

## پیاده سازی الگوریتم شناسایی پارامترهای یک موتور پله‌ای هیبرید فاز در حالت بلادرنگ با استفاده از روش میکرواستپ

علی سلک غفاری<sup>۱</sup>، غلامرضا وثوقی<sup>۲</sup>

قطب علمی طراحی، رباتیک و اتوماسیون

دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی مکانیک، آزمایشگاه مکترونیک

صندوق پستی ۹۵۶۷-۱۱۳۶۵، تهران - ایران

E-mail: a\_selkghafari@mehr.sharif.edu

### چکیده

موتورهای پله‌ای به دلیل دارا بودن ساختار ساده، قابلیت کنترل مدار باز، دقت موقعیت یابی بالا و هزینه پایین سیستم کنترلی از محبوبیت خاصی برخوردارند. از کاربردهای مهم موتورهای پله‌ای میتوان به موقعیت یابی در زوایای کوچک میکرواستپ اشاره نمود. دینامیک غیر خطی حاکم بر موتور، تغییرات پارامترهای موتور در نقاط مختلف کارکرد و تاثیرات گشتاورهای اغتشاشی بار بر دقت میکرواستپ، مشکلاتی در کنترل موتور به این روش را به همراه دارد. در این مقاله مدلسازی دقیق دینامیک حاکم بر موتور پله‌ای هیبرید، مورد مطالعه قرار گرفته و با اعمال روش کنترلی میکرواستپ در حالت بلادرنگ، مدل دینامیکی موتور پله‌ای در هشت میکرواستپ به همراه تغییرات پارامترها و عدم قطعیت‌های مدل شناسایی گردیده است.

واژه‌های کلیدی: شناسایی - موتور پله‌ای هیبرید - بلادرنگ - میکرواستپ

### سمبل‌ها، علائم، اختصارات و واحدها

$\lambda_{k0}$	ثابت اشباع هسته مغناطیسی	$D$	ضریب اصطکاک ویسکوز
$n$	تعداد هارمونیک‌های مورد نظر	$C$	ضریب اصطکاک کولمب
$N$	تعداد فازهای موتور پله‌ای	$J$	مجموع اینرسی بار و اینرسی روتور
$N_r$	تعداد دندان‌های روتور	$T_L$	گشتاور بار
$L_{kk}$	اندوکتانس سیم پیچی فاز $k$ ام	$\omega$	سرعت زاویه‌ای روتور
$L_{kj}$	اندوکتانس متقابل بین سیم پیچی فازهای $j$ ام و $k$ ام	$J_{equ}$	اینرسی معادل روتور، بار و اینرسی قفس
$L_{kf}$	اندوکتانس متقابل سیم پیچی فاز $k$ و مغناطیس دائم روتور	$B_{equ}$	ضریب اصطکاک معادل
$L_{ff}$	اندوکتانس ناشی از مغناطیس دائم روتور	$K_{equ}$	ضریب فنریت معادل انعطاف پذیری سنسور نیرویی
$i_j$	جریان هر فاز	$T_o$	گشتاور اندازه گیری شده توسط سنسور نیرو
$i_f$	جریان فرضی ثابت ناشی از مغناطیس دائم روتور	$T_m$	گشتاور خروجی موتور پله‌ای
$V_k$	ولتاژ سیم پیچی فاز $k$ ام	$\omega_n$	فرکانس طبیعی موتور
$r_k$	مقاومت سیم پیچی فاز $k$ ام	$\xi$	ضریب میرایی
$\theta$	موقعیت زاویه‌ای شفت موتور پله‌ای	$I_0$	جریان نامی موتور
	متمم انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی	$c_0$	مقدار $(N.m/A)$ dc-gain
$T_{HB}$	گشتاور تولید شده در موتور پله‌ای	$k_m$	ضریب گشتاوری موتور

۱- دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک طراحی کاربردی، دانشگاه صنعتی شریف

۲- دانشیار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف