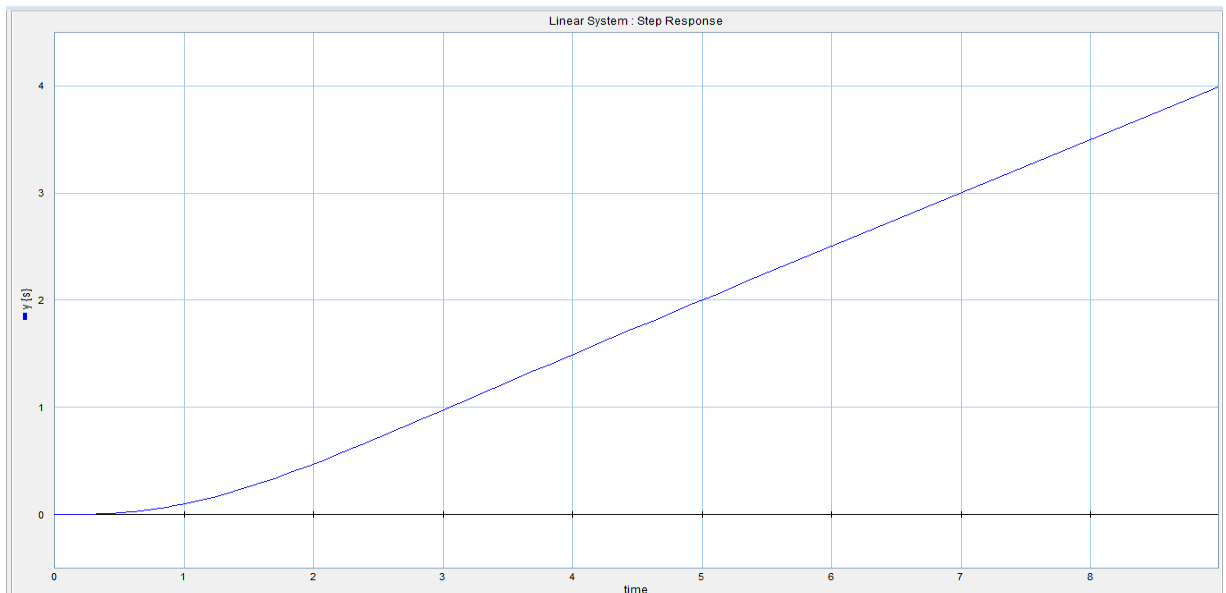
$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L} & -\frac{Kt}{J} & 0 \\ \frac{Kt}{L} & -\frac{b}{J} & 0 \\ 0 & \frac{raio}{J} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

دیاگرام بعد سیستم در شکل ۵ نمایش داده شده است :



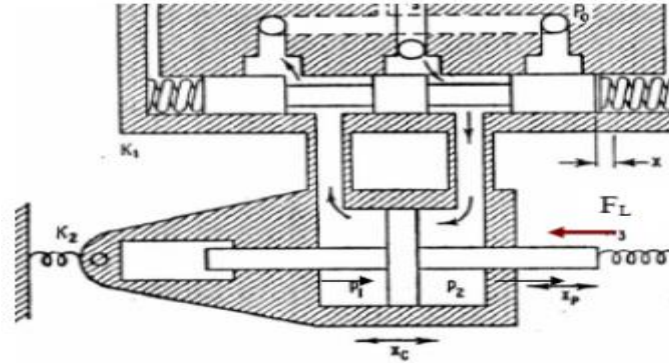
شکل ۵ : دیاگرام بعد سیستم

پاسخ پله سیستم در شکل ۶ نمایش داده شده است :



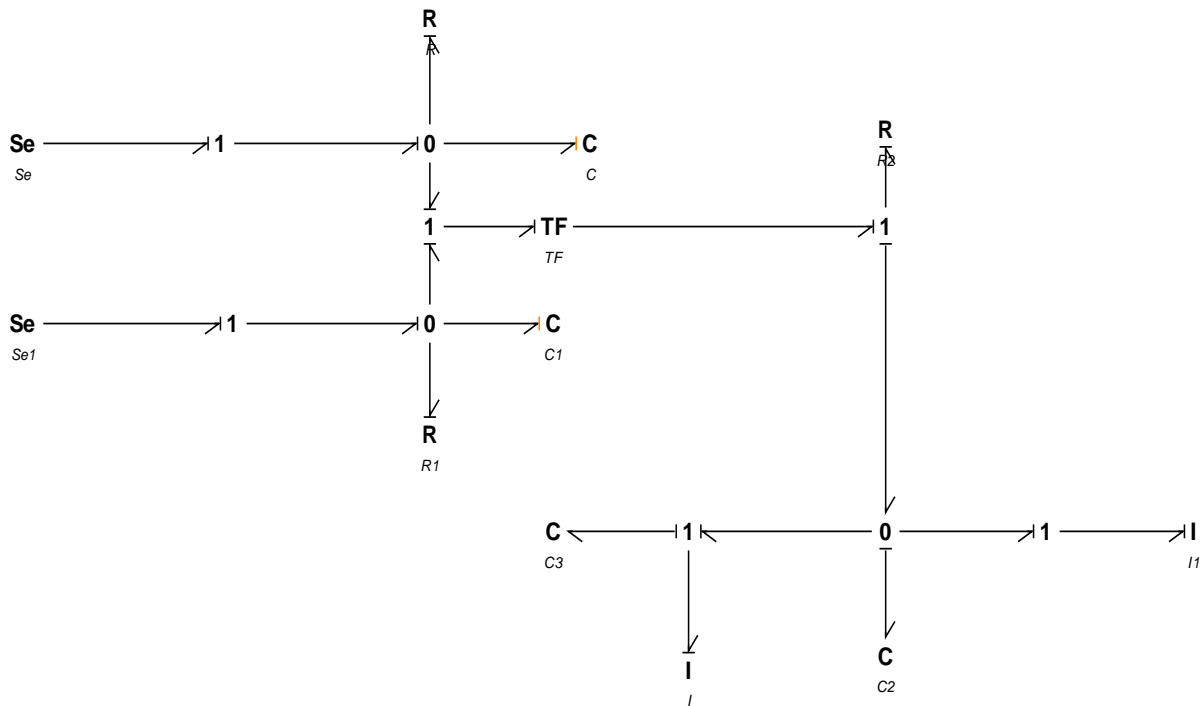
شکل ۶ : پاسخ پله سیستم

دریچه شیر و پیستون در شکل ۷ نمایش داده شده است :



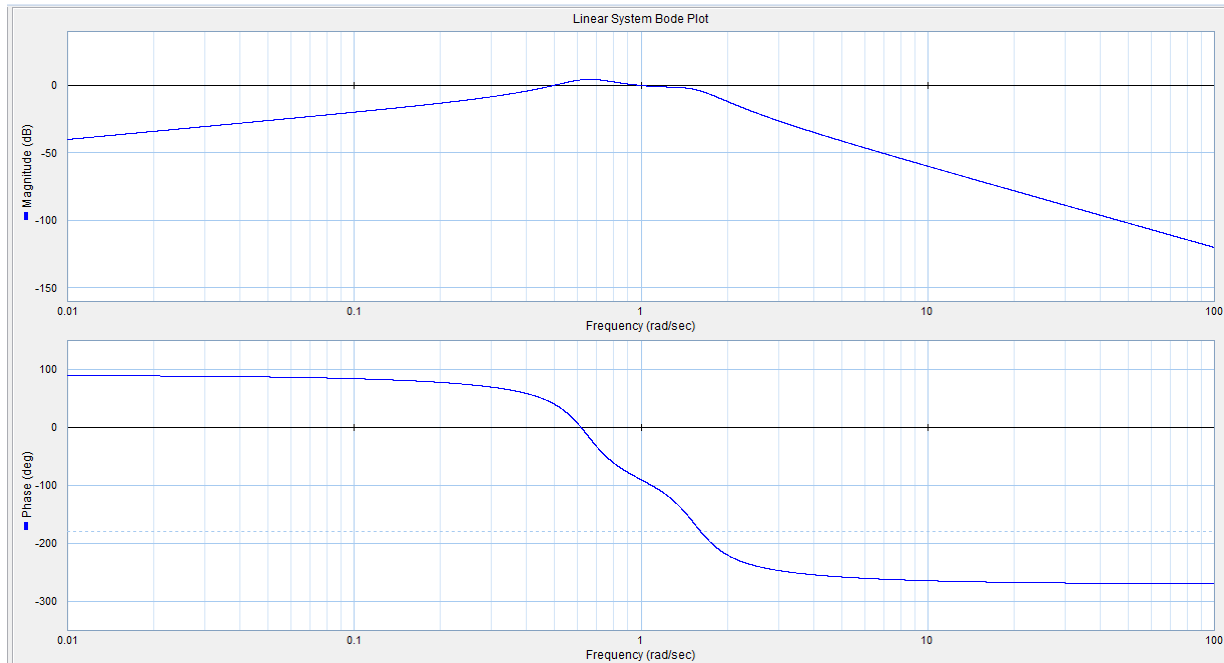
شکل ۷ : دریچه شیر و پیستون

مدل باندگراف دریچه شیر و پیستون در شکل ۸ نمایش داده شده است :



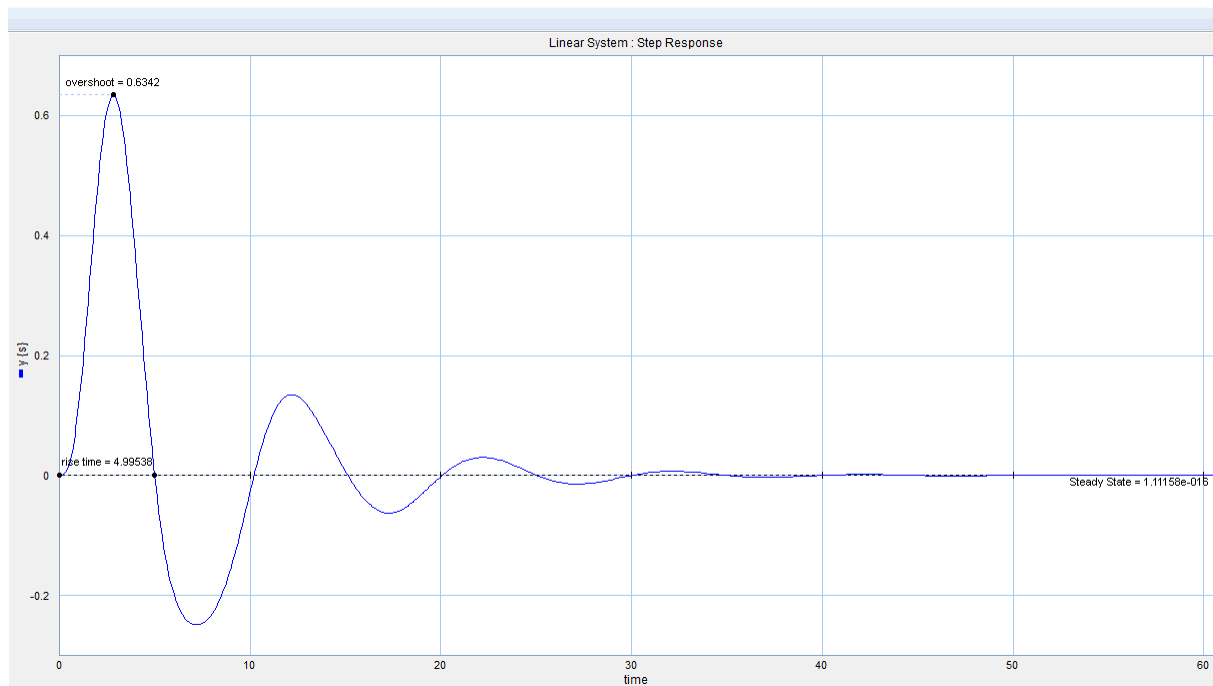
شکل ۸ : مدل باندگراف دریچه شیر و پیستون

دیاگرام بعد سیستم در شکل ۹ نمایش داده شده است :



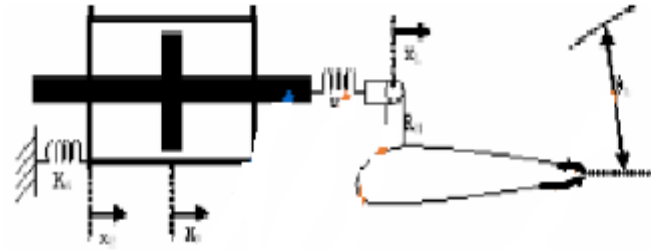
شکل ۹: دیاگرام بعد سیستم

پاسخ پله سیستم در شکل ۱۰ نمایش داده شده است :



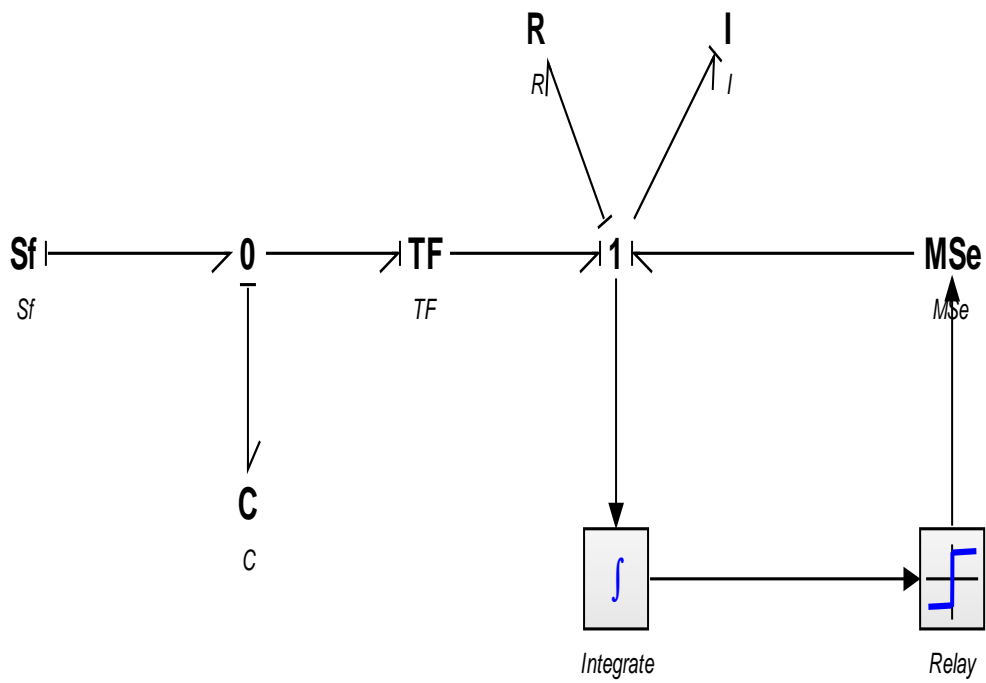
شکل ۱۰: پاسخ پله سیستم

شکل پیستون و بار در شکل ۱۱ نمایش داده شده است :



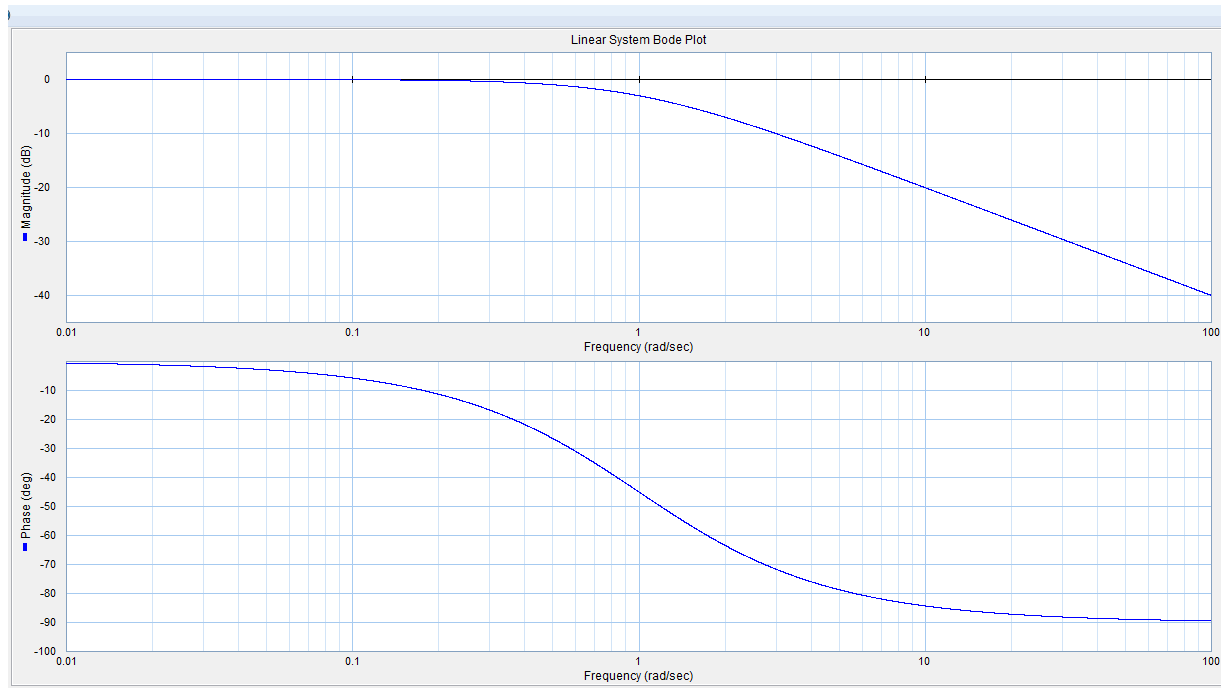
شکل ۱۱ : شکل پیستون و بار

باندگراف پیستون و بار در شکل ۱۲ نمایش داده شده است :



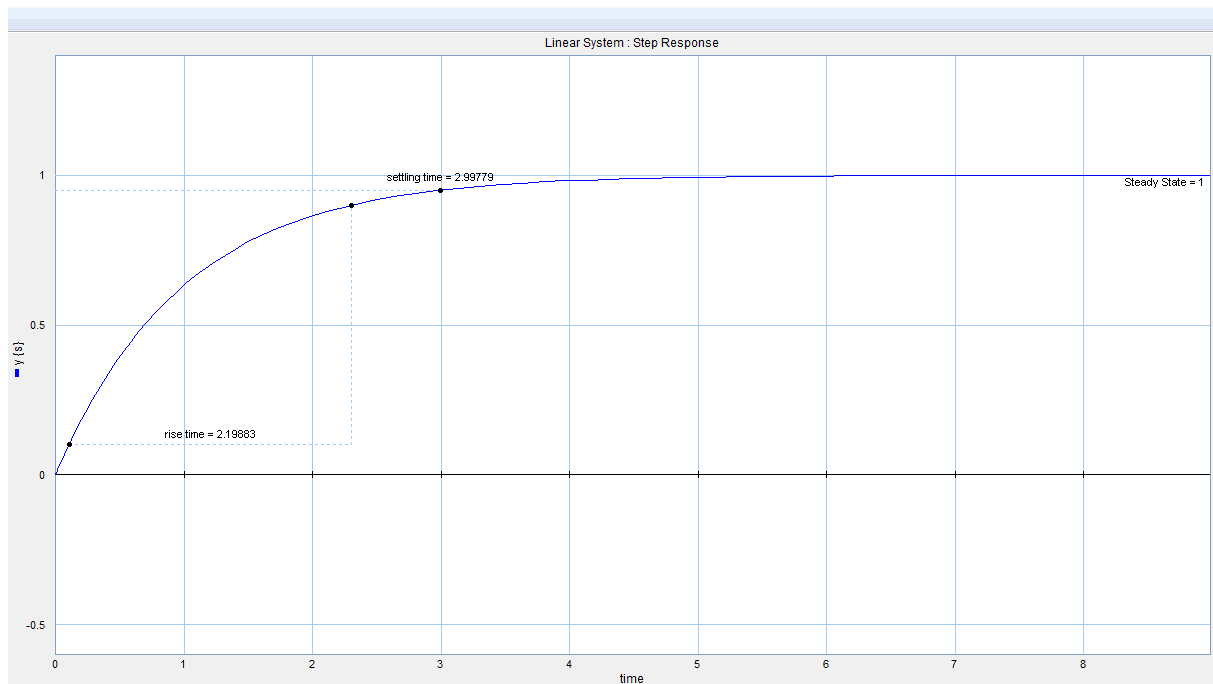
شکل ۱۲ : باندگراف پیستون و بار

دیاگرام بعد سیستم در شکل ۱۳ نمایش داده شده است :



شکل ۱۳ : دیاگرام بعد سیستم

پاسخ پله سیستم در شکل ۱۴ نمایش داده شده است :



شکل ۱۴ : پاسخ پله سیستم

نتیجه گیری :

در این مقاله با استفاده از باندگراف به فراگیری خوبی از داده های آزمایش سیستم تحریک پرواز و همچنین شناسایی روش های پارامتری از یک روش موثر برای اعتبار سنجی های تجربی برای مدل های دقیق تر محرک پرواز استفاده شد . مدل باندگراف یک نمایش گرافیکی دقیق از پویایی سیستم که با استفاده از آن معادلات حالت ، دیاگرام بعد و پاسخ پله سیستم را بدست آوردیم .

مراجع

- [1] Akaike H, A new look at the statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control, 19:716–723, 1974.
- [2] Anderberg O, SAAB AB, Private communications, 2011.
- [3] Andersson H, Aircraft Systems Modeling: Model Based Systems Engineering in Avionics Design and Aircraft Simulation, Linköping Studies in Science and Technology, Thesis No. 1394, Linköping, 2009.
- [4] ARINC 653, (2006), Avionics Application Software Standard Interface, ARINC 653, Specification, Part 1-3, Aeronautical Radio Incorporated, Annapolis, Maryland, USA.
- [5] Backlund G, The Effects of Modelling Requirements in Early Phases of Buyer-Supplier Relation, Linköping Studies in Science and Technology, Thesis No. 812, Linköping, 2000.
- [6] Becker M C, Salvatore P and Zirpoli F, The impact of virtual simulation tools on problemsolving and new product development organisation, Research policy. vol. 34, issue 9, pages 1305-1321, 2005.

Excitation system modeling aircraft using Bond Graph

Hamed Safari

Master of Engineering Mechatronics , Iran , Safari_hamed1985@yahoo.com

Abstract. This study aims to model excitation system of aircraft using the runway graph is beginning to defining and building aircraft and general definition of the Bond Graph and its history and using Bond Graph torque valve servo-valve pistons, piston and load Bond Graph model and model aircraft, space systems, state diagrams and step response then obtains system

Keywords: Aircraft, flight stimulation, Bond Graph ,Modeling