



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

کنترل دفع اختلال فعال جزء به جز

چکیده:

طرح کنترل دفع توزیع فعال و جزء به جزء (FADRC) جهت بهبود عملکرد سیستم‌های خطی با ترتیب جزء به جزء (FOS) پیشنهاد شده و بررسی جدی نشان می‌دهد که کنترل گر نیز قابل استفاده برای کنترل FOS خطی و نامتناسب می‌باشد. در FADRC، مشاهده گر سنتی و وسیع (ESO) به ترتیب ناچیز (FESO) با استفاده از آنالیز جزئی عمومیت بخشیده و تعقیب تمایزگر به اضافه‌ی بازخورد خطای غیرخطی به کمک کنترل اگر مشتق نسبی جایگزین می‌شود. جهت ساده‌سازی شرایط کنترل‌گر، روش پارامترسازی پهنای باند خطی انتخاب شده است. سپس، تأثیرات پهنای باند مشاهده گر W_0 و کنترل گر W_0 بر عملکرد سیستم تجزیه و تحلیل می‌شود. در نهایت، ثبات FADRC و مشخصات دامنه بسامد در مورد ورودی خطی و خروجی FOS مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج شبیه‌سازی توسط ADRC و FADRC بر روی FOS با یکدیگر مقایسه می‌شوند جهت ترسیم کارایی برنامه‌ی پیشنهاد شده.

واژگان کلیدی: کنترل رد توزیع فعال و جزئی (FADRC)، مشاهده گر وضعیت وسیع و جزئی (FESO)، کنترل گر مشتق نسبی و جزئی، سیستم دارای ترتیب خطی و جزئی.

مقدمه:

آنالیز جزئی، کلی‌سازی آنالیز معمولی با ترتیب عدد صحیح است. سیستم‌های توصیف شده توسط آنالیز دارای ترتیب جزئی به عنوان سیستم‌هایی با ترتیب جزئی شناخته می‌شوند (FOS). آنالیز جزئی ارائه گر روشی ترجیحی جهت توصیف اهداف طبیعی- پیچیده و پردازش‌های پویا مثل صدهای الکتریکی، سیستم بی‌نظم و مواد آلی دی الکتریک می‌باشد [6-1]. در نتیجه، دانشمندان علاقه‌ی زیادی به شناسایی [7 و 8] نشان می‌دهند. FOS خطی، نوع خاصی از FOS با مدل ساده و ترتیب‌های نسبی می‌باشد [9 و 10].

معمولا کنترل‌گران با اپراتور ترتیب جزئی برای FOS مناسب هستند (11 و 12). چهار نوع اصلی کنترل‌گرهای ترتیب جزئی وجود دارد که عبارتند از کنترل گر CRONE، TID (مشتق عدد صحیح)، کنترل گر PID با ترتیب

جزئی و کنترل‌گر عامل جبرانی (19-13). با بررسی مقتضیات طرح کنترل‌گر جهانی- صنعتی مثل ساختار سالم، قابلیت تکرار، عدم وابستگی به مدل، تغییر آسان پارامتر و استحکام قوی، کنترل رد توزیع فعال (ADRC)، الگویی جایگزین را برای کنترل FOS فراهم می‌آورد (22-20). هدف مرکزی ADRC تلقی عدم قطعیت داخلی و خارجی به عنوان توزیع کلی و رد فعال آنها می‌باشد. ساختار متراکم، تغییر آسان و کافی عملکرد خوب، ADRC را در دنیای کنترل صنعتی رایج می‌سازد (25-23). ابتدا از ADRC جهت کنترل FOS در (26) استفاده شد در جایی که ترتیب جزئی به عنوان قسمتی از توزیعات کلی تلقی شده و از مشاهده‌گر وضعیت وسیع (ESO) جهت برآورد و رد آن استفاده می‌شود. به علت نادیده گرفته شدن اطلاعات مدل موجود، به پهنای باند بالاتر مشاهده‌گر جهت برآورد وضعیت دقیق نیاز می‌باشد. در این مقاله، کنترل رد توزیع فعال و جزئی (FADRC) به عنوان راه حل کلی و قوی ADRC برای FOS پیشنهاد می‌شود. ESO به عنوان ترتیب جزئی بر طبق بالاترین ترتیب جزئی FOS مجدداً طراحی شد. ترتیب تعریف شده‌ی جزئی بیان می‌کند که مشاهده‌گر نه تنها به برآورد دقیق توزیع کلی بلکه به برآورد وضعیت پویا با ترتیب جزئی نیز پرداخته و در نهایت منجر به کاهش پهنای باند می‌گردد. به علاوه، از کنترل‌گر PD با ترتیب جزئی جهت جایگزین‌سازی متمایزگر و اظهار خطای غیرخطی استفاده می‌شود. گرچه اساساً FADRC برای جبران شرایط FOS خطی طراحی می‌شود اما بررسی‌ها حاکی از اینست که FADRC نیز برای FOS خطی مناسب است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که FADRC دارای الویت بارزتری به همراه پتانسیل برای کنترل FOS است.

به علت مشکل ایجاد شده توسط عدم قطعیت و خاصیت غیرخطی، مطالعات تئوریک ADRC همچنان در راستای کاربردهای صنعتی باقی می‌ماند. تحقیق اخیر بر تلاقی دامنه‌ی زمان تمرکز دارد (29-27). بررسی ثبات اساساً برای FOS در (30) مورد مطالعه قرار گرفته است. روش وسیع و معتبر ارائه شده توسط (31) Patil ارائه‌گر مسیری ساده برای ساخت موقعیت FOS کلی بوده و جهت طراحی FADRC مورد استفاده قرار می‌گیرد. FOS به ترتیب عدد صحیح ترجمه شده و در نتیجه، روش بررسی سیستم کلی عدد صحیح را می‌توان مستقیماً انتخاب کرد.

ادامه‌ی این مقاله طبق زیر سازمان‌دهی می‌شود. در بخش 2، معرفی FOS خطی مشاهده‌گر وضعیت دارای ترتیب جزئی با ابعاد کامل ترسیم می‌گردد. در بخش 3، ساختار کلی FADRC و FESO و الگوریتم منطبق

معرفی می‌شود. بخش 4 ترسیم‌گر ثبات و مشخصات دامنه بسامد FADRC است. سپس، نتایج شبیه‌سازی ADRC و FADRC در بخش 5 مقایسه می‌شوند. در نهایت، نتیجه‌گیری‌هایی در بخش 16 ارائه می‌شود.

2- سیستم‌های دارای ترتیب جزئی و مشاهده‌گر وضعیت با ابعاد کلی:

عملکرد انتقال خروجی و ورودی با ترتیب قدیمی عدد صحیح (SISO) را می‌توان مورد FOS گسترش داد. از سه تعاریف گوناگون و جایگزین ارائه شده در مورد مشتقات جزئی و RL, GL و نیز تعاریف Caputo عمدتاً استفاده می‌شود. در تمام سه تعاریف، اپراتور جزئی به عنوان اپراتور غیرمحل عمل می‌کند، یعنی بگوییم که مشتقات جزئی دارای گنجینه‌ای از ارزش‌های گذشته هستند.

اجرای مستقیم اپراتور با ترتیب جزئی در دامنه‌ی زمانی تعیین شده برای FOS پیچیده با استفاده از تعاریف استاندارد، سخت است. به منظور حل این مشکل، از اپراتورهای دارای ترتیب عدد صحیح جهت تقریب اپراتورهای جزئی استفاده می‌شود. اقدامات زیادی در این حوزه انجام شده است. Piche، تقریب‌های مشخص زمانی را برای اپراتورهای جزئی بر اساس مطالعات عددی ارائه می‌دهد (32). Freeborn، روشی را جهت کاهش خطای تقریب با ترتیب دوم پیشنهاد کرد (33). تقریب فهرست‌بندی شده (34) در این مقاله انتخاب می‌شود که بر اساس تقریب‌های مربوط به تئوری شبکه بوده و می‌تواند دقت مطلوبی را در مورد هر مجموعه بسامد ارائه دهد.

2.1- ترسیم عملکرد انتقال

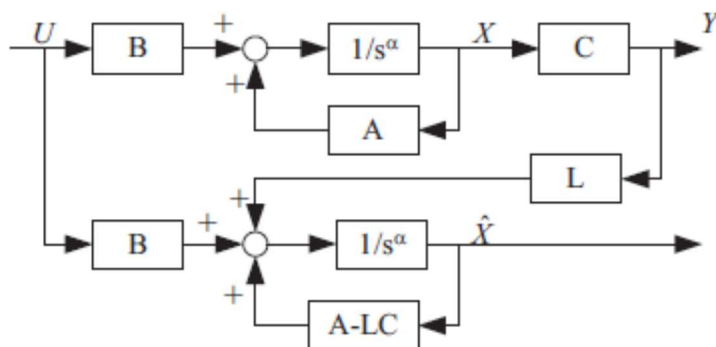
FOS خطی SISO را می‌توان تحت عنوان (35) توصیف کرد:

$$y(t) + \sum_{i=0}^n a_{it_0} D_t^{\phi_i} y(t) = \sum_{j=0}^m b_{jt_0} D_t^{\varphi_j} u(t), \quad (1)$$

در جایی که $U(t)$ ورودی، $y(t)$ خروجی بوده، $\phi_i (1 \leq i \leq n)$ و $\varphi_j (0 \leq j \leq m)$ اعدادی مثبت بوده و در نتیجه داریم: $\varphi_2 \dots < \varphi_m (\varphi_m < \phi_n)$. ضرایب مدل $a_i (1 \leq i \leq n)$ و $b_j (0 \leq j \leq m)$ برابر با اعداد ثابت هستند. اپراتوری متمایز با ترتیب جزئی است، t_0 و t به حدود بالایی و پایینی فاصل تلفیقی اشاره دارند. مشتق جزئی و دارای ترتیب a با متغیر t و نقطه شروع $t_0=0$ طبق معادله‌ی (2) تعریف می‌شود:

$${}_0D_t^\alpha y(t) = \frac{1}{\Gamma(1-\gamma)} \int_0^t \frac{y^{(m+1)}(\tau)}{(t-\tau)^\gamma} d\tau, \quad (2)$$

در جایی که $\Gamma(Z)$ عملکرد گامای Euler و $\alpha = m + \gamma, m \in N_+, 0 < \gamma \leq 1$ در معادله‌ی متفاوت جزئی، یعنی معادله‌ی (1) چنانچه تمایزات ترتیب، عدد صحیح محور باشد یعنی $\phi_i = i\alpha, \varphi_i = j\alpha$ سیستم به عنوان ترتیب اجباری تلقی خواهد شد و شکل زیر را به خود می‌گیرد.



شکل 1- منحنی بسته‌ی مرتبط با مشاهده‌گر وضعیت ترتیب جزئی

$$y(t) + \sum_{i=0}^n a_{i0} D_t^{i\alpha} y(t) = \sum_{j=0}^m b_{j0} D_t^{j\alpha} u(t). \quad (3)$$

با فرض صفر بودن شرایط اولیه، انتقال معادله‌ی (3) برابر خواهد بود با معادله (4).

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{\sum_{j=0}^m b_j s^{j\alpha}}{1 + \sum_{i=1}^n a_i s^{i\alpha}}. \quad (4)$$

2-2- مشاهده‌گر ترتیب جزئی با ابعاد کامل

همانطور که مشخص است، FOS اصلاح شده به ترسیم معادله‌ی زیر می‌پردازد:

$$\begin{cases} {}_0D_t^\alpha x(t) = Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) = Cx(t) \end{cases}, \quad (5)$$

در جایی که ماتریس A, B, C مقادیر ثابتی هستند. مشاهده‌گر ترتیب جزئی جدید با ابعاد کامل در مورد FOS خطی با کلی‌سازی شرایط قدیمی (36) حاصل می‌شود در جایی که ساختار وضعیت مشاهده‌گر در شکل 1 نشان

داده می‌شود. از آنجایی که L برابر با ماتریس ضریب نامشخص است پس $1/s^\alpha$ ترسیم‌گر اپراتور با ترتیب جزئی عدد صحیح می‌باشد. خطای مشاهده‌گر را می‌توان تحت عنوان $E = X - \hat{X}$ بیان کرد در جایی که X برابر با وضعیت واقعی بوده و \hat{X} نیز همان وضعیت برآورد شده است.

$${}_0D_t^\alpha E = (A - LC)E. \quad (6)$$

هنگامی که ارزش‌های هشت‌گانه‌ی ماتریس $(A-LC)$ در منطقه‌ی ثابت فرض می‌شود. معادله‌ی (6) به صورتی نامتقارن ثابت می‌باشد (برای کسب جزییات، به بخش 4 مراجعه نمایید).

3- ساختار کنترل‌گر رد توزیع فعال و جزئی:

ADRC سنتی از سه بخش اصلی تشکیل می‌شود: متمایزگر (ESO, TD) و واکنش مربوط به خطای غیرخطی $(NLSEF)$. از TD جهت ارائه‌ی فرآیندی منسجم و مشتق آن استفاده می‌شود. از ESO نیز به منظور برآورد وضعیت اصلی به اضافه‌ی توزیع کلی استفاده می‌گردد. بعد از بدست آوردن متغیرهای ذکر شده در بالا، از $NLSEF$ جهت ترکیب آنها و کسب علامت کنترل استفاده می‌شود. با توجه به اقدامات Gao ، روش پارامتربندی پهنای باند، جهت خطی‌سازی ESO و کنترل‌گر PD بدون از دست دادن میزان بالای دقت (37 و 38) پیشنهاد شد. در این بخش، ساختار $FADRC$ ترسیم می‌شود. در مقایسه با $ADRC$ قدیمی، ESO از طریق $FESO$ جایگزین می‌شود در حالی که $NLSEF$ با کنترل‌گر PD جزئی و خطی جایگزین می‌گردد. $FADRC$ با ترتیب دوم در شکل 2 نشان داده می‌شود، در جایی که $\gamma(t)$ و $V_0(t)$ ترسیم‌گر نقطه‌ی تنظیم و خروجی هستند. در حالی که $V_0(t)$ به خروجی کنترل‌گر جزئی و خطی PD اشاره دارد، $u(t)$ برابر با علامت کنترل بوده و $w(t)$ همان توزیع خارجی است. به ویژه، $z_1(t), z_2(t)$ و $z_3(t)$ خروجی‌های $FESO$ بوده و \hat{b} نیز ضریب وابسته به سیستم است.

3.1- طرح مشاهده‌گر وسیع

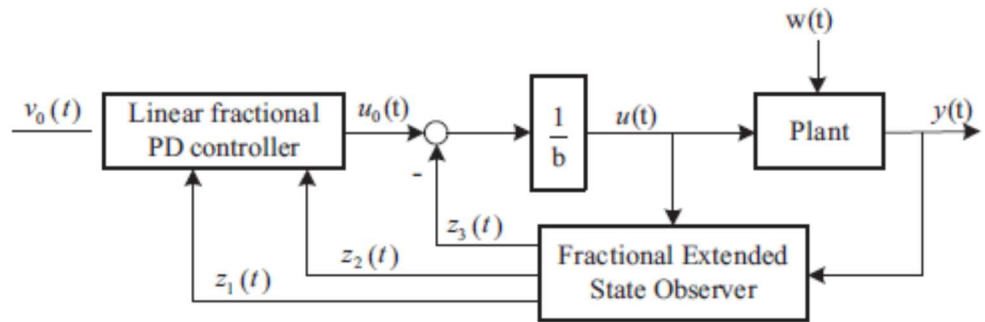
FOS خطی با ترتیب دوم و نیز α دارای ترتیب جبرانی طبق زیر فرض می‌شود:

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{b}{s^{2\alpha} + a_2 s^\alpha + a_1} \quad (7)$$

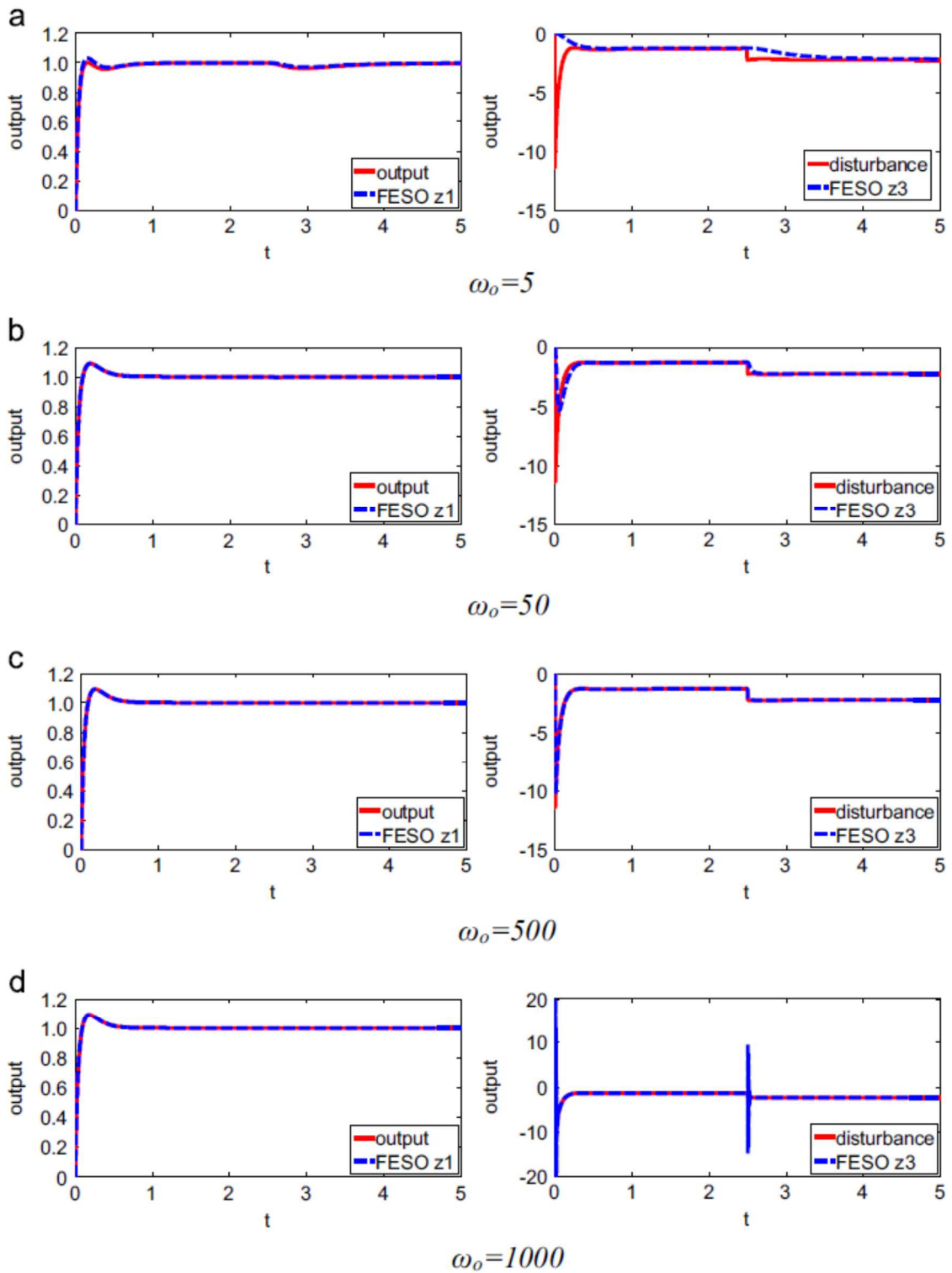
(V) در جایی که a_2, a_1, b و $\alpha (0 < \alpha < 1)$ برابر با مقادیری ثابت هستند. شکل معادله‌ی متفاوت آن برابر است با:

$$y^{(2\alpha)} = (-a_2 y^{(\alpha)} - a_1 y) + bu = f(y^{(\alpha)}, y, t) + bu. \quad (8)$$

به ویژه با فرض $x_1 = y, x_2 = y^{(\alpha)}$ و $x_3 = f(y^{(\alpha)}, y, t)$ در بیان معادله‌ی اصلی، x_1, x_2 ترسیم‌گر شاخص‌های سیستم بوه و x_3 همان شرایط خارجی می‌باشد.



شکل 2- پیکربندی FADRC ترتیب دوم



شکل 3- واکنش‌های تعقیب با مولفه‌های متفاوت $\omega_0 = 1000$ ($>$) و $\omega_0 = 500$

(ج) $\omega_0 = 50$ (ب) $\omega_0 = 5$ (الف) ω_0

سیس، شکل و فضای فرضی معادله (7) را می‌توان به عنوان

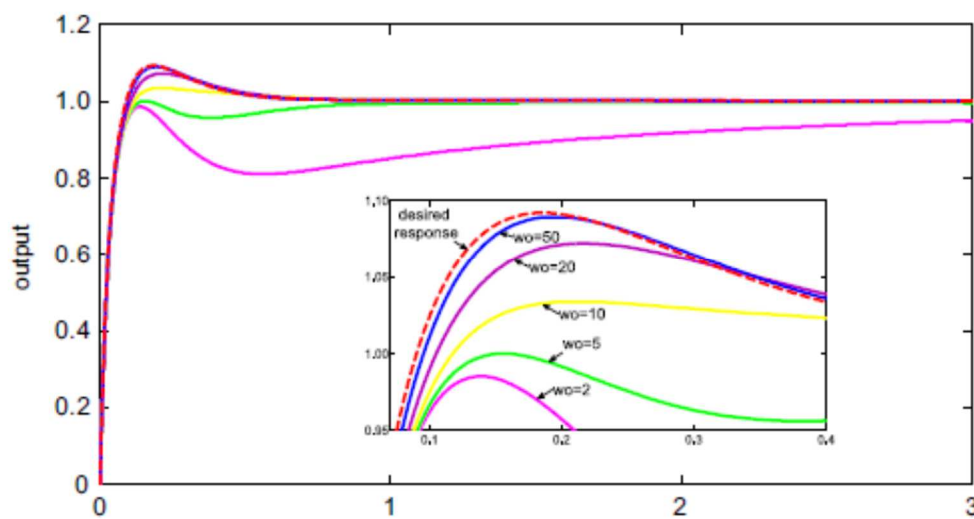
$$\begin{cases} \dot{x}^{(\alpha)} = Ax + Bu + Eh \\ y = Cx \end{cases}, \quad (9)$$

$$x^{(\alpha)} = \begin{bmatrix} x_1^{(\alpha)} \\ x_2^{(\alpha)} \\ x_3^{(\alpha)} \end{bmatrix}, x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}, A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ b \\ 0 \end{bmatrix},$$

$$C = [1 \ 0 \ 0], E = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \text{ and } h = f^{(\alpha)}(\bullet)$$

فرض کرد. FESO خطی جهت برآورد وضعیت x_1, x_2 و x_3 در معادله‌ی (10) طراحی می‌شود.

$$\begin{cases} z^{(\alpha)} = Az + \widehat{B}u + L(y - \widehat{y}) \\ \widehat{y} = Cz \end{cases}, \quad (10)$$



شکل 4- واکنش مطلوب و خروجی‌های سیستم با ω_0 متفاوت.

در این معادله Z_1, Z_2, Z_3 همان خروجی‌های FESO هستند. Z_1 برابر با برآورد وضعیت x_1, x_2 بوده و از Z_3 جهت برآورد توزیع کلی X_3 استفاده می‌شود. به علاوه، \widehat{b} ارزش برآورد شده‌ی b ، $\widehat{b} \approx b$ است. جهت ساده‌سازی فرآیند جابجایی از روش پارامترسازی پهنای باند استفاده می‌شود. بر طبق ترسیم برنامه‌ی W (اشاره شده در بخش 4)، FOS به سیستم دارای ترتیب تلفیقی در برنامه‌ی W تبدیل می‌گردد. با قراردادی قطب‌های اصلی در معادله‌ی $\lambda(w)$ ، معادله‌ی (11) بدست می‌آید.

$$\lambda(w) = w^3 + \beta_1 w^2 + \beta_2 w + \beta_3 = (w + \omega_0)^3 \quad (11)$$

نتایج مشاهده‌گر را می‌توان تحت عنوان (13) خطی کرد:

$$\begin{cases} \beta_1 = 3\omega_o \\ \beta_2 = 3\omega_o^2, \\ \beta_3 = \omega_o^3 \end{cases} \quad (12)$$

در مور سیستم دارای ترتیب عدد صحیح، متغیر ω_o به عنوان پهنای باند ESO مورد اشاره قرار می‌گیرد. به هنگام رسیدن این متغیر به FOS، ω_o دارای مشخصات پهنای باند است. به منظور تسهیل تمایز، متغیر ω_o در (1) به عنوان پهنای باند W در FESO مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف اصلی FESO، برآورد توزیع کلی به طور همزمان بوده و پهنای باند وسیع‌تر W منجر به واکنش سریعتر خواهد شد. البته، عملاً، محدودیت پهنای باند مرتبط به میزان نمونه‌برداری بوده و پردازش آن به ترسیم صدهای حسگر و عدم قطعیت پویا خواهد پرداخت. بنابراین، ω_o بایستی بین سرعت و ثبات، توازن برقرار نماید. [26و39و40]. هر دو قطب $0.735i$ ، $\pm 0.3125 -$ در منطقه‌ی ثابت باقی می‌مانند (برای کسب جزییات به بخش 4 مراجعه نمایید). یعنی اینکه سیستم متعلق به معادله‌ی (13) ثابت است. پارامترهای $\omega_c = 20$ ، $\hat{b} = \check{b} = 1.25$ و ω_o به عنوان {5, 50, 500, 1000} تنظیم می‌گردد. واکنش‌های تعقیب در شکل 3 ترسیم می‌شوند.

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1.25}{s^{1.8} + 0.625s^{0.9} + 1.25} \quad (13)$$

شکل 3 نشان می‌دهد که برآورد توانایی FESO با افزایش پهنای باند سطح W مستحکم می‌گردد. البته، خروجی‌های FESO غیرثابت می‌شوند هنگامی که پهنای باند سطح W فراتر از حد انتظار باشد. سطح بالاتر مرتبط با میزان نمونه‌برداری بوده و میزان بالاتر نمونه‌برداری منجر به ایجاد حد و بالاتر می‌شود.

3.2- طراحی کنترل گر PD جزئی

با اشاره به شکل 3، مشاهده‌گر می‌تواند وضعیت وسیع $f(y, y^{(\alpha)}, \omega)$ را به دقت دنبال نماید. قانون کنترل را می‌توان به عنوان

$$u = \frac{-z_3 + u_0}{\hat{h}}, \quad (14)$$

طراحی کرد:

جهت بدست آوردن واکنش مطلوب، در جایی که U برابر با کنترل PD جزئی و رایج خطی است.

$$u_0 = k_p(v_0 - z_1) + k_d(v_0^{(\alpha)} - z_2), \quad (15)$$

باید k_p و k_d را برابر با نتایج کنترل گر فرض کرد. تغییر پارامترها با استفاده از روش موجود در (39) ساده می‌شود.

$$\begin{cases} k_d = 2\omega_c \\ k_p = \omega_c^2 \end{cases} \quad (16)$$

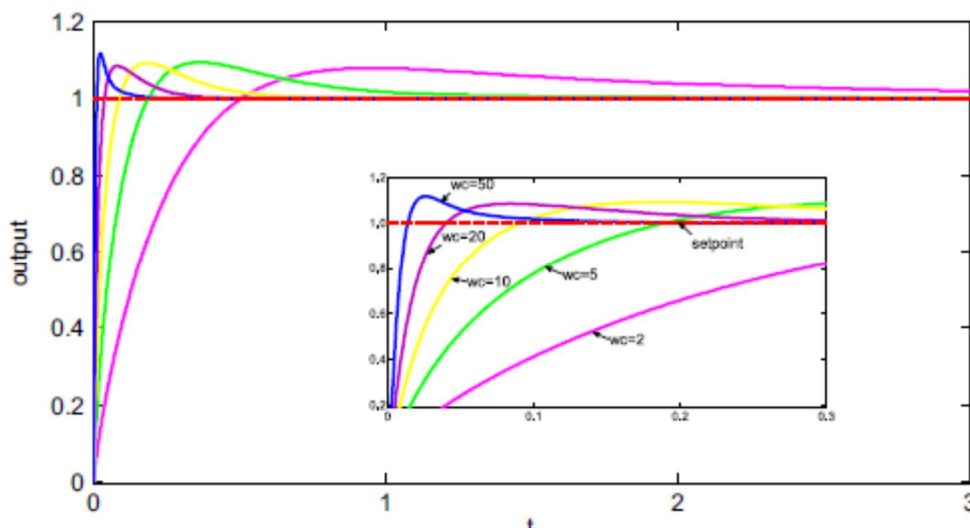
در جایی که ω_c همان پهنای باند کنترل گر است. مشتقات زمانی نقطه‌ی تنظیم جهت جلوگیری از تکانه در (39) حذف می‌شود. البته، از آنجایی که تمایز ترتیب جزئی علامت مرحله‌ای همگان فرآیند تدریجی است، در نهایت نمی‌توان علامت تکانه $v_0^{(\alpha)}$ را در (15) حذف کرد.

در نتیجه، معادله‌ی (7) به شکل ترتیب جزئی و جبران درمی‌آید

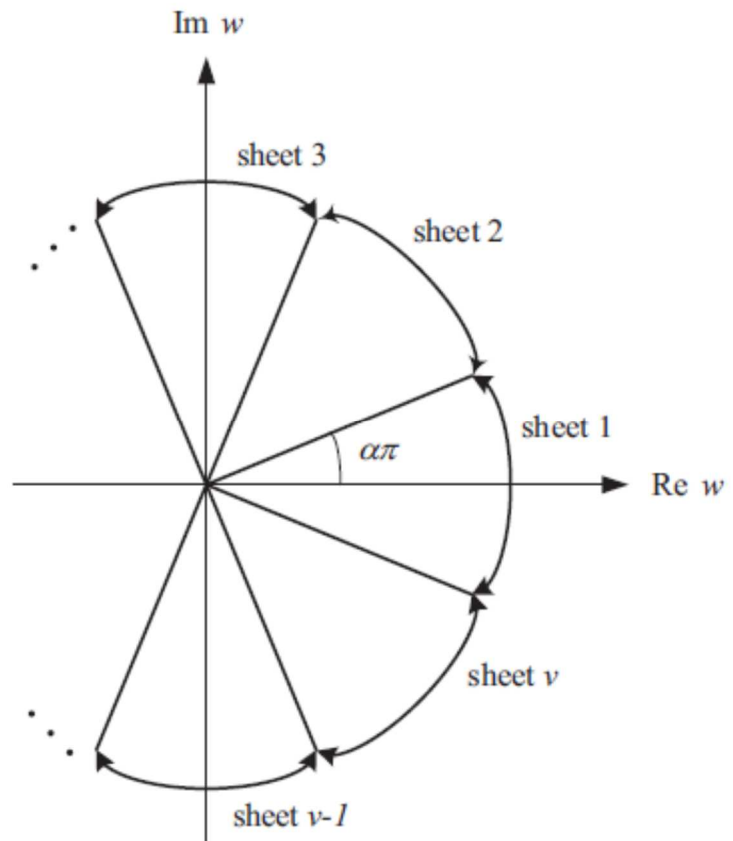
$$y^{(2\alpha)} \approx u_0. \quad (17)$$

با بررسی (17) و (15)، عملکرد انتقال زیر را می‌توان بدست آورد زیرا که واکنش مطلوب FADRC برابر می‌شود با

$$\frac{Y(s)}{R(s)} \approx \frac{k_d s^\alpha + k_p}{s^{2\alpha} + k_d s^\alpha + k_p} \quad (18)$$



شکل 5- خروجی‌های سیستم با W_c متفاوت



شکل 6- تطابق بین سطح W و ورقه‌های Riemann

مجددا معادله‌ی (3) به عنوان یک مثال در نظر گرفته می‌شود با پارامتر ثابت $\hat{b} = 1.25$.

شکل 4، واکنش مطلوب و نتایج خروجی را با ω_o متفاوت نشان می‌دهد ($\omega_c = 20$ ثابت می‌باشد). شکل 5 نشان‌دهنده‌ی واکنش‌های خروجی با پهنای باند کنترل‌گر متفاوت در سطح L می‌باشد ($\omega_c (\omega_o = 200)$ ثابت است).

همانطور که در شکل 4 نشان می‌دهد، نتایج خروجی دقیقا طبق واکنش مطلوب با افزایش ω_o تعقیب می‌شوند. دلیل اینست که پهنای باند سطح W می‌تواند برآورد توزیع دقیق را تضمین کرده و جهت ردّ توزیع کلی استفاده شود. شکل 5 نشان می‌دهد که ω_c کوچک واکنش سیستم را آهسته‌تر ساخته در حالی که ω_c بزرگ آن را سریعتر می‌نماید.

در کاربرد عملی، روش طراحی از هر مرحله تشکیل می‌شود. در اولین مرحله، FESO خطی طراحی شده و ω_c نیز جهت تضمین برآوردهای دقیق انتخاب می‌شود. در مرحله‌ی دوم، کنترل‌گر PD با ترتیب جزئی تحت این

فرضیه طراحی می‌شود که توزیع کلی به خوبی برآورد شده و از تمام روش‌های موجود می‌توان در این مرحله جهت طراحی کنترل‌گرهای خطی یا غیرخطی استفاده کرد.

4- بررسی دامنه بسامد در مورد کنترل رد توزیع فعال و جزئی:

عموماً FOS را می‌توان به شکل زیر ترسیم کرد

$$H(s) = \frac{b_m s^m + \dots + b_1 s^1 + b_0}{a_n s^n + \dots + a_1 s^1 + a_0} \quad (19)$$

در جایی که $a_k (k=0, \dots, n), b_k (k=0, \dots, m)$ مقادیر ثابتی اند و $\nu > 1$ ، ورقه‌های Riemann با استفاده از (20) تعیین می‌شوند.

$$s = |s|e^{j\theta} \quad (20)$$

در جایی که $(2k+1)\pi < \theta < (2k+3)\pi$ و $k = -1, 0, \dots, \nu-2$ به هنگام $k=-1$ ، ورقه‌های Reimann به عنوان ورقه‌های اصلی تلقی می‌شود. توجه داشته باشید که تنها مسیرهای وابسته به این ورقه‌ها می‌توانند واکنش دامنه‌ی زمانی و عملکرد ثبات را تعیین نمایند. این موارد منطبق با سطح w و به عنوان (21) تعریف می‌شوند.

$$w = |w|e^{j\theta} \quad (21)$$

در جایی که $w = s^\alpha$ و $\alpha = 1/\nu$ ، ورقه‌ها می‌توانند توسط معادله‌ی (22) پیش‌بینی شرایطی شوند.

$$\alpha(2k+1)\pi < \theta < \alpha(2k+3)\pi \quad (22)$$

تطبیق بین سطح w و ورقه‌های S در شکل 6 نشان داده می‌شود. با جابجایی سطح w ، ثبات FOS را می‌توان با روند مسیر خاص، پیش‌بینی کرد. منطقه‌ی بدون ثبات $(-\alpha\pi/2 \leq \arg(w) \leq \alpha\pi/2)$ در سطح w منطبق با سطح سمت راست است $(-\pi/2 \leq \arg(s) \leq \pi/2)$. شاخه‌های منطبق با مسیر هرگز وارد منطقه‌ی بدون ثبات نمی‌شوند و اشاره به این دارند که سیستم، ثابت باقی می‌ماند. به عبارت دیگر، در صورت عدم ورود شاخه‌ها به منطقه‌ی ثابت، سیستم بدون ثبات باقی می‌ماند. در صورت حرکت شاخه‌ها از منطقه‌ی ثابت به ناثبات، در نتیجه دامنه را می‌توان تعیین نمود [42، 41 و 31 و 30].

4.10- مسیر اصلی مرتبط به سیستم‌های خطی با ترتیب جزئی

مراحل ترسیم مسیر FOS طبق زیر فهرست‌بندی می‌شوند:

الف) عملکرد مربوط به انتقال حلقه‌های باز FOS را بدست آورید:

ب) FOS را به سیستم دارای ترتیب عدد صحیح در سطح W منتقل نمایید.

ج) مسیر اصلی سیستم جابجایی را بدست آورید.

د) ورقه‌های اصلی و منطقه‌ی بدون ثبات را بر روی سطح W شناسایی کنید.

ه) بررسی ثبات را از مسیر اصلی بر روی سطح W اجرا نمایید.

به منظور تجزیه و تحلیل ثبات FADRC، پیکربندی دامنه زمانی FADRC و ترسیم شده در شکل 2 به دامنه

بسامد (42) تغییر می‌یابد. همانطور که شکل 7 نشان می‌دهد، $Y(s)$ و $V_0(s)$ ترسیم‌گر خروجی و نقطه‌ی نهایی

هستند. Ω به توزیع خارجی اشاره دارد. $G_p(s)$ برابر با عملکرد انتقال FOS خطی و جبرانی است.

دیگر عملکردهای انتقال در حوزه‌های خاص در پیوست الف با جابجایی الگوی خاص فهرست‌بندی می‌شود.

عملکرد انتقال حلقه‌ی بسته را می‌توان طبق زیر بدست آورد به هنگام حذف تأثیر توزیع خارجی Ω .

$$\Phi_r(s) = \frac{Y(s)}{V_0(s)} = \frac{G_{r1}G_cG_p + G_{r2}G_p}{b + G_pG_{f1} + G_cG_pG_{f2}} \quad (23)$$

$$\Phi_r(s) = \frac{k_d s^{4\alpha} + (k_p + k_d \beta_1) s^{3\alpha} + (k_p \beta_1 + k_d \beta_2) s^{2\alpha} + (k_d \beta_3 + k_p \beta_2) s^\alpha + k_p \beta_3}{\frac{b}{c_p} [s^{3\alpha} + (\beta_1 + k_d) s^{2\alpha} + (\beta_1 k_d + \beta_2 + k_p) s^\alpha] + (k_p \beta_1 + k_d \beta_2 + \beta_3) s^{2\alpha} + (k_p \beta_2 + k_d \beta_3) s^\alpha + k_p \beta_3} \quad (24)$$

اگر معادله‌ی (7) را به عنوان یک مثال در نظر بگیرید، پارامترهای FADRC با استفاده از معادلات (16) و (17)

طراحی می‌شوند. در نتیجه، عملکرد انتقال حلقه‌ی باز را می‌توان تحت عنوان (25) نوشت.

$$\Phi_o(s) = \frac{\Phi_r(s)}{1 - \Phi_r(s)} \quad (25)$$

9

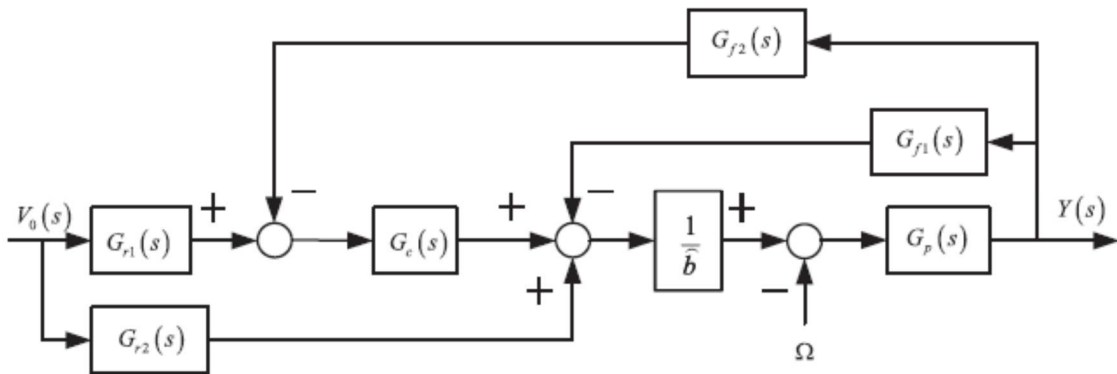
$$\Phi_o(s) = \frac{k_d s^{4\alpha} + (k_p + k_d \beta_1) s^{3\alpha} + (k_p \beta_1 + k_d \beta_2) s^{2\alpha} + (k_d \beta_3 + k_p \beta_2) s^\alpha + k_p \beta_3}{\frac{b}{c_p} [s^{3\alpha} + (\beta_1 + k_d) s^{2\alpha} + (\beta_1 k_d + \beta_2 + k_p) s^\alpha] - k_d s^{4\alpha} - (k_p + k_d \beta_1) s^{3\alpha} + \beta_3 s^{2\alpha}} \quad (26)$$

در مورد انواع متفاوت اهداف، دو طبقه جهت بحث کردن در مورد ریشه‌ی اصلی مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

4.1.1- سیستم دارای ترتیب جزئی و جبرانی

به هنگام $\frac{\hat{b}}{b} \approx 1$ and $G_p(s) = \frac{b}{s^{2\alpha} + a_2 s^\alpha + a_1}$ ، عملکرد انتقال لوله‌ی باز را می‌توان تحت عنوان معادله‌ی (27)

نوشت.



شکل 7- نمودار بسته‌ی FADRC در دامنه بسامد

$$\Phi_o(s) = \frac{k_d s^{4\alpha} + (k_p + k_d \beta_1) s^{3\alpha} + (k_p \beta_1 + k_d \beta_2) s^{2\alpha} + (k_d \beta_3 + k_p \beta_2) s^\alpha + k_p \beta_3}{s^{5\alpha} + (\beta_1 + a_2) s^{4\alpha} + (\beta_2 + \beta_1 a_2 + k_d a_2 + a_1) s^{3\alpha} + (\beta_1 k_d a_2 + \beta_2 a_2 + k_p a_2 + \beta_1 a_1 + k_d a_1 + \beta_3) s^{2\alpha} + (\beta_1 k_d a_1 + \beta_2 a_1 + k_p a_1) s^\alpha} \quad (27)$$

شکل 6- موقعیت اصلی را به هنگام $\alpha=0.9, a_1=1.25, a_2=0.625, \omega_o=100$ و $\hat{b}=b=1.25$ و $\omega_c=20$ نشان می‌دهد، در حالی که قطب‌های آزاد و مقادیر صفر در جدول 1 داده می‌شوند.

4.1.2- سیستم دارای ترتیب جزئی با شرایط غیرجبرانی

به هنگام $\frac{\hat{b}}{b} \approx 1$ ، عملکرد مربوط به انتقال حلقه‌ی باز را می‌توان تحت عنوان

(28) نوشت.

$$\Phi_p(s) = \frac{k_d s^{4\alpha} + (k_p + k_d \beta_1) s^{3\alpha} + (k_p \beta_1 + k_d \beta_2) s^{2\alpha} + (k_d \beta_3 + k_p \beta_2) s^\alpha + k_p \beta_3}{\frac{\hat{b}}{b} [s^{2\alpha} + a_2 s^\alpha + a_1] [s^{3\alpha} + (\beta_1 + k_d) s^{2\alpha} + (\beta_1 k_d + \beta_2 + k_p) s^\alpha] - k_d s^{4\alpha} - (k_p + k_d \beta_1) s^{3\alpha} + \beta_3 s^{2\alpha}} \quad (28)$$

شکل 9- موقعیت اصلی را به هنگام $\alpha=0.9, \delta=-0.3, a_1=1.25$

نشان می‌دهد و قطب‌های مربوط به حلقه‌ی باز در $\omega_c=20, a_2=0.625, \hat{b}=b=1.25, \omega_o=100$

جدول 1 ارائه می‌شوند. شکل 10 موقعیت اصلی را به هنگام

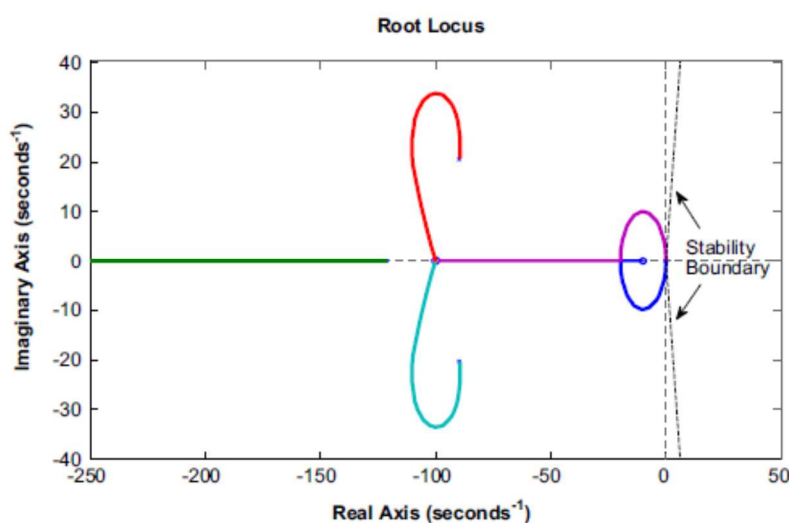
نشان داده و $\omega_c=20$ و $\alpha=0.9, \delta=0.3, a_1=1.25, a_2=0.625, \widehat{b}=b=1.25, \omega_o=100$

قطب‌های حلقه‌ی باز و صفرها نیز در جدول 1 ارائه می‌شود.

از محل اصلی در شکل‌های 8-10، مشخص است که تمام منحنی‌ها در منطقه‌ی ثابت موجود بوده و دارای هیچ‌گونه تعاملاتی با مرز ثابت نیستند. به عبارت دیگر، سیستم مشخص شده برای تمام ارزشها، ثابت باقی می‌ماند. گرچه اهداف، استاندارد نبوده یعنی $FOS(\delta \neq 0)$ ، در نهایت روش پیشنهاد شده نیز قابل استفاده است.

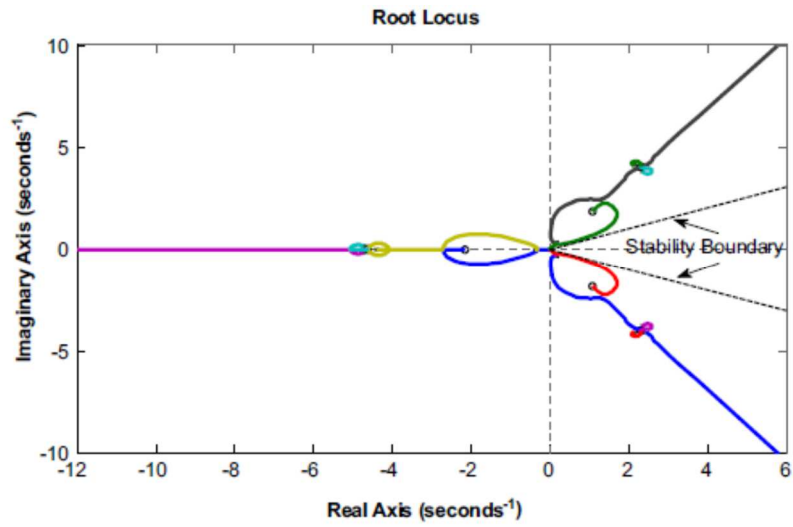
4.2- بررسی مشخصات مربوط به دامنه بسامد

از مشخصات دامنه بسامد به صورتی وسیع جهت تجزیه و تحلیل سیستم‌های کنترل اتوماتیک در تئوری قدیمی کنترل استفاده می‌شود. منحنی ترسیم شده، عنصری مهم برای بررسی دامنه بسامد می‌باشد. ثبات حلقه‌ی بسته، سرعت و دقت را می‌توان بر اساس منحنی تجزیه و تحلیل کرد. ساختار مقدماتی را می‌توان از منحنی خاص با دامنه بسامد شکل 7 بدست آورد و عملکرد انتقال حلقه‌ی باز در مرحله‌ی (26) توصیف می‌شود. اگر معادله‌ی (13) را به عنوان یک مثال در نظر بگیریم، درمی‌یابیم که منحنی مربوطه با W_c متفاوت (با فرض ثابت بودن $W_0=200$) در شکل 11 (الف) و منحنی بعدی با W_0 متفاوت (با فرض ثابت $W_c=50$) در شکل 11 (ب) ترسیم می‌شود.



شکل 8- موقعیت اصلی به هنگام $W_c=1$ و $W_0=100$ و $b=1.25, a_2=0.625, a_1=1.25$ و $a=0.9$ در

جایی که خط نقطه چین برابر با مرز ثابت می‌باشد.

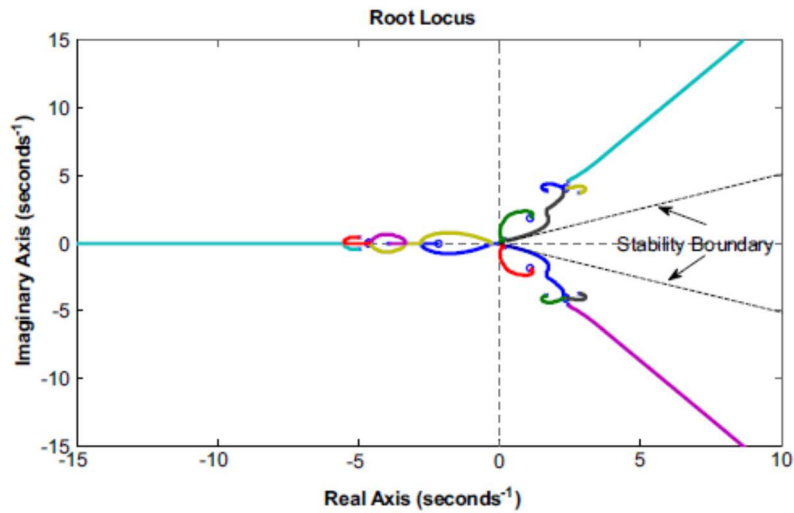


شکل 9- موقعیت اصلی به هنگام $w_c=20$ و $w_0=100$ ، $b=1.25$ ، $a_2=0.625$ ، $a_1=1.25$ ، $S=-0.3$ ، $\alpha=0.9$

α در جایی که نقاط نقطه چین برابر با مرز ثابت است

جدول (1)

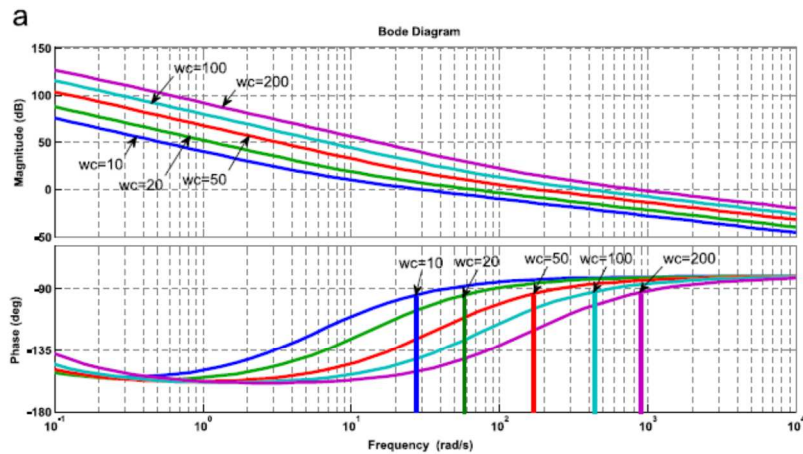
Objects		Instability region	Zeros	Poles
$\alpha = 0.9$ $a_1 = 1.25$ $a_2 = 0.625$	$\delta = 0$ (Fig. 8)	$-\frac{\pi}{20\pi} \leq \arg(w) \leq \frac{\pi}{20\pi}$	$w_{1,2,3} = -100$ $w_4 = -10$	$w_1 = 0$ $w_2 = -121.4$ $w_{3,4} = -89.6 \pm 20.5i$ $w_5 = -0.05$
$b = 1.25$ $\hat{b} = 1.25$	$\delta = -0.3$ (Fig. 9)	$-\frac{3}{20\pi} \leq \arg(w) \leq \frac{3}{20\pi}$	$w_{1,2,3} = -4.64$ $w_{4,5,6} = 2.32 + 4.02i$ $w_{7,8,9} = 2.32 - 4.02i$ $w_{10} = -2.15$ $w_{11,12} = 1.08 \pm 1.87i$	$w_{1,2,3} = 0$ $w_{4,5} = -4.76 \pm 0.17i$ $w_6 = -4.40$ $w_{7,8} = 2.47 \pm 4.14i$ $w_{9,10} = 2.14 \pm 4.11i$ $w_{11,12} = 2.37 \pm 3.80i$ $w_{13} = -0.38$ $w_{14,15} = 0.18 \pm 0.33i$
$w_0 = 100$ $w_c = 20$	$\delta = 0.3$ (Fig. 10)	$-\frac{3}{20\pi} \leq \arg(w) \leq \frac{3}{20\pi}$	$w_{1,2,3} = -4.64$ $w_{4,5,6} = 2.32 + 4.02i$ $w_{7,8,9} = 2.32 - 4.02i$ $w_{10} = -2.15$ $w_{11,12} = 1.08 \pm 1.87i$	$w_{1,2,3} = 0$ $w_{4,5} = 2.43 \pm 4.51i$ $w_{6,7} = 2.83 \pm 3.73i$ $w_{8,9} = 1.66 \pm 3.88i$ $w_{10,11} = -4.96 \pm 0.42i$ $w_{12} = -3.92$ $w_{13} = -0.38$ $w_{14,15} = 0.19 \pm 0.32i$



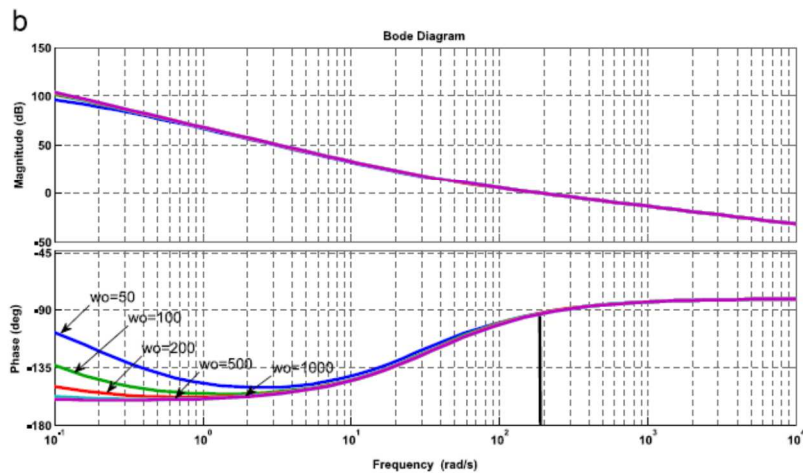
شکل 10- موقعیت اصلی به هنگام $a=0.9$, $\delta=0.3$, $a_2=0.625$, $b=1.25$, $W_0=100$, $W_C=20$ نقاط نقطه چین ترسیم‌گر مرز ثابت است.

5- شبیه‌سازی و بحث

در این بخش، نتایج شبیه‌سازی تعیین شده برای چهار FOS متفاوت اجرا می‌شوند. جهت اثبات کارایی و ثمربخشی روش پیشنهاد شده، روش‌های موجود در (26) و (43) جهت طراحی کنترل FOS و ADRC انتخاب می‌شوند (به جدول 2 مراجعه شود).



Bode diagram with different ω_c ($\omega_o=200$ is fixed).



Bode diagram with different ω_o ($\omega_c=50$ is fixed).

شکل 11- نمودارهای دارای پارامترهای متفاوت (الف) منحنی بسته با ($w_0=200$ ، ثابت است) (ب) منحنی مربوطه دارای w_0 است ($50=w_c$ ثابت است).

Table 2
Controller parameters and performance indices.

No.	Objects	Parameters ($\omega_o, \omega_c, \hat{b}, T$)		ISE (10^{-5})	
		FADRC	Comparative method	FADRC	Comparative method
1.	Commensurate nonlinear FOS	{30, 5, 1, 0.001}	$\omega_o=30, k_p=10, k_i=2, k_d=1, \lambda=0.8, \hat{b}=1, T=0.001$	3000	45,000
2.	Gas-turbine model (at 90% rated speed)	{100, 10, 14165, 0.001}		670	1000
3.	Gas-turbine model (at 93% rated speed)	{100, 10, 8533, 0.001}		340	660
4.	Heat-solid model	{300, 10, 0.0252, 0.0001}		35.3	37.5
		{30, 10, 0.0252, 0.0001}		35.3	120
5.	Solid-core active magnetic bearing	{4000, 200, 5600, 0.0001}		1.2	68

در جدول 2، نتایج قابل مقایسه با روش موجود در (43) به ترتیب 2-5 فهرست بندی می شوند. به همین دلیل، فرآیند انتقال نقطه نهایی ایجاد شده توسط TD به ADRC و FADRC افزوده شده و ترتیب دوم TD را می توان تحت عنوان (21) طراحی کرد.

$$\begin{cases} \dot{v}_1 = v_2 \\ \dot{v}_2 = f_{han}(v_1 - v_0, v_2, r, h) \end{cases} \quad (29)$$

در معادله (29)، V_0 برابر با نقطه‌ی تنظیم شده، V_1 نیز برابر با فرآیند انتقال V_0, V_2 بوده و در نهایت r, h همان پارامترهای قابل تنظیم هستند. عملکرد $fhan^*$ تحت عنوان (30) تعریف می‌شود.

$$fhan(x_1, x_2, r, h) = - \begin{cases} r \operatorname{sign}(a), |a| > d \\ r \frac{a}{d}, |a| \leq d \end{cases}, \quad (30)$$

در جایی که a, d طبق زیر ارائه می‌شود.

$$\begin{cases} d = rh; \\ d_0 = hd; \\ y = x_1 + hx_2; \\ a_0 = \sqrt{d^2 + 8r|y|}; \\ a = \begin{cases} x_2 + \frac{(a_0 - d)}{2} \operatorname{sign}(y), |y| > d_0 \\ x_2 + \frac{y}{h}, |y| \leq d_0 \end{cases} \end{cases}. \quad (31)$$

تمام پارامترها و شاخص‌های برآورد در جدول 2 فهرست‌بندی می‌شوند، رد جایی که برابر با زمان نمونه‌برداری است. ISF نیز همان خطای مربوط به میدان تلفیق می‌باشد:

$$ISE(t) = \int_0^t (y(t) - v_1(t))^2 dt.$$

5.1- الف: سیستم دارای ترتیب جزئی و غیرخطی

از FOS غیرخطی زیر جهت مقایسه‌ی عملکرد بین روش Gao و FADRC استفاده می‌شود.

$$\begin{cases} D^{0.8} x_1(t) = x_2(t) \\ D^{0.8} x_2(t) = \sin(x_2(t)) + x_2(t) + u(t). \\ y(t) = x_1(t) \end{cases}. \quad (32)$$

ورودی مرجع برابر با $V(t)=5$ بوده و پارامترهای روش Gao و FADRC در جدول 2 فهرست‌بندی می‌شوند. شکل 12 (الف) فرآیند جابجایی و خروجی معادله‌ی (32) را نشان داده و شکل 12 (ب) نیز علائم کنترل را ترسیم می‌نماید.

همانطور که شکل 12 نشان می‌دهد، FADRC می‌تواند فرآیندهای جابجایی را با نوسان کمتری دنبال کرده و علامت مربوط به کنترل FADRC نیز منطقی است. می‌توان دید که FOS غیرخطی و جبرانی به خوبی با FADRC کنترل می‌شود. به علاوه، از نوسان کلی (TV) کنترل جهت مقایسه‌ی عملکرد کنترل‌گرهای متفاوت استفاده می‌شود. تعریف شاخص TV طبق زیر ارائه می‌شود:

$$TV = \sum_{i=1}^{\infty} |u_{i+1} - u_i|. \quad (33)$$

TV بدست آمده برای FADRC برابر با 26.1 بوده و TV روش Gao نیز برابر با 44.1 است و نشان می‌دهد که FADRC دارای تلاش کمتری در راستای کنترل می‌باشد. این مورد برای کاربرد عملی مفید است.

5.2- رشته‌ی توربین گاز

مدل توربین گازی با ترتیب جزئی که انتقال‌گر انرژی سوخت به شکلی مفید است توسط [44] Nataraj ارائه می‌گردد. ورودی و خروجی توربین گاز، میزان سوخت و سرعت توربین می‌باشد. در مورد منطقه‌ی اجرایی با 90٪ سرعت، مدل دارای ترتیب جزئی برابر می‌شود با

$$G_{90\%}(s) = \frac{103.9705}{0.00734s^{1.6807} + 0.1356s^{0.8421} + 1}. \quad (34)$$

در مورد منطقه‌ی دیگر با سرعت اجرایی 93٪، این مدل برابر است با

$$G_{93\%}(s) = \frac{110.9238}{0.0130s^{1.6062} + 0.1818s^{0.7089} + 1}. \quad (35)$$

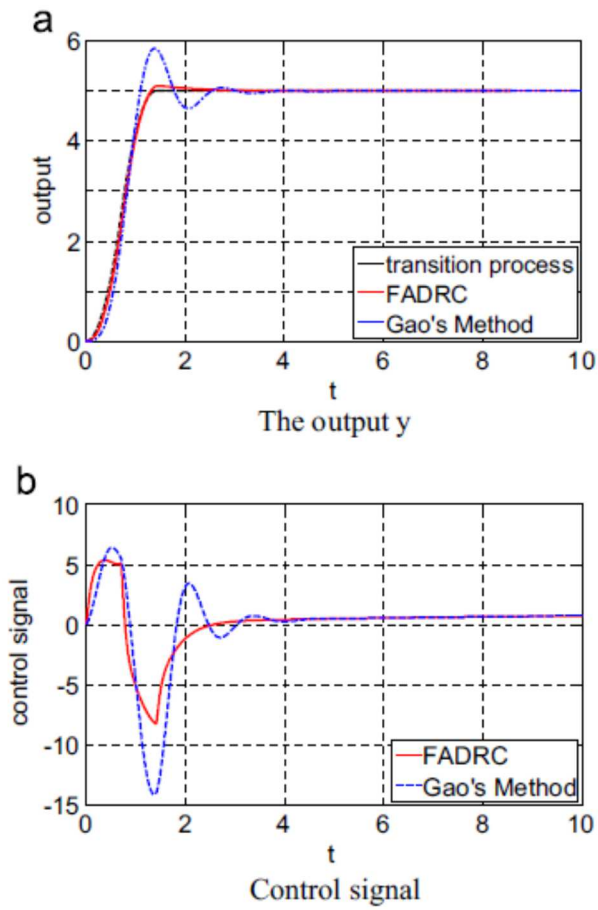
شکل 13 نشان دهنده‌ی واکنش‌های خروجی برای منطقه‌ی اجرایی با سرعت 93 و 90٪ است. پارامترهای ADRC و FADRC در جدول 2 فهرست‌بندی می‌شوند.

شکل 13 (الف) و (ج) نشان می‌دهد که FADRC دارای قابلیت تطبیق مرجع کمتری است. شکل 13 (ب) و (ج)، علائم مربوط به کنترل را نشان می‌دهند.

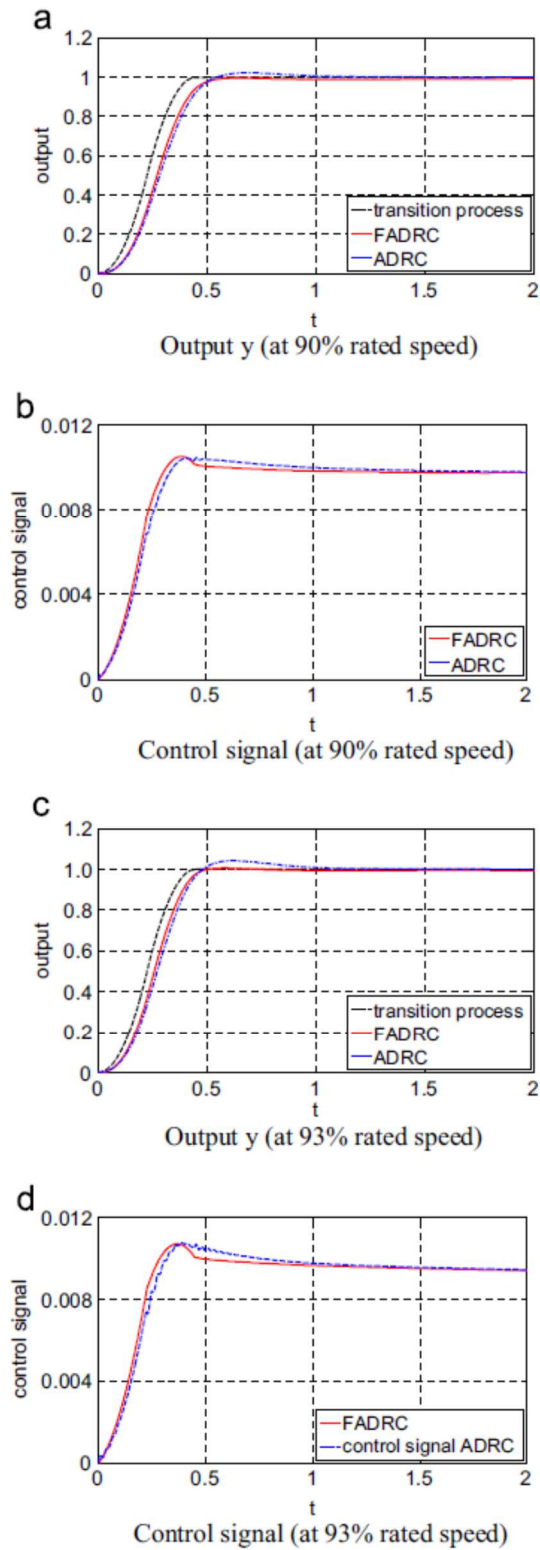
5.3- مدل جامد-گرما

این مدل توسط عملکرد انتقال ترتیب جزئی (45) توصیف می‌شود.

$$G(s) = \frac{1}{39.69s^{1.26} + 0.598}. \quad (36)$$



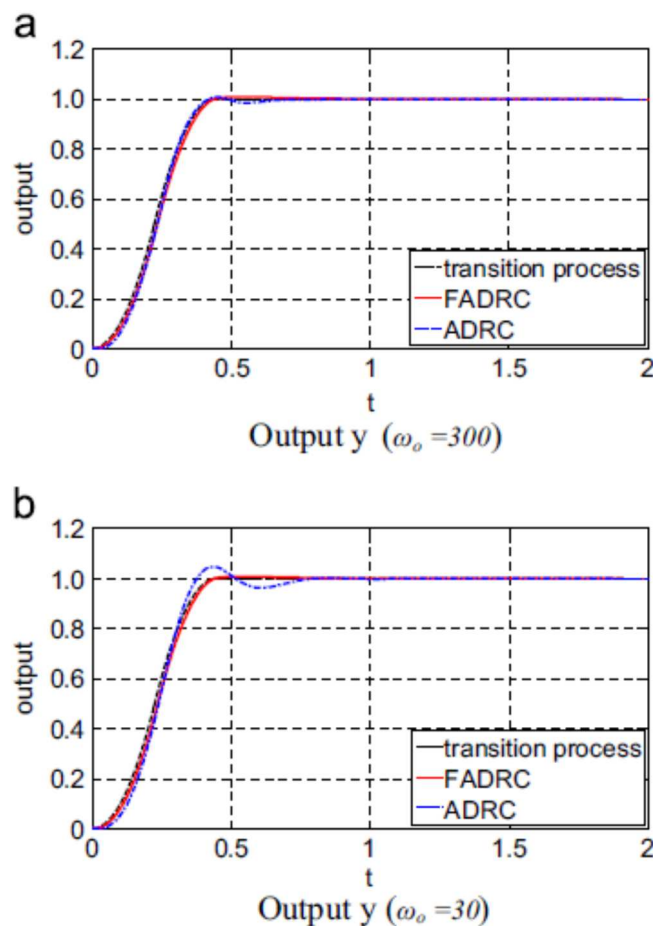
شکل 12- مقایسه‌ی خروجی‌ها بین روش Gao و FADRC (الف) خروجی y (ب) علامت کنترل.



شکل 13- مقایسه‌های واکنش بین FADRC و ADRC بر اساس مدل دارای توربین گاز. (الف) خروجی y (با سرعت 90٪) (ب) علامت کنترل (با سرعت 90٪) (ج) خروجی y (با میزان سرعت 93٪) (د) علامت کنترل (با میزان سرعت 93٪)

ورودی و خروجی برابر با ولتاژها بوده و از روش فرضی جهت شناسایی پارامترهای نامشخص استفاده می‌شود. FADRC با ترتیب جبرانی $\alpha=0.63$ طراحی شده و توزیعات کلی برابر هستند با $f_{FADRC} = -0.598/39.69y$ از FSO با ترتیب دوم ADRC با ترتیب اولیه جهت مقایسه استفاده می‌شود. توزیع کلی برابر می‌شود با $f_{ADRC} = y^{(1)} - y^{(1.26)} - 0.598/39.69y$. پارامترهای ADRC و FADRC در جدول 2 فهرست‌بندی می‌شوند. نتایج شبیه‌سازی با $\omega_o=30$ و $\omega_o=300$ در شکل‌های (ب) و (الف) 14 ترسیم می‌گردد.

از شکل (14) و جدول 2 می‌توان مشاهده کرد که FADRC دارای واکنش بهتری است. توجه به این مطلب که FADRC نیز قادر به واکنش‌دهی سریع حتی با پهنای باند تقریباً کوچک است، راه حل فرضی را عملی‌تر می‌نماید.



شکل 14- مقایسه‌ی واکنش بین ADRC و FADRC در زمینه‌ی مدل جامد- گرما

(الف) خروجی y ($w_0=300$) (ب) خروجی y ($w_0=30$).

5.4- بار مغناطیسی و فعال هسته‌ی جامد:

به علت تأثیر فعلی، این بار (AMB) نشان می‌دهد که بعضی از مشخصات دارای ترتیب جزئی و مدل مدار مغناطیسی دارای مقادیر خاصی از خطاها است به هنگام پیش‌بینی سیستم واقعی. روش میدانی و منظم برای مدل کلی اتخاذ شده بر اساس مدل جزئی با ترتیب جبرانی در (46). نتایج نهایی نشان می‌دهند که ساختار مدل جزئی شناسایی شده به سیستم واقعی نزدیک‌تر است، پس نتیجه برابر است با (37).

$$G(s) = \frac{5594.32}{s^{2.75} + 259.08s^{1.83} - 85950.3s^{0.79} - 14240336.8} \quad (37)$$

معمولاً، مدل AMB نزدیک به سومین FOS با ترتیب خطی و ترتیب جبرانی $a=0.9$ بوده و بنابراین، ترتیب سوم FADRC جهت کنترل رشته انتخاب می‌شود. پارامترهای ADRC و FADRC در جدول 2 فهرست‌بندی می‌شوند.

شکل 15 نشان می‌دهد که FADRC با ترتیب سوم دارای قابلیت تنظیم سریع‌تر می‌باشد. به علاوه، FESO می‌تواند برآوردهای دقیقی را به هنگام افزایش پهنای باند سطح W تا 1000 بدست آورد. البته، در مورد ESO، برآوردهای دقیق مهیا نیستند تا اینکه پهنای باند مشاهده‌گر تا 4000 افزایش یابد. به این معنیست که FADRC مستلزم پهنای باند بالاتر یا میزان نمونه‌برداری بالاتر نبوده و بیشتر مناسب مهندسی عملی است.

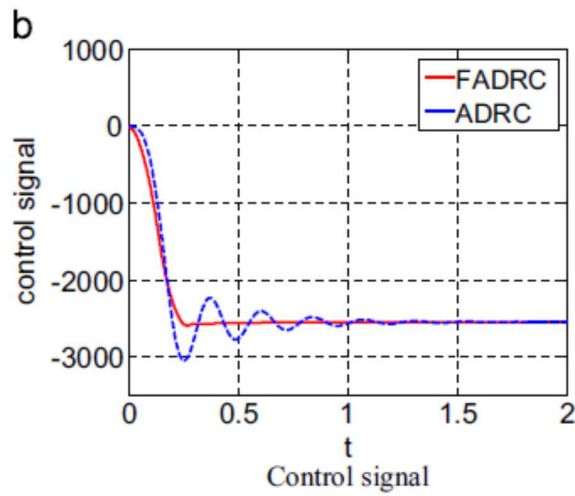
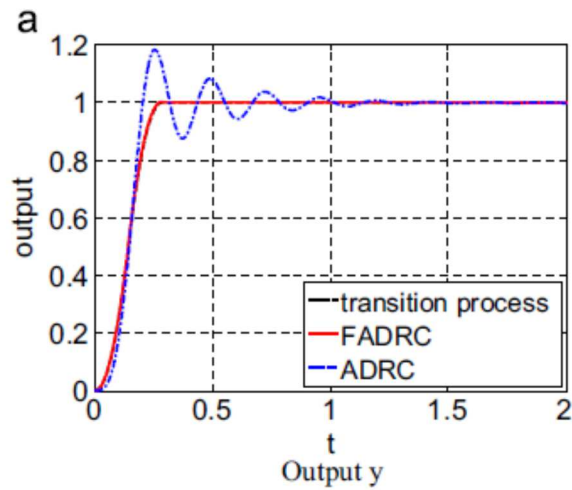
5.5- بررسی جدی

این برآورد جدی در مورد پارامترهای معادله‌ی (13) صورت می‌گیرد. رشته‌ها زیر با پارامتر نامشخص δ و ε مورد بررسی قرار می‌گیرد:

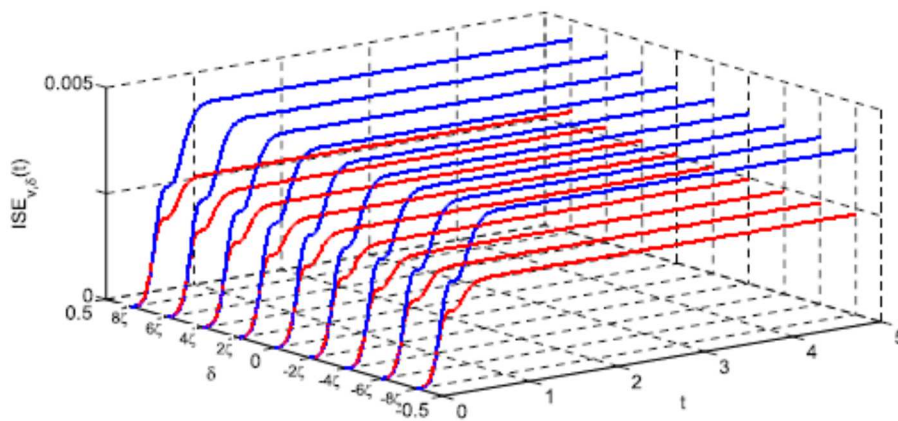
$$y^{(1.8+\varepsilon)} = \left(-\frac{5}{8}y^{(0.9+\delta)} - \frac{10}{8}y \right) + \frac{10}{8}u. \quad (38)$$

شاخص‌های مربوط به عملکرد تعقیب خطای میدان عادی و تلفیقی (ISE) تحت عنوان معادله‌ی (39) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

$$\begin{cases} ISE_v(t) = \int_0^t (y(t) - v_1(t))^2 dt \\ ISE_f(t) = \int_0^t (f(t) - z_3(t))^2 dt \end{cases} \quad (39)$$



شکل 15- مقایسه‌ی واکنش بین ADRC و FADRC بر اساس بار مغناطیسی فعال هسته‌ی جامد (الف) خروجی y (ب) علامت کنترل.

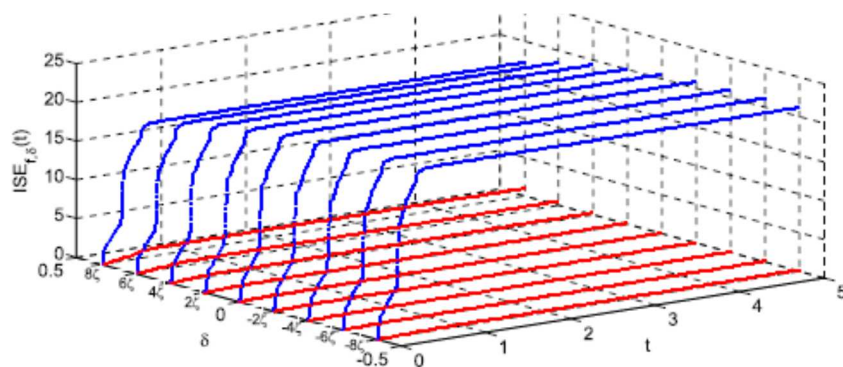


شکل 16- واکنش خروجی با تمایزات ISE در مورد ارزش‌های متفاوت ترتیب نامشخص δ به هنگام ثابت بودن $\varepsilon = 0$ (خطوط قرمز نشان دهنده‌ی FADRC، آبی نشان دهنده‌ی ADRC و مرحله‌ی نهایی برابر است با $2S$ در

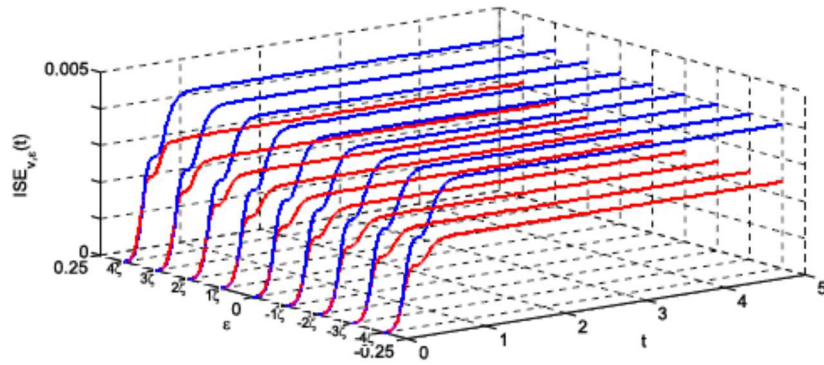
مورد تفسیر مراجع، این شکل با رنگ‌های متفاوت ارائه می‌شود، خواننده به نسخه‌ی اصلی این مقاله ارجاع داده می‌شود).

در جایی که $V_1(t)$ برابر با فرآیند جابجایی نقطه نهایی و $f(t)$ نیز برابر با توزیع کلی است. با بررسی مشخصات پویای سیستم و دقت روش شناسایی، نوسان پارامتر نامشخص ε بین 0.25 و -0.25 تنظیم می‌گردد. از آنجایی که مورد دوم تولیدگر اقدامات اندکی در راستای سیستم است، پس پارامتر δ بین 0.5 و -0.5 تنظیم می‌شود. شکل 17 و 16 تمایزات $ISE_{v,\delta}(t)$ و $ISE_{f,\delta}(t)$ را برای پارامترهای متفاوت δ در مرحله‌ی 2ζ نشان می‌دهد، هنگامی که $\varepsilon=0$ ثابت بوده و $\zeta = (\sqrt{3}-\sqrt{2})/6$. شکل 18 و 17، تمایزات $ISE_{v,\varepsilon}(t)$ و $ISE_{f,\varepsilon}(t)$ را برای پارامترهای متفاوت ε در مرحله‌ی 4 نشان می‌دهند هنگامی که $\delta=0$ ثابت باشد.

از شکل 16 تا 19، نتایج زیر را می‌توان بدست آورد. در مورد پارامترهای متفاوت δ ، شکل‌های 17 و 16 نشان می‌دهند که FADRC دارای ارزش ISE کمتری در مورد توزیع خروجی می‌باشد. به این معنیست که FADRC می‌تواند سریع‌تر و با دقت بیشتری، تمایزات را ترسیم نماید. مقدار ثابت نشان دهنده‌ی مرجع مطلوب می‌باشد. به هنگام تغییر پارامترهای نامشخص ε ، فواید FADRC متمایز و خاص است.

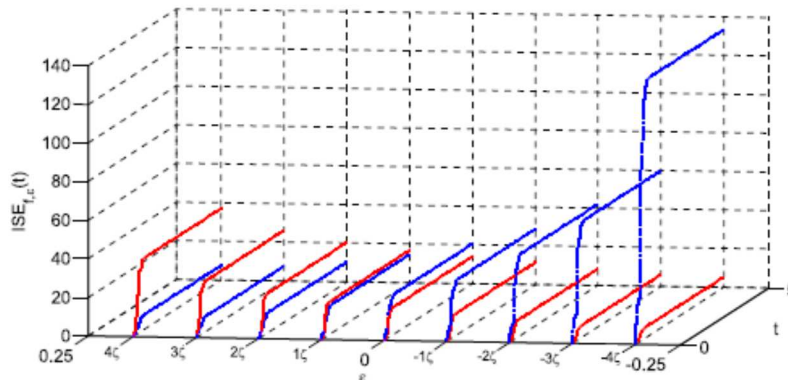


شکل 17- واکنش توزیع تمایزات ISE برای ارزش‌های متفاوت با ترتیب نامشخص δ به هنگام ثابت بودن $\varepsilon = 0$



شکل 18- واکنش تمایزات ISE خروجی در مورد ارزش‌های متفاوت با ترتیب نامشخص به هنگام ثابت بودن

$$\delta = 0$$



شکل 19- واکنش توزیع با تمایزات ISE در مورد ارزش‌های متفاوت ترتیب نامشخص و ϵ به هنگام ثابت بودن

$$\delta = 0$$

شکل 18 و 19 نشان می‌دهد که FADRC، عملکرد بهتری را به هنگام تغییر اولین مورد $1.8 + \epsilon$ بدست می‌آورد، در حالی که FESO تحت تأثیر ترسیم e قرار می‌گیرد. هنگامی که $1.8 + \epsilon'$ به 2 نزدیک‌تر باشد. ESO عملکرد بهتری را نشان می‌دهد. این مثالی خوب جهت اثبات الزام FADRC برای سیستم دارای ترتیب جزئی می‌باشد. بالاترین ترتیب FOS، نقش مهمی را در طراحی FADRC در مورد سیستم متفاوت ایفا می‌نماید زیرا موارد مربوط به عنوان توزیع کلی تلقی نشده و از سوی کنترل‌گر رد می‌شوند. مهمتر اینکه FADRC می‌تواند سریعاً و به صورتی دقیق تغییر کرده و جایگزین شود حتی اگر فاصله‌ای بزرگ بین پارامترهای δ و ϵ وجود داشته باشد که نشانگر این مطلب است که FADRC نیز برای FOS خطی و غیرجبرانی مناسب است.

6- نتیجه‌گیری:

راه حل قدیمی ADRC تعیین شده برای FOS در این مقاله گسترش می‌یابد در جایی که ESO و NLSEF با کنترل‌گر PDA و FESO جایگزین می‌شوند. از روش پارامترسازی پهنای باند جهت ساده‌سازی تغییر پارامترها استفاده می‌گردد. به علاوه، مشخصات ثبات و دامنه بسامد FADRC در مورد FOS نیز تجزیه و تحلیل می‌شود. شبیه‌سازی‌های عددی ترسیم‌گر کارایی و برتری برنامه‌ی پیشنهاد شده در مورد راه حل فعلی ADRC می‌باشند. به علاوه، بررسی جدی نشان می‌دهد که FADRC نیز برای کنترل FOS غیرجبرانی مناسب است. به علاوه، اعتقاد بر اینست که پیشرفت‌های بیشتری را می‌توان با استفاده از نتایج غیرخطی در FADRC بدست آورد اما این امر مستلزم مطالعه‌ی تئوریک و الزامی می‌باشد.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی