

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ارائه درس انرژی بادی

هستی سلیمانی



دانشجو : هستی سلیمانی

شماره دانشجو : ۹۹۴۳۶۱۱۵

رشته : مهندسی انرژی-انرژی‌های تجدیدپذیر

اساتید : دکتر رقیه گوگ ساز قوچانی
دکتر پویان هاشمی طاری

تاریخ ارائه : ۱۴۰۰/۰۲/۲۱



گروه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر
دانشگاه شهید بهشتی





دانشگاه شهید بهشتی



١. مقدمه



فهرست مقدمه

هدف از کنترل در توربین بادی

سوم

جایگاه مبدل‌های الکترونیک
قدرت

دوم

اول

دسته‌بندی توربین‌های بادی



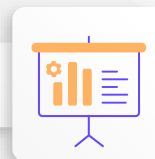
انواع دسته‌بندی توربین‌های بادی

از نظر سرعت روتور

از نظر میزان تولید توان

از نظر محل نصب

از نظر نوع محور



انواع توربین بادی از نظر سرعت روتور

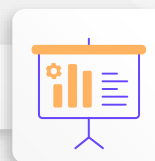
توربین‌های بادی سرعت متغیر (VSWT)

۲

توربین‌های بادی سرعت ثابت

۱

۳



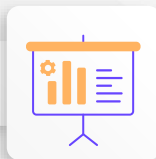
برخی از مزایای توربین بادی سرعت متغیر

۱ قابلیت کنترل توربین و ردیابی نقطه بهینه توان

۲ بازدهی بیشتر

۳ کاهش نوسانات توان

۴ تولید انرژی بیشتر



برخی از هدف‌های کنترل در توربین بادی

۱ افزایش کیفیت توان و فرکانس

۱

۲ کاهش هزینه‌ها با حذف چرخ‌دنده و
حس‌گرها

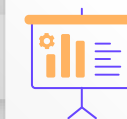
۲

۳ بازدهی بیشتر

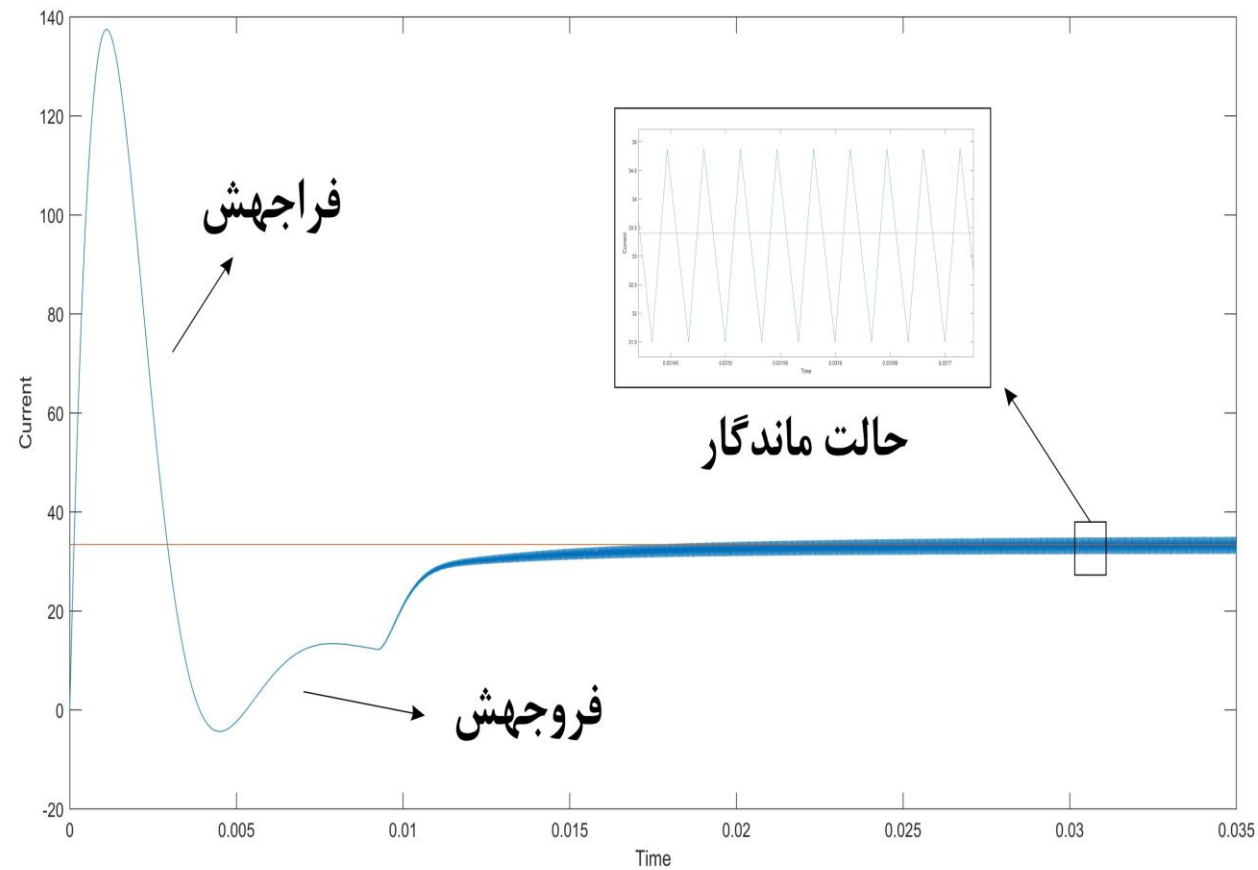
۳

۴ افزایش ایمنی تجهیزات سیستم قدرت

۴



ویژگی‌های کنترل کننده خوب



- ردیابی خوب (خطای حالت ماندگار کم)
- مقاوم بودن
- فراجهبش کم
- سرعت پاسخ‌گویی مناسب



جایگاه مبدل‌های الکترونیک قدرت در توربین باد



باد



روتور



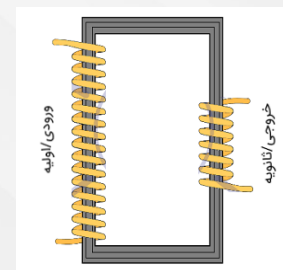
جعبه دنده



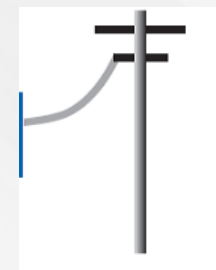
ژنراتور



مبدل‌های
الکترونیک قدرت

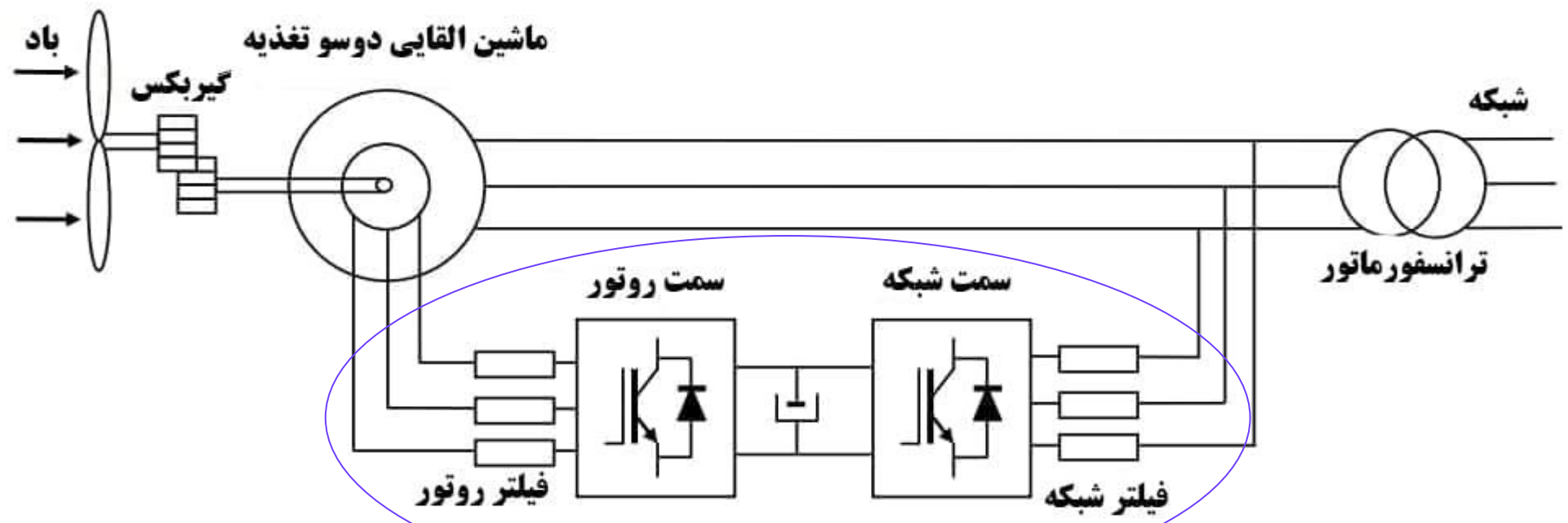


ترانسفورماتور



شبکه

سیستم توربین بادی و جایگاه مبدل در آن



توربین بادی مبتنی بر ماشین القایی دوسو تغذیه

۲. مفاهیم

اولیه



فهرست مفاهیم

مبدل‌های DC-AC

چهارم

سوم

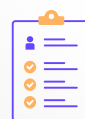
مبدل‌های رزونانسی

مبدل‌های DC-DC

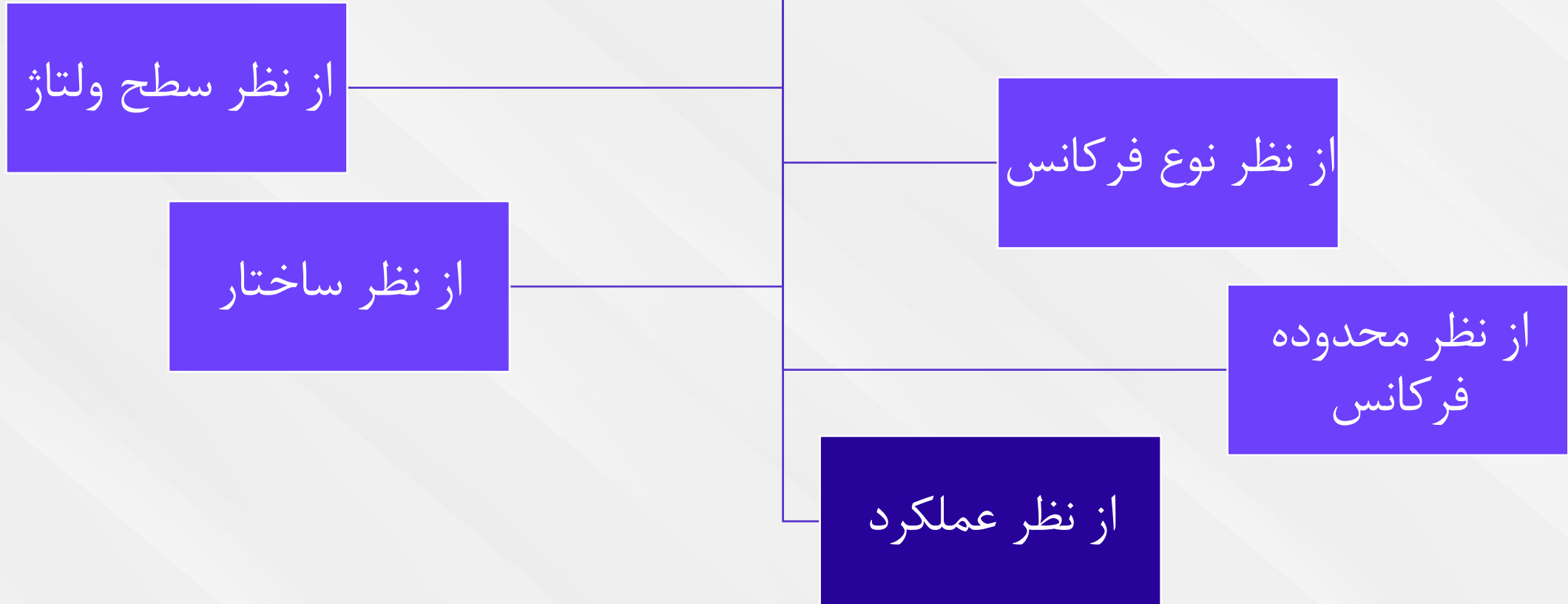
دوم

اول

دسته‌بندی کلی مبدل‌ها



دیدگاه‌های مختلف برای دسته‌بندی مبدل‌ها



دسته‌بندی
مبدل‌ها از نظر
عملکرد

DC-DC

چاپر

DC-AC

اینورتر

AC-DC

رکتیفایر

AC-AC



دسته‌بندی مبدل‌های DC-DC از نظر
نوع کلید زنی

کلید زنی نرم

مبدل‌های رزونانسی

کلیدزنی سخت

ایزوله

غیرایزوله

Bridge

Plyback

Forward

Multi Port

Z.Source

کلاسیک

چند سطحی

Multi
Device Port

Full Bridge

Half Bridge

باک

بوست

باک بوست

کاک

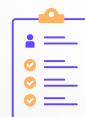


کلیدزنی نرم

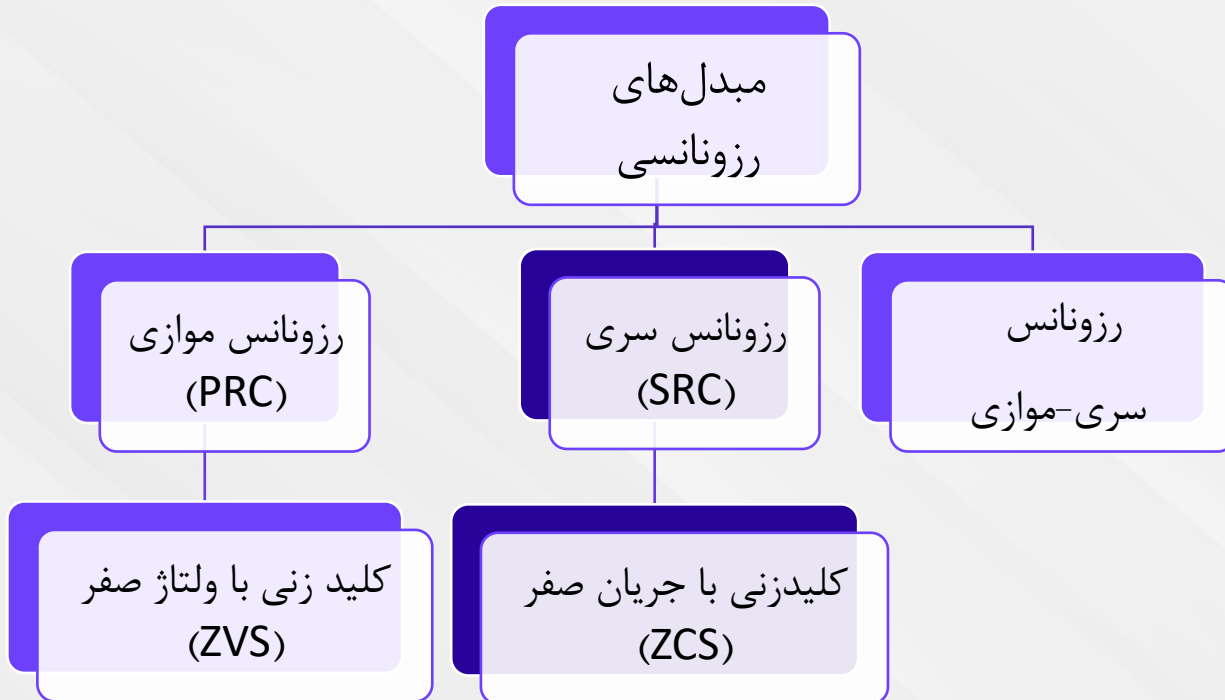
- صفر شدن یکی از دو پارامتر ولتاژ یا جریان در هنگام کلیدزنی
- کم تر شدن میزان تلفات
- امکان افزایش فرکانس

کلیدزنی سخت

- هم پوشانی ولتاژ و جریان در زمان کلیدزنی
- وجود تلفات
- روشی متداول و سنتی
- راحتی و سرعت در اجرا
- ساختارهای کنترلی راحت و کوچک



رزونانس سری



- سلف و خازن سری
- بار سری با تانک رزونانسی
- شکل موج جریان سینوسی



دسته بندی
مبدل های DC-AC

Voltage
source

Current
source

Two level

Multi level

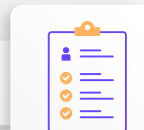
LCI

PWM

Cascaded
H-Bridge

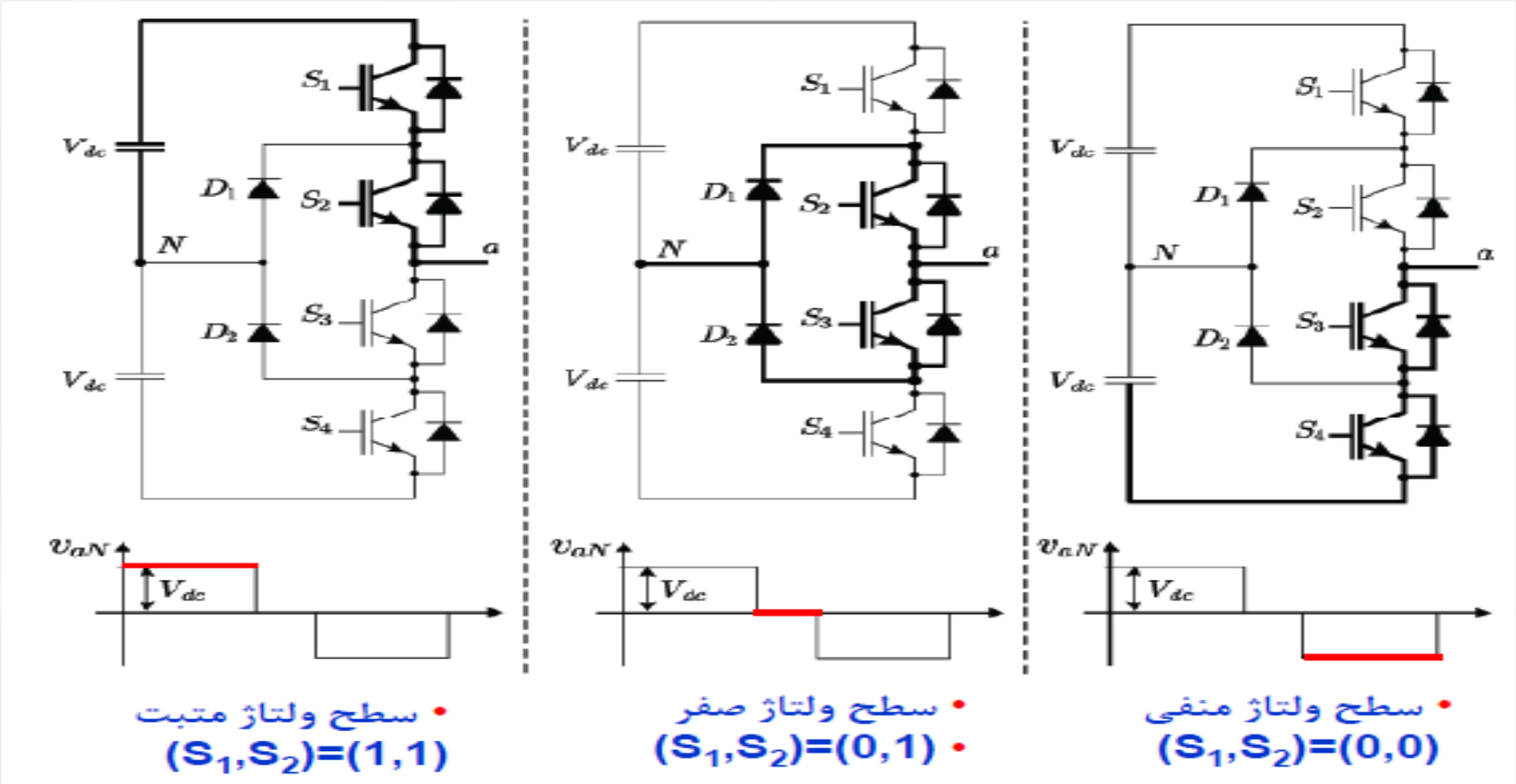
Flying
Capacitor

Neutral -point
clamped (NPC)

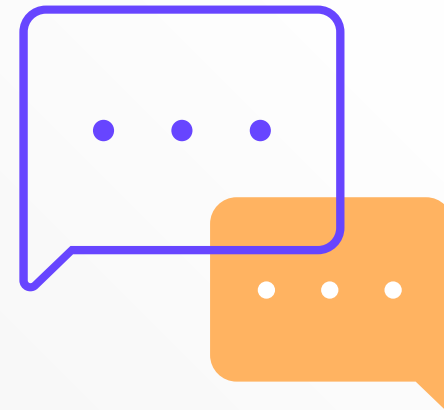


سطح‌های مختلف ولتاژ در مبدل

NPC



۳. کلیات و روش



فهرست کلیات و روش

اعمال کانورتر رزونانسی سری برای
دستیابی به بازدهی بیشتر و کنترل
باس DC ولتاژ پایین

سوم

- معرفی ناحیه‌های مختلف عملکرد
توربین
- اعمال کنترل کننده فیدبک خروجی
برای بهینه‌سازی توان خروجی

دوم

اول

- ساختار دیود یک‌سو کننده
- اعمال یک کنترل کننده پیش‌بین
بر مبدل بوست سه سطحی با
اینورتر NPC با ژنراتور سنکرون
مغناطیس دائم (PMSG)

ساختار مبدل‌ها در توربین بادی

مبدل ماتریس

۹ کلید

مبدل‌های چندسطحی

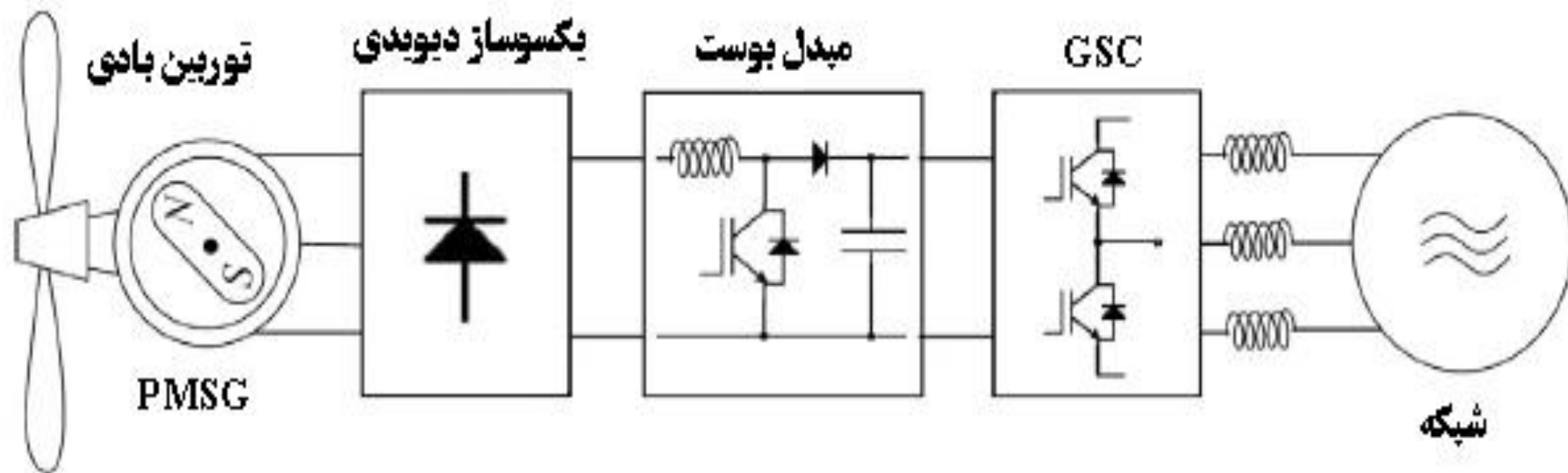
اینورتر منبع Z

پشت به پشت

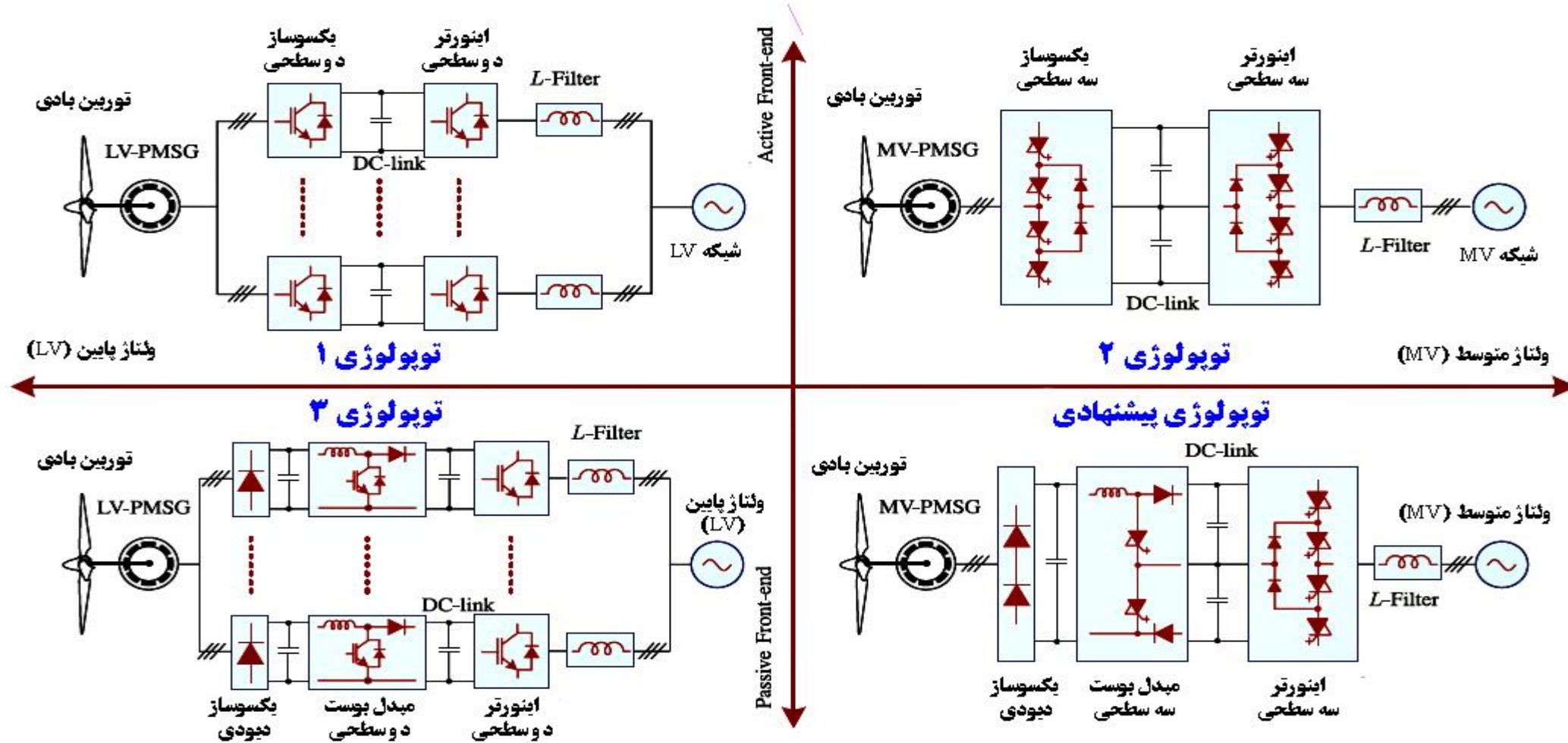
دیود یک‌سو کننده



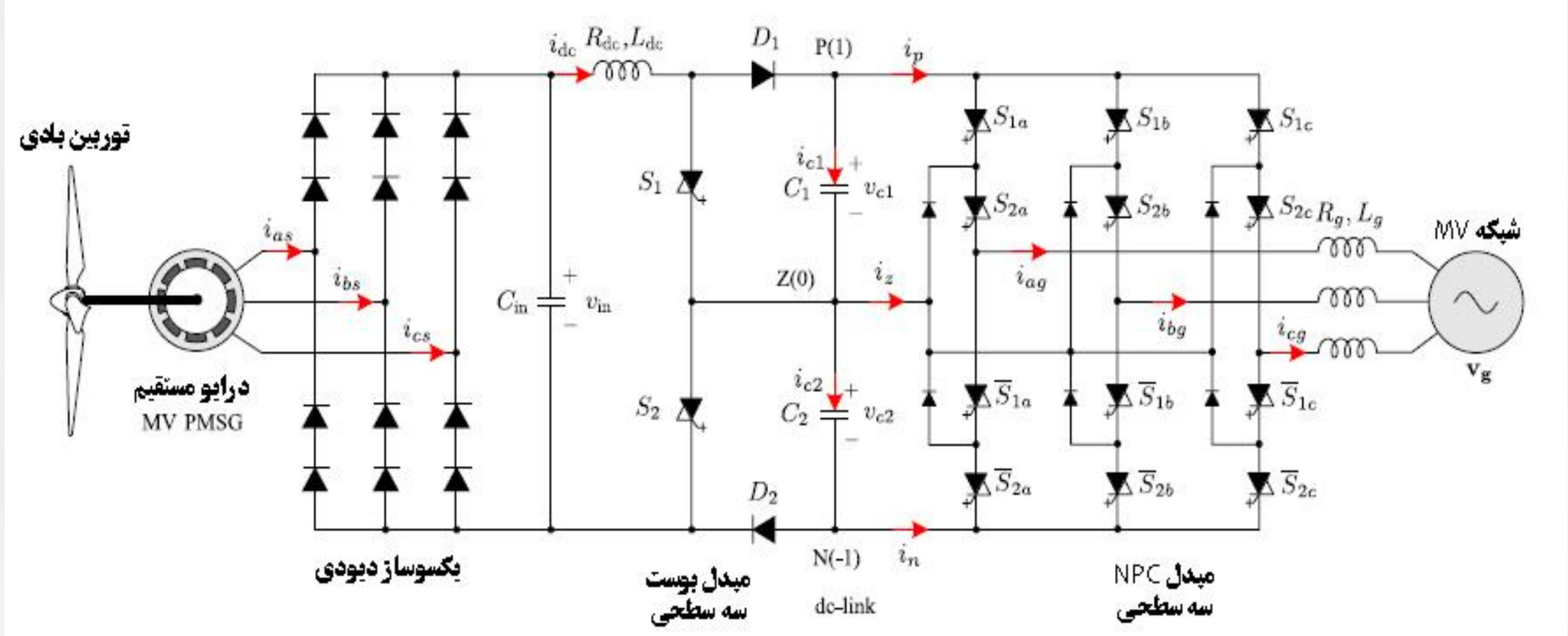
ساختار دیود یکسو کننده



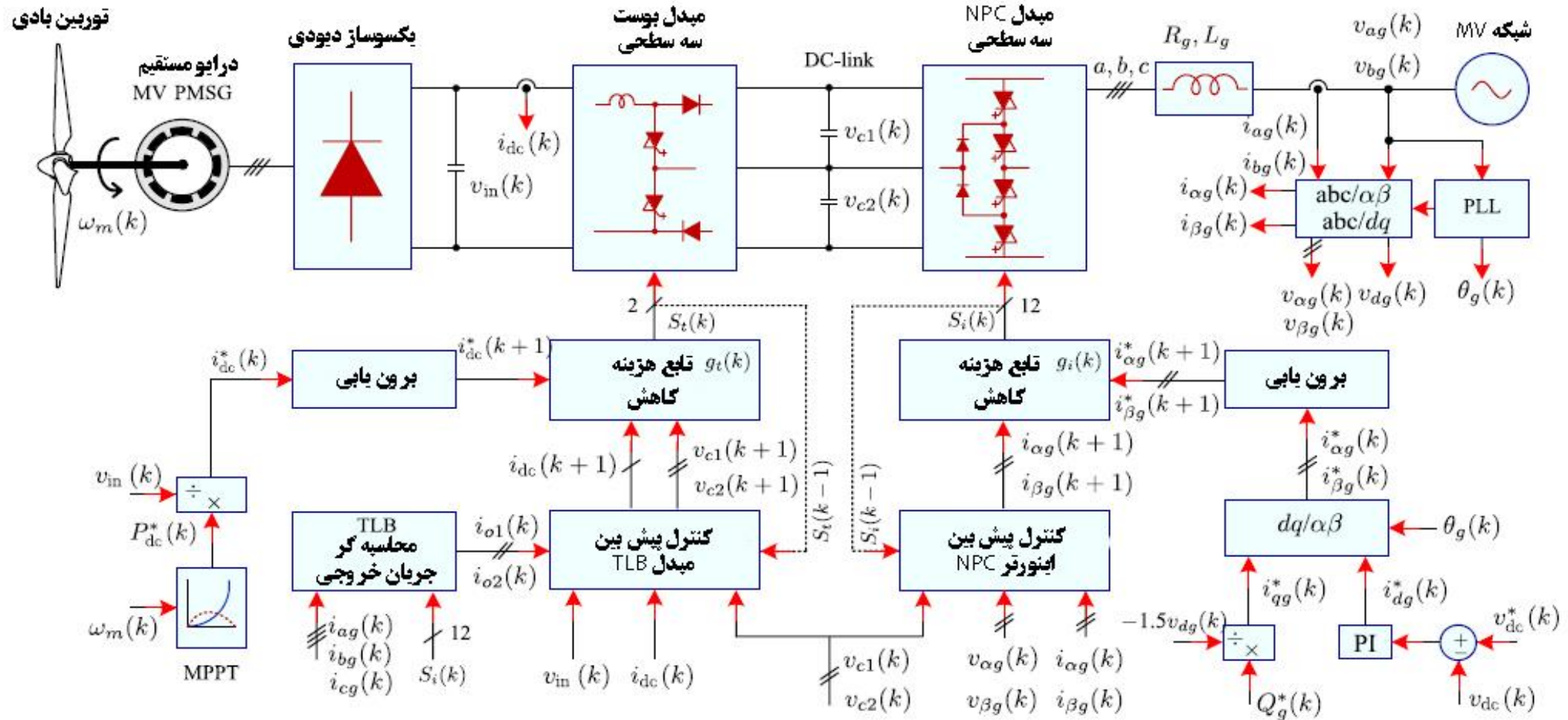
ساختارهای کانورتر توان برای ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم در سیستم‌های بادی



ساختار یک مبدل بوست سه سطحی با اینورتر NPC با ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم

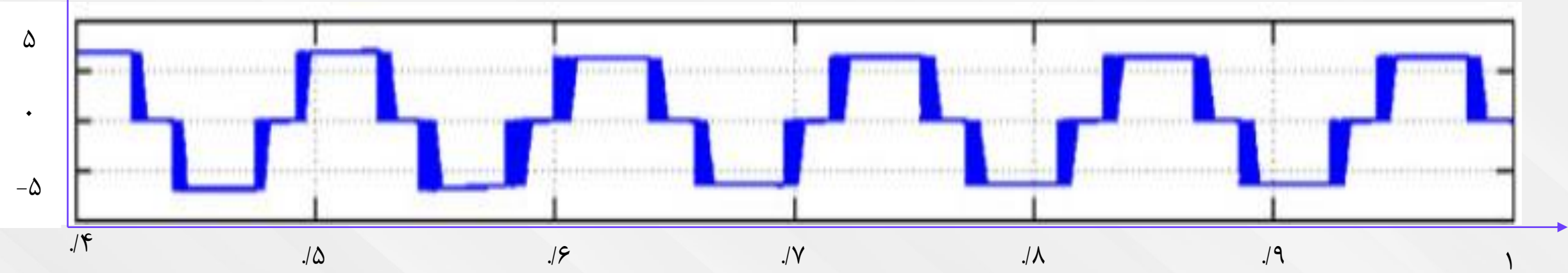


ساختار هدف مقاله

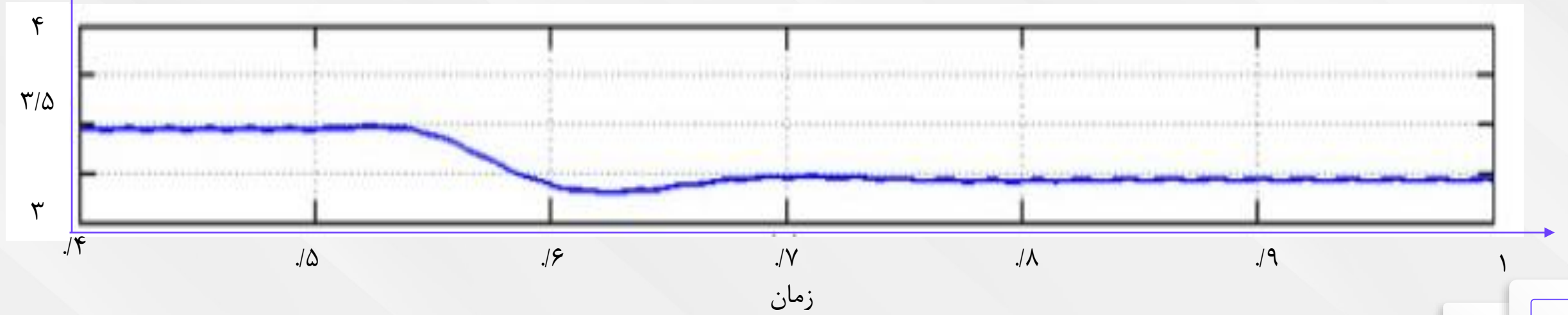


نتایج شبیه‌سازی

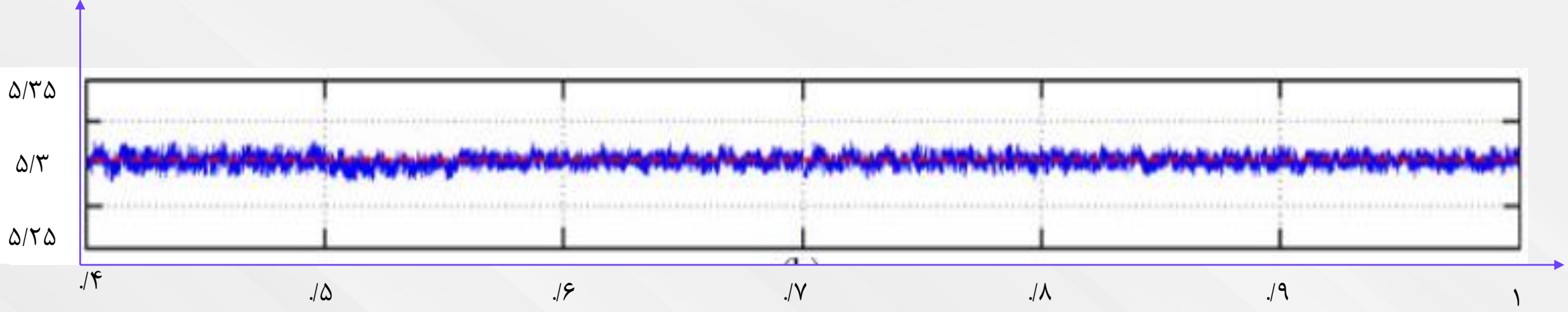
ولتاژ خروجی ژنراتور



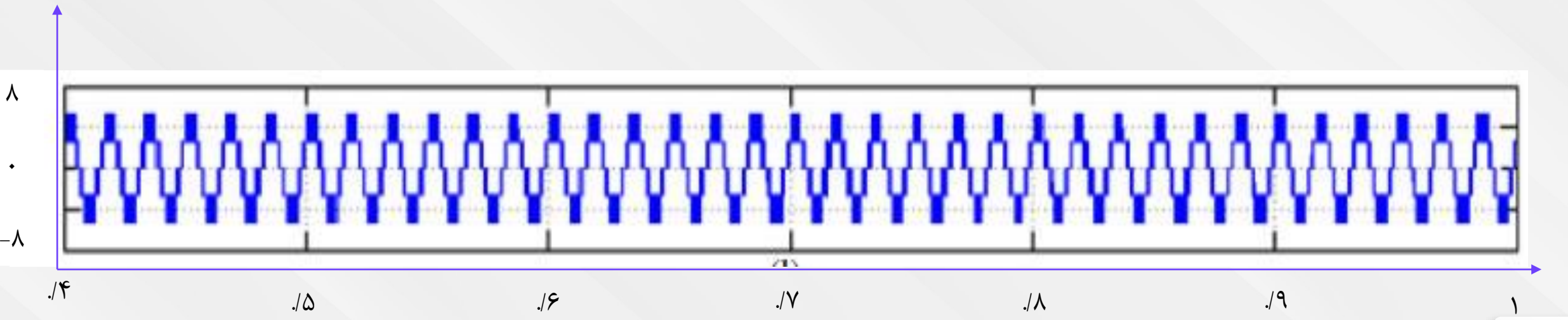
ولتاژ ورودی مبدل



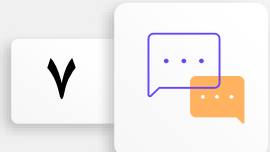
ولتاژ خروجی مبدل



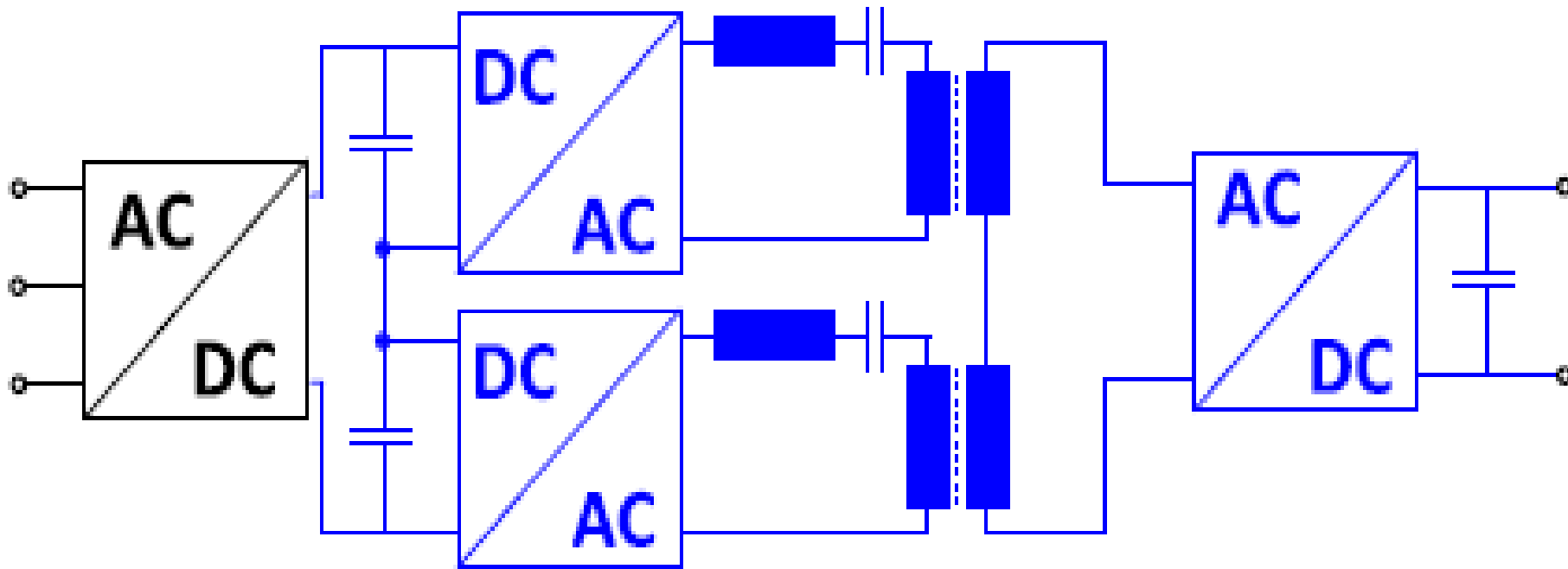
ولتاژ خروجی NPC



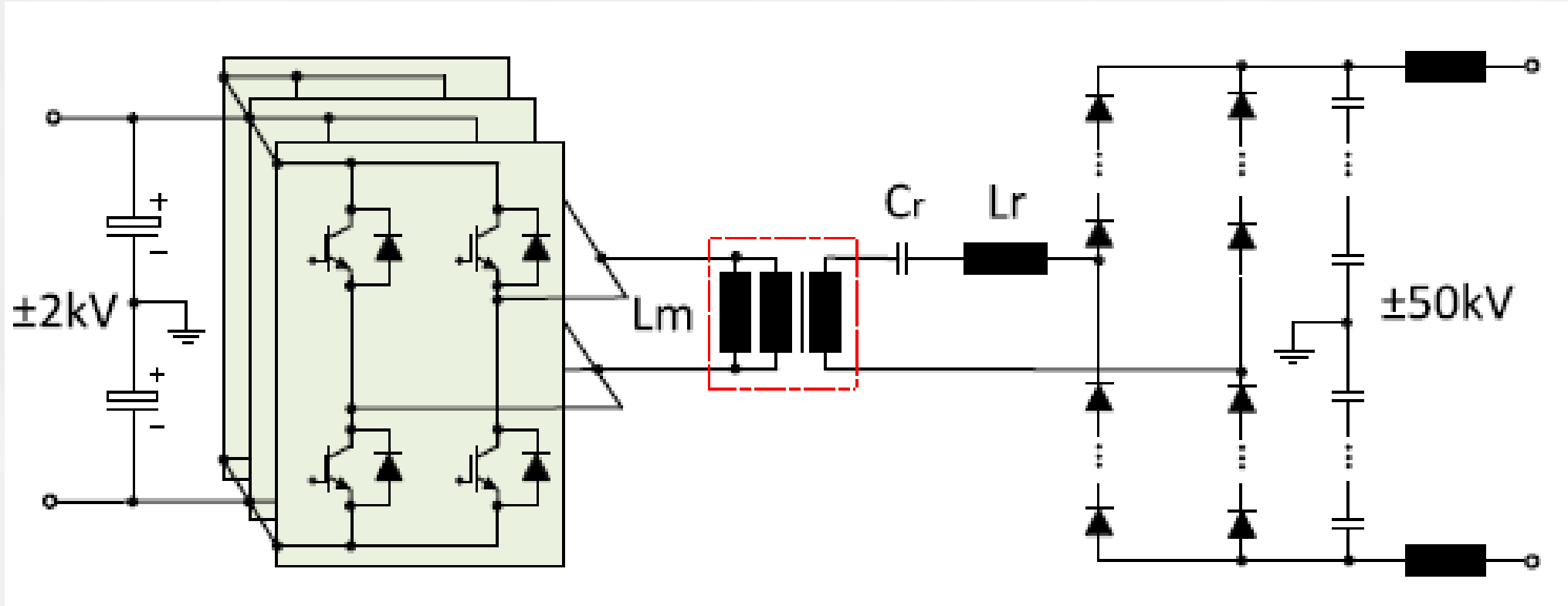
زمان



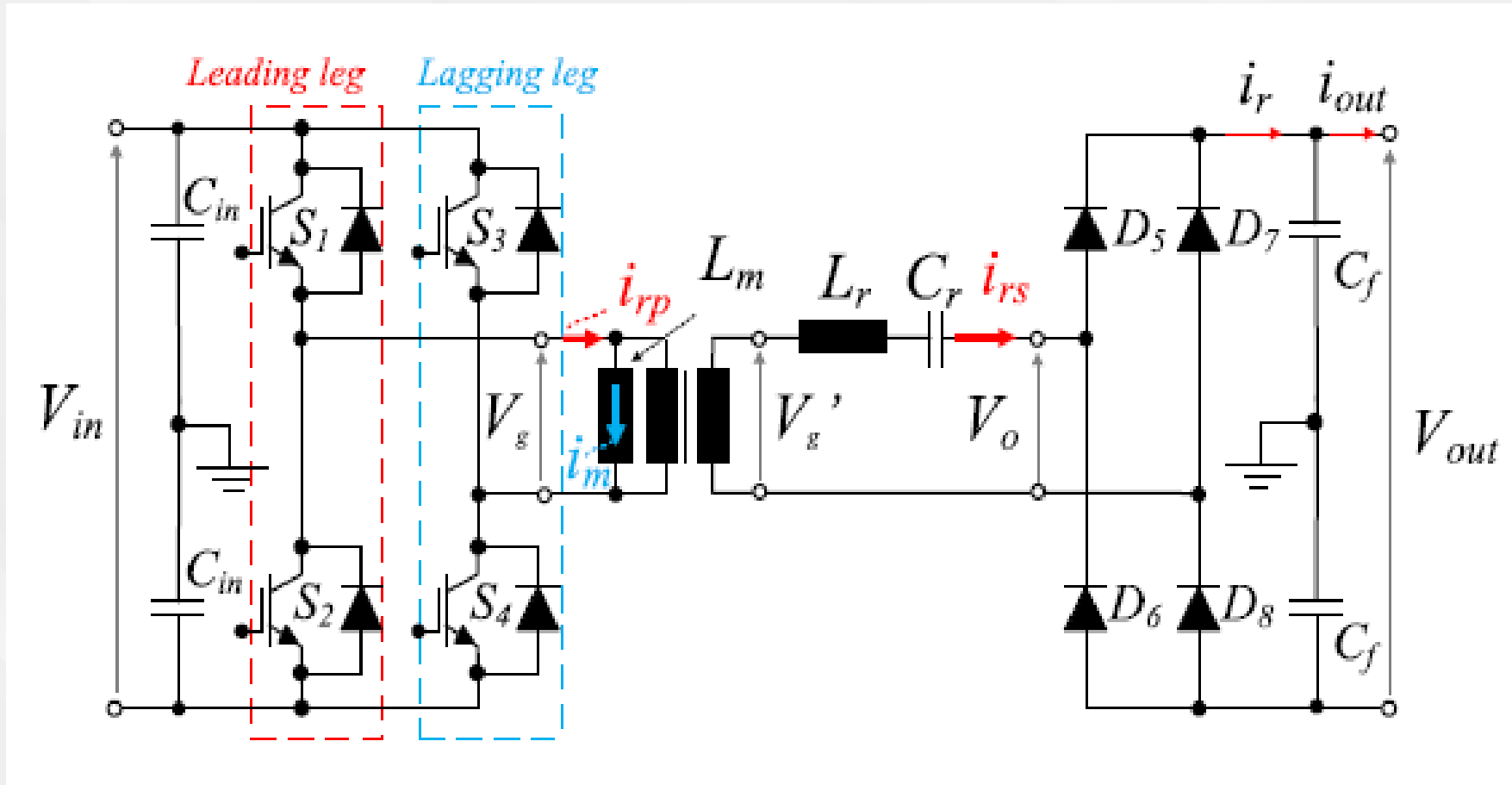
ساختار مبدل رزونانسی چند سطحی کلاسیک



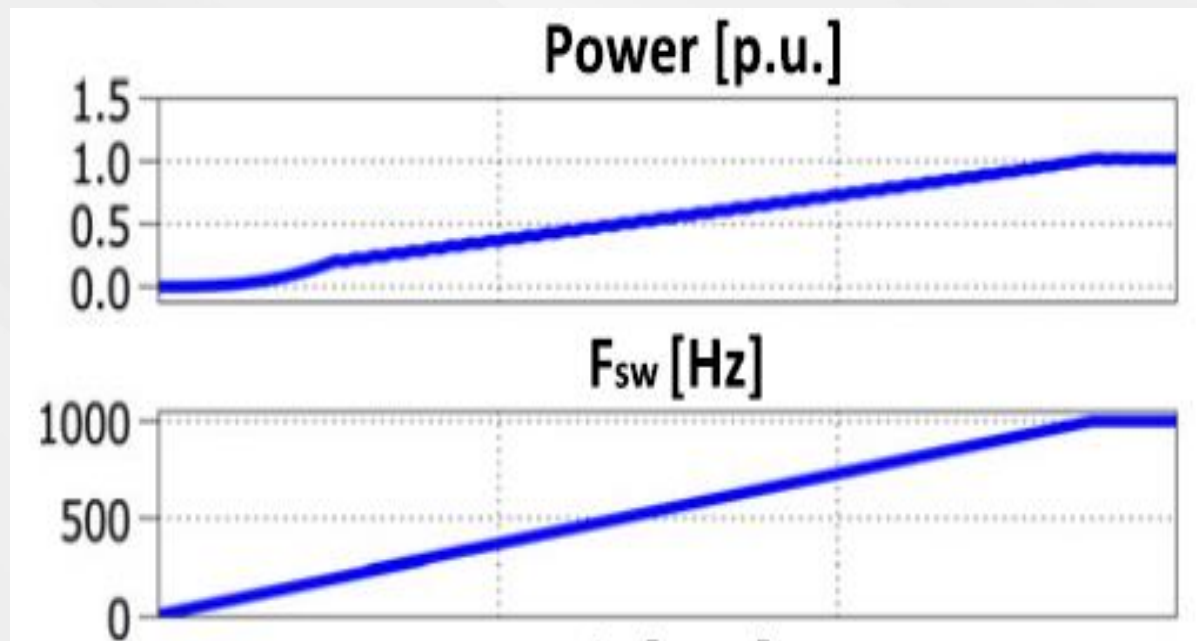
ساختار مبدل رزونانسی هدف مقاله



ساختار هدف مقاله



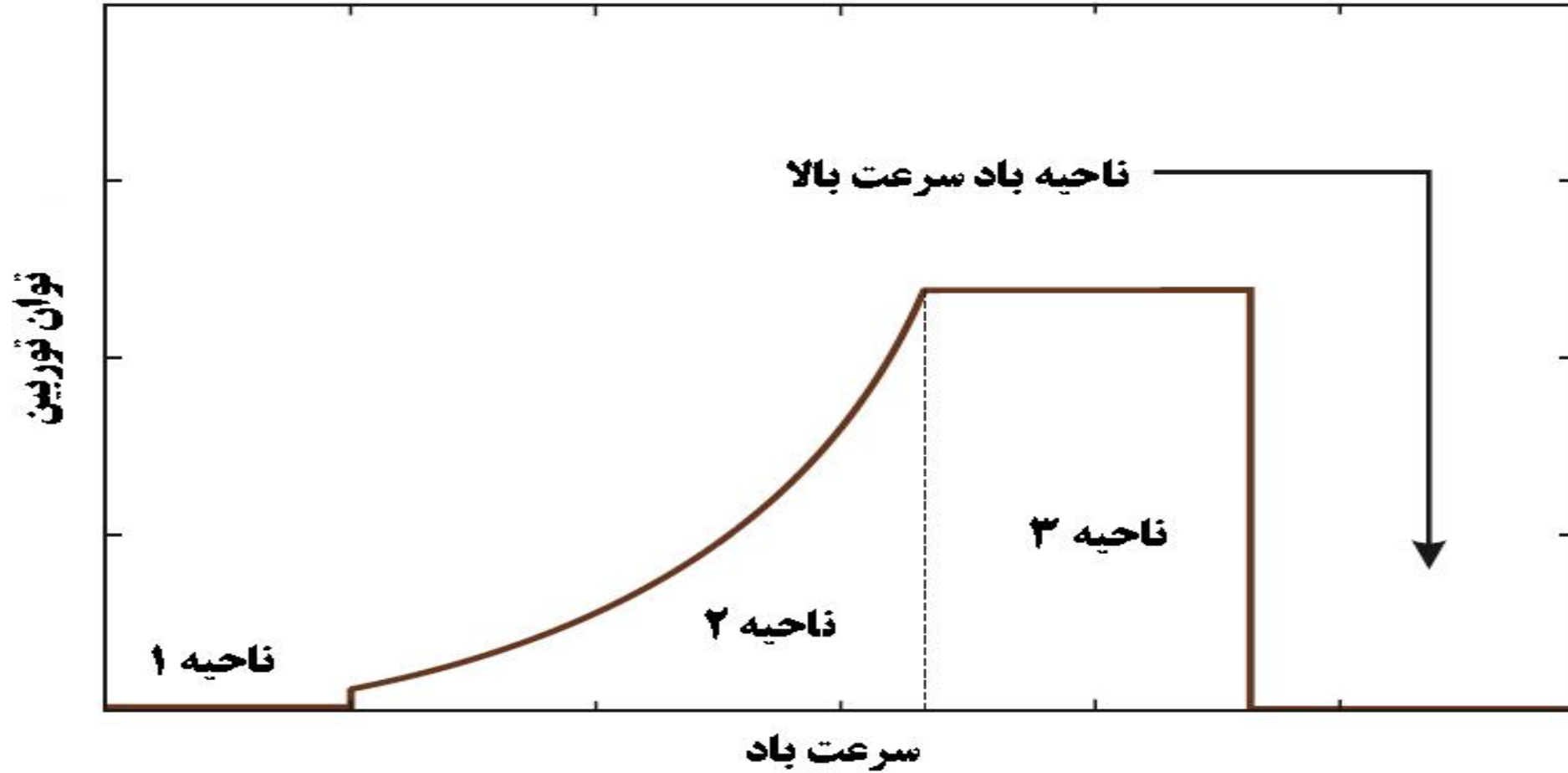
نتایج به دست آمده از اعمال مبدل سری رزونانسی بر توربین بادی DC



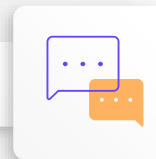
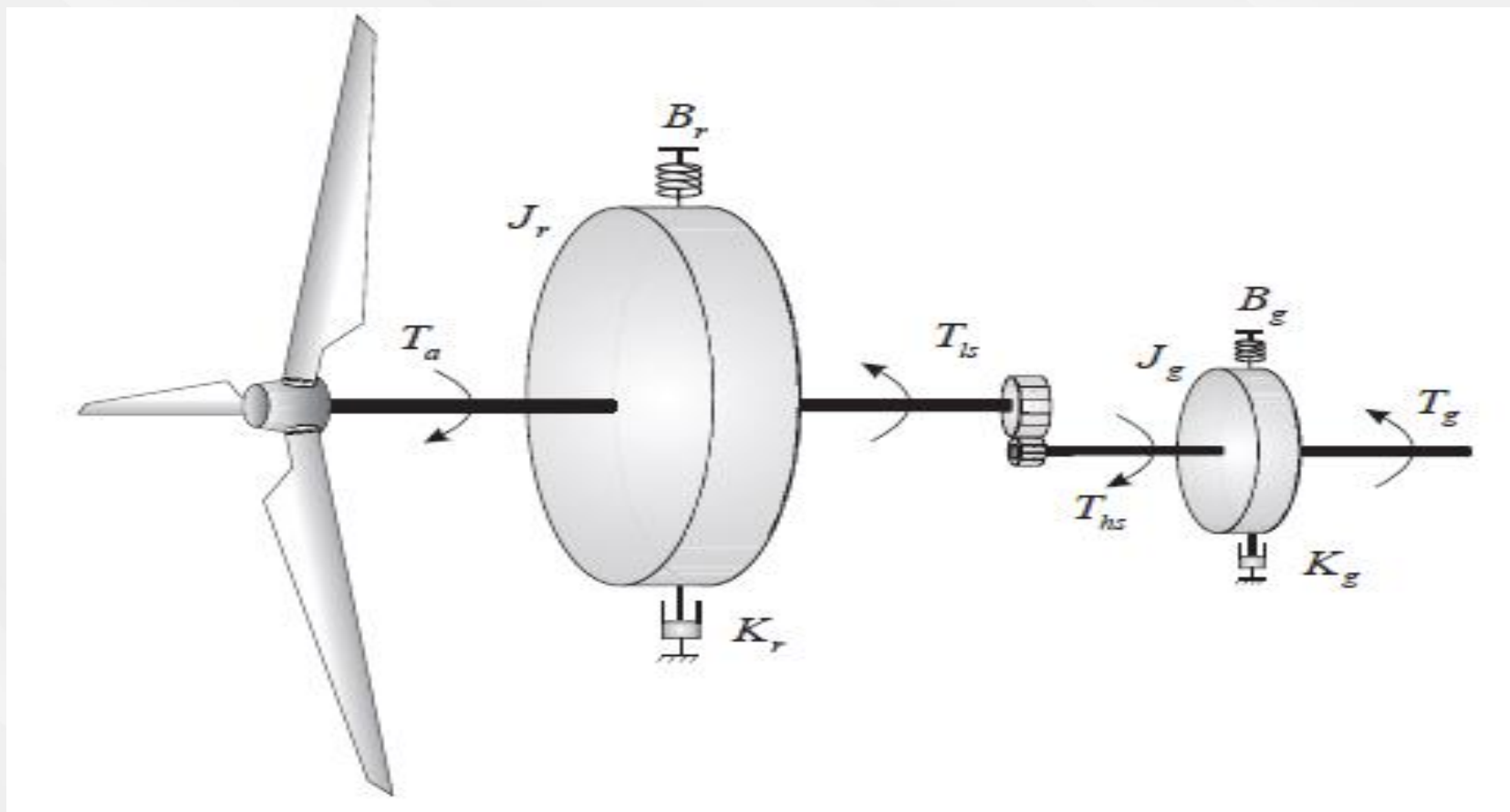
- افزایش بازده
- تنظیم توان از مقدار نامی تا صفر با کنترل فرکانس



ناحیه‌های عملکرد توربین باد



نیروهای موجود در توربین باد سرعت متغیر



روابط

$$P_a = \frac{1}{2} \rho \pi R^2 v^3 C_p(\lambda, \beta)$$

$$C_p(\lambda, \beta) = 0.22 \left(\frac{116}{\lambda_i} - 0.4\beta - 5 \right) e^{-\frac{12.5}{\lambda_i}}$$

$$\frac{1}{\lambda_i} = \frac{1}{\lambda + 0.08\beta} - \frac{0.035}{\beta^3 + 1}$$

$$\lambda = \frac{R\omega_r}{v}$$

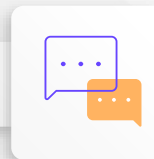
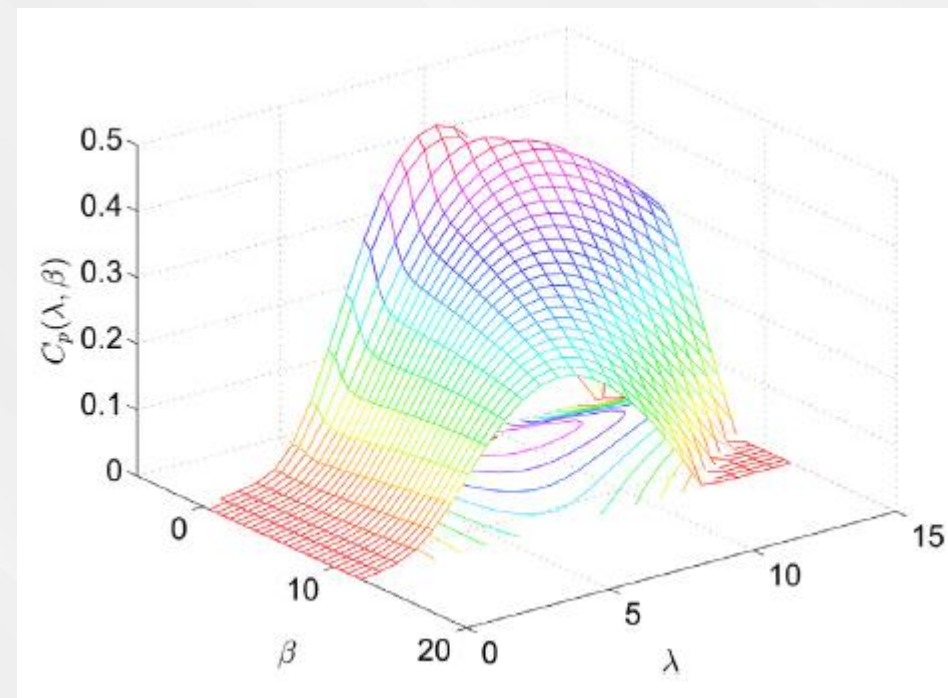
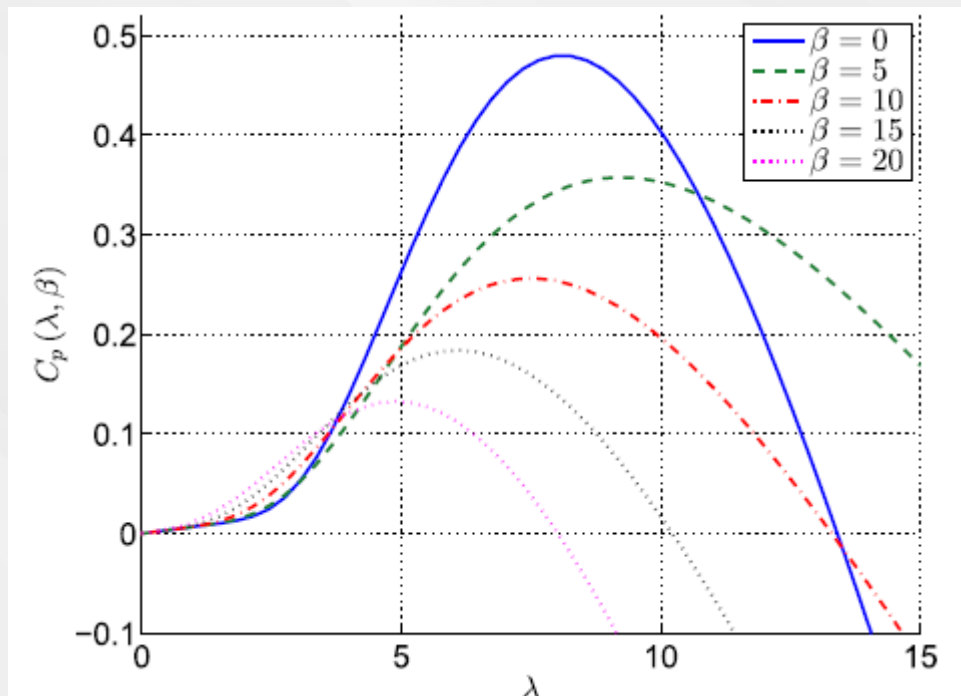
$$\omega_{r_{opt}} = \frac{\lambda_{opt}}{R} v$$

$$T_a = \frac{P_a}{\omega_r} = \frac{1}{2\lambda} \rho \pi R^2 v^3 C_p(\lambda, \beta)$$

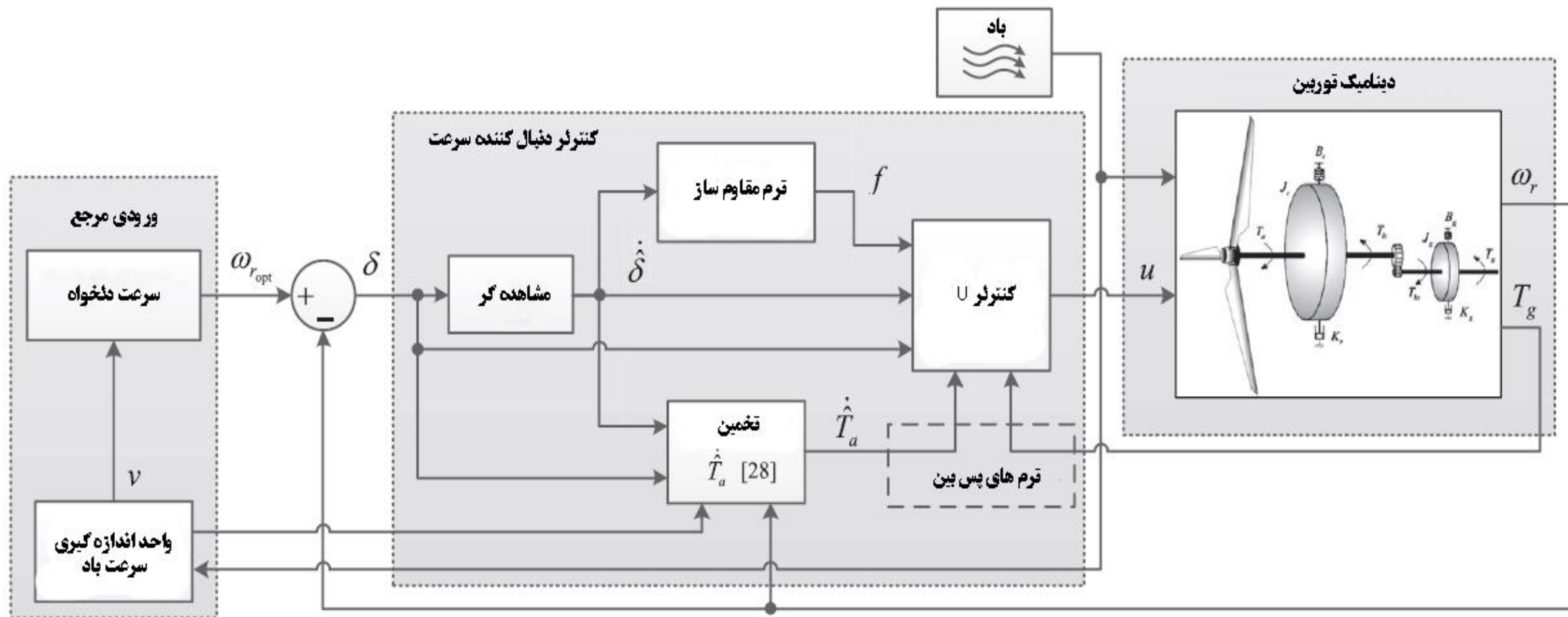
$$\delta = \omega_r - \omega_{r_{opt}}$$



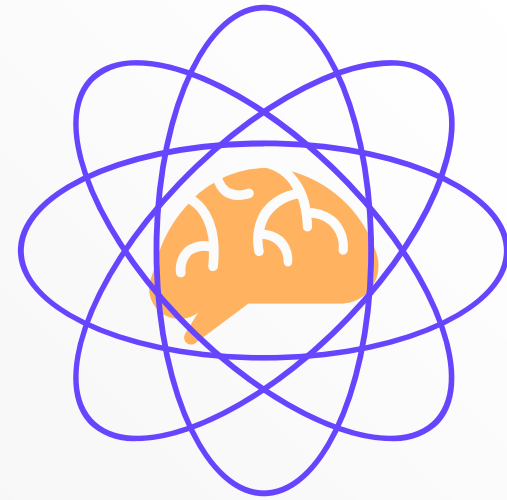
نمودارهای ضریب توان



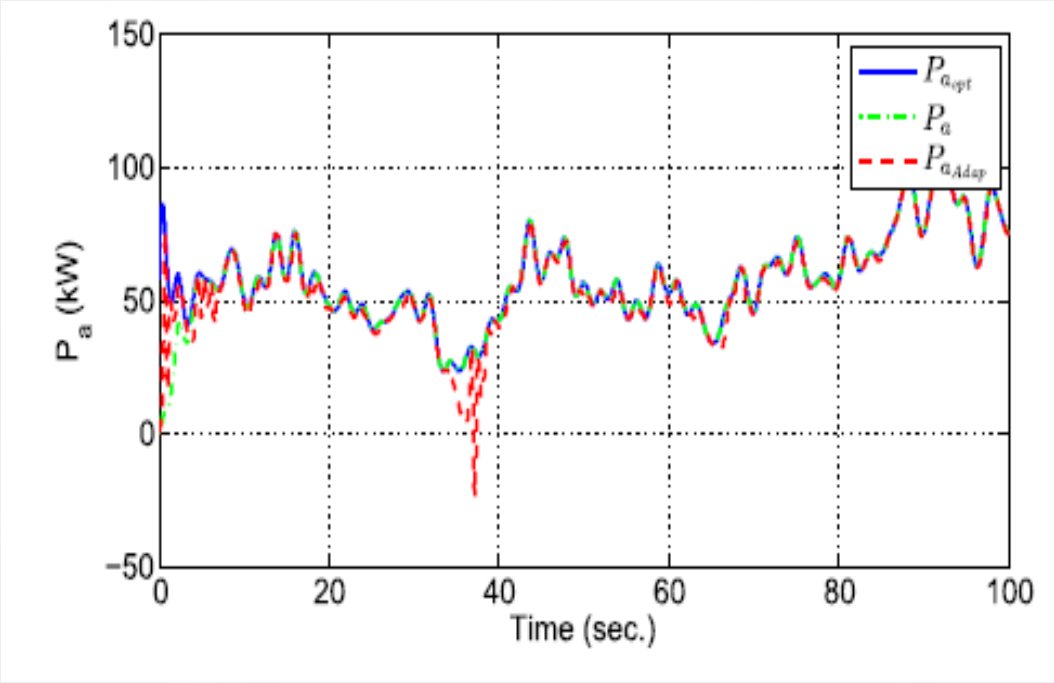
بهینه‌سازی توان توربین بادی متغیر با به‌کارگیری کنترل فیدبک



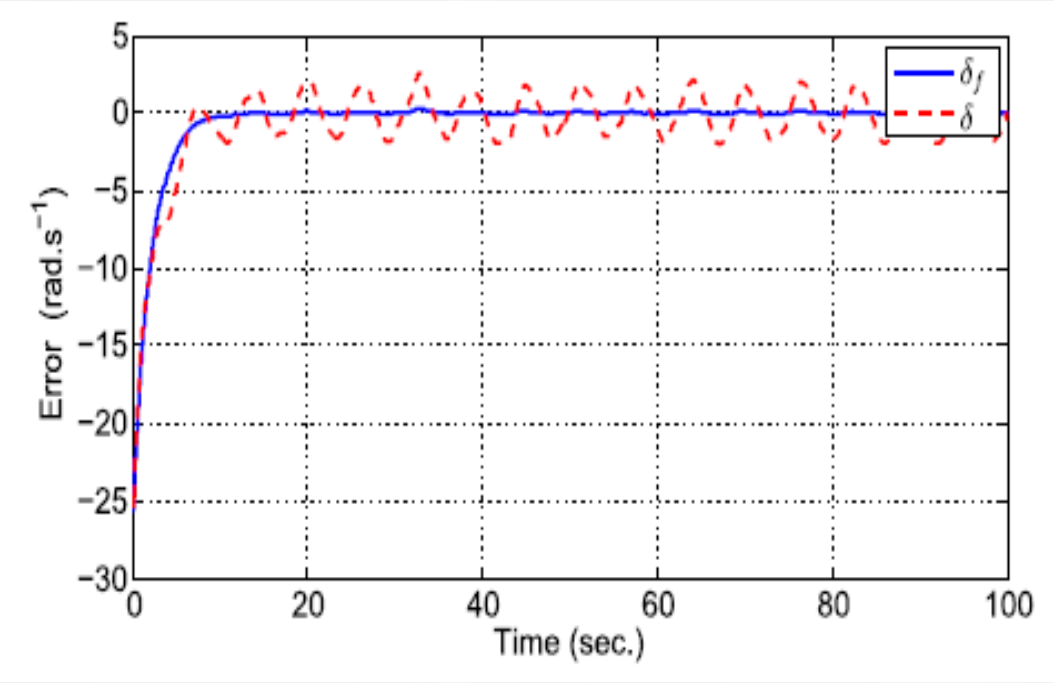
٤. نتایج



نتایج شبیه‌سازی

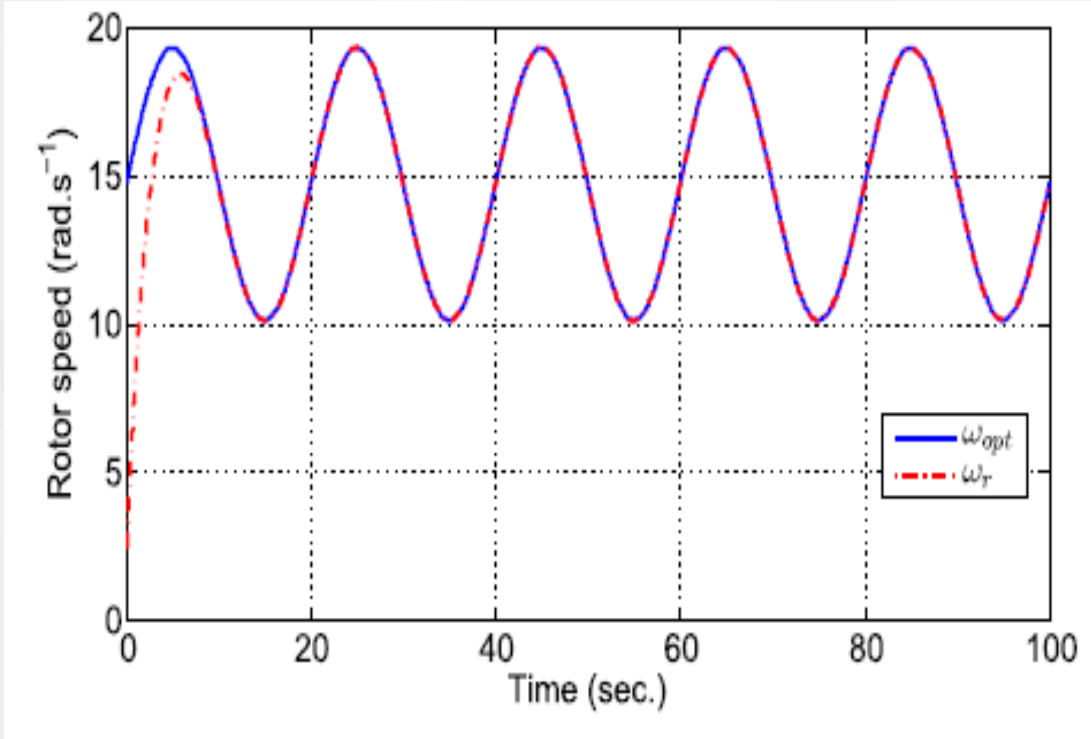


توان بهینه و واقعی روتور و روش تطبیقی

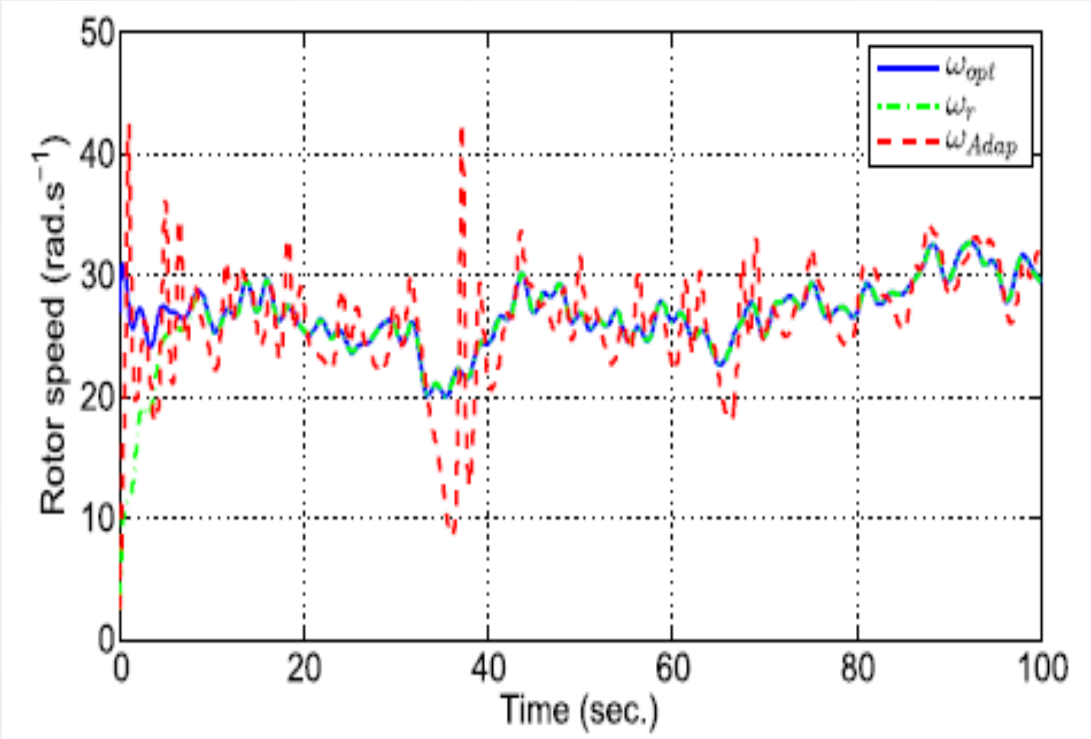


نمودار خطای ردیابی با در نظر گرفتن ترم مقاوم ساز و بدون در نظر گرفتن آن

نتایج شبیه‌سازی

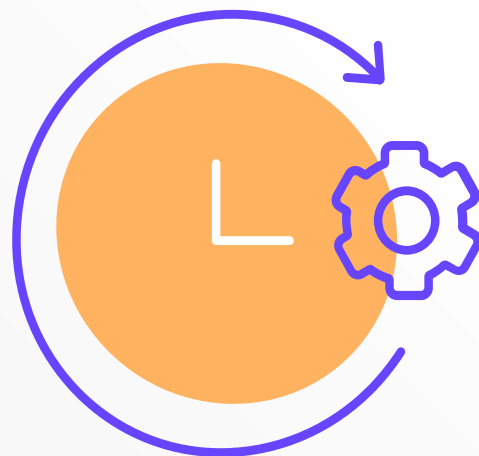


سرعت زاویه‌ای بهینه و واقعی روتور



سرعت زاویه‌ای بهینه و واقعی روتور و روش تطبیقی

۵. جمع بندی



خلاصه نکات

کنترل کننده
۱

لزوم دقت در انتخاب
کنترل کننده

طراحی کنترل
کننده‌ها

به کارگیری ناظر در کنترل کننده‌ها
و طراحی کنترل کننده پیش‌بین

مبدل‌های
رزونانسی

کاهش تلفات سیستم
امکان افزایش فرکانس

چاپرها

افزایش یا کاهش ولتاژ
مطابق با ولتاژ مورد نیاز



خلاصه نکات

مولفه مقاوم
ساز

تضمین مقاوم بودن
کنترل کننده در برابر عدم
قطعیت‌ها

مبدل‌های
NPC

سه سطح ولتاژ
مثبت، منفی و صفر

کلیدزنی نرم

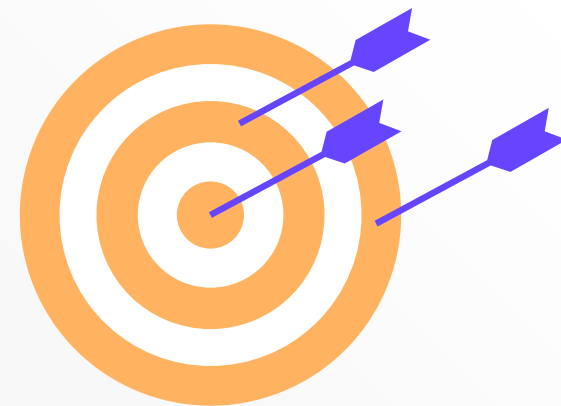
صفر شدن یکی از
پارامترهای ولتاژ یا
جریان

کلید زنی
سخت

هم‌پوشانی ولتاژ و جریان
و ایجاد اغتشاش



٦. منابع



مراجع

- [1] H. Jabbari Asl and J. Yoon, "Power capture optimization of variable-speed wind turbines using an output feedback controller," *Renew. Energy*, vol. 86, pp. 517–525, 2016, doi: 10.1016/j.renene.2015.08.040.
- [2] C. Dincan, P. Kjaer, Y. H. Chen, S. Munk-Nielsen, and C. L. Bak, "A High-Power, Medium-Voltage, Series-Resonant Converter for DC Wind Turbines," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 33, no. 9, pp. 7455–7465, 2018, doi: 10.1109/TPEL.2017.2770220.
- [3] V. Yaramasu and B. Wu, "Predictive control of a three-level boost converter and an NPC inverter for high-power PMSG-based medium voltage wind energy conversion systems," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 29, no. 10, pp. 5308–5322, 2014, doi: 10.1109/TPEL.2013.2292068.
- [4] R. W. Erickson, "techniques Steady-State Analysis of the converter," vol. 00, no. 6, pp. 791–799, 1985.
- [5] S. M. Tripathi, A. N. Tiwari, and D. Singh, "Grid-integrated permanent magnet synchronous generator based wind energy conversion systems: A technology review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 51, pp. 1288–1305, 2015, doi: 10.1016/j.rser.2015.06.060.

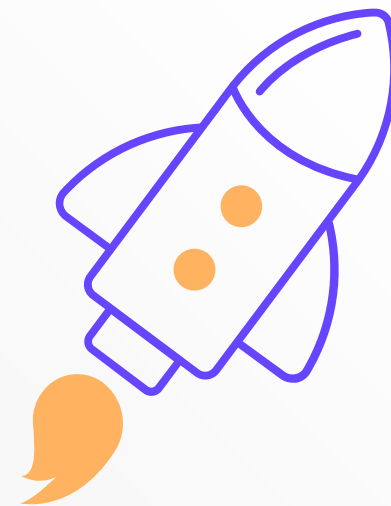


مراجع

- [6] M. Roy and R. Gandhi, "A COMPREHENSIVE PROJECT REPORT ON PERFORMANCE ANALYSIS OF ACTIVE FRONT END CONVERTER A Project Report submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Raja Gandhi (B120006EE) Under the guidance of," no. May, pp. 0–18, 2016, doi: 10.13140/RG.2.1.1749.9764.
- [7] M. Z. Youssef and P. K. Jain, "A review and performance evaluation of control techniques in resonant converters," *IECON Proc. (Industrial Electron. Conf.)*, vol. 1, pp. 215–221, 2004, doi: 10.1109/IECON.2004.1433312.
- [8] K. Yukita *et al.*, "A study of AC link and DC link method for wind power generation connected to electric power system," *Electr. Eng. Japan (English Transl. Denki Gakkai Ronbunshi)*, vol. 178, no. 3, pp. 21–30, 2012, doi: 10.1002/eej.21196.



اسلايد پايانی



با تشکر از توجه شما

پایان