



شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیست و دوین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۷



انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
صایخ سمنان

# تأثیر امواج الکترومغناطیسی صاعقه در سیستم فتوولتاویک



نویسنده‌گان:

غزاله صارمی      محسن نیاستی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان





شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیست و دوین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۷



انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخته سمنان



قرآن کریم - سوره روم - آیه ۲۴:

«وَ مِنْ آيَاتِهِ يُرِيكُمْ  
الْبَرْقُ...»





ضرورت حفاظت سیستم‌های فتوولتائیک در برابر صاعقه

مدلسازی سیستم فتوولتائیک برای مطالعات صاعقه

بررسی روش‌های حفاظت سیستم فتوولتائیک در برابر صاعقه

پرسش و پاسخ

b–b<sup>3</sup>b®b  
b•bßbž

شکرت ټوزنج نیروی برق  
استان سمنان



بیت و دوین کترانس شکر ټوزنج نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخت سمنان

عوایض پذیری همراه با این پیغام



## ضرورت حفاظت سیستمهای فتوولتائیک در برابر صاعقه

2. پیشگیری از آسیب بر اثر شارژ و بارگذاری

پذیرش برق از شبکه در شرایطی که برق از شبکه امدادی خارج شود

/ پیشگیری از آسیب بر اثر شارژ و بارگذاری

شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیست و دوین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخت سمنان

## ضرورت حفاظت سیستم‌های فتوولتائیک در برابر صاعقه

پهلو پارسیل® پارسیل®



شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیست و دوین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

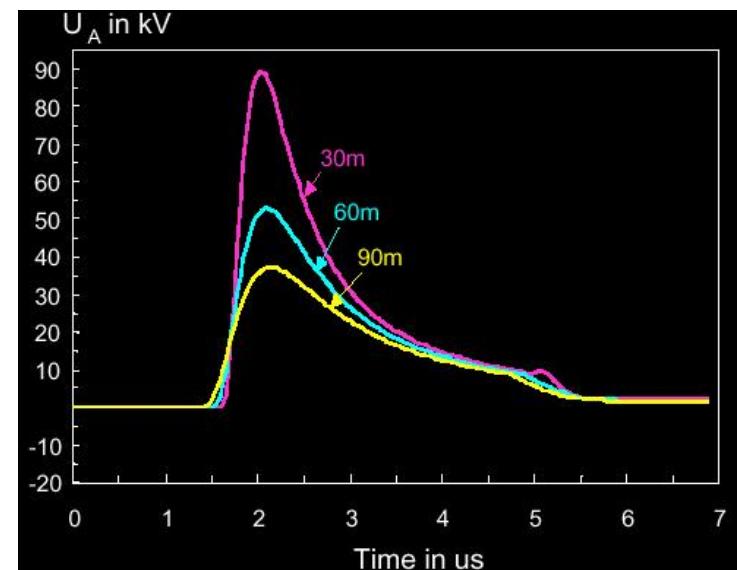
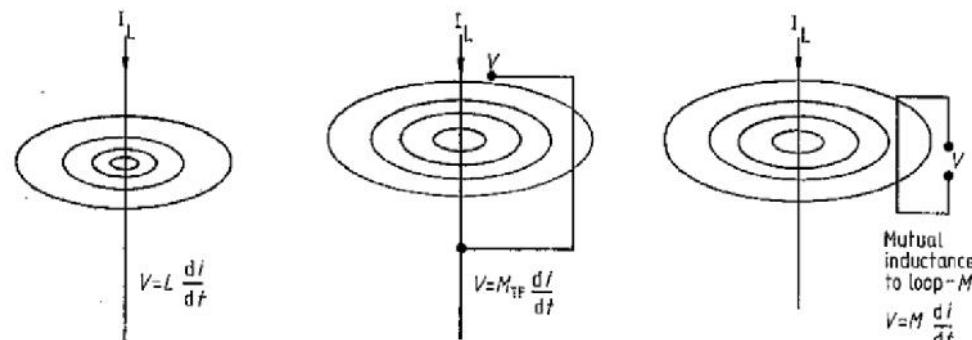


انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخت سمنان

## ضرورت حفاظت سیستم‌های فتوولتایک در برابر صاعقه

القاء ولتاژ روی هادیها در اثر عبور جریان از هادی مجاور

القاء ولتاژ روی هادیها ناشی از  
برخورد صاعقه به زمین مجاور



$$V_{\max} = 36.5 \frac{I_s \cdot h}{y} [KV]$$



## ضرورت حفاظت سیستمهای فتوولتائیک در برابر صاعقه

پردازش این پیغام را با توجه به محتوا مطالعه کنید.



شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



پیشوده این کترانس شبکه‌های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶



انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساختمان سمنان

## مدل‌سازی سیستم فتوولتایک برای مطالعات صاعقه

- از مدل فرکانسی تجهیزات برای مدل‌سازی سیستم فتوولتایک استفاده شده است و نتایج بدست آمده از شبیه سازیها با نتایج مدل مقاومتی و نتایج آزمایشگاهی مقالات قبلی مقایسه شده است.

مدل‌سازی برای حالت اصابت مستقیم صاعقه به بدن یا فریم پنل خورشیدی انجام شده و اضافه ولتاژهای ناشی از آن در شبکه زمین و ترمینال پنل خورشیدی مورد بررسی قرار گرفته است.



شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیست و دوین کنفرانس شبكه هاي توزيع نيروي برق سمنان - 1396

انجمن مهندسين برق و الکترونیك  
ساخت سمنان





شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



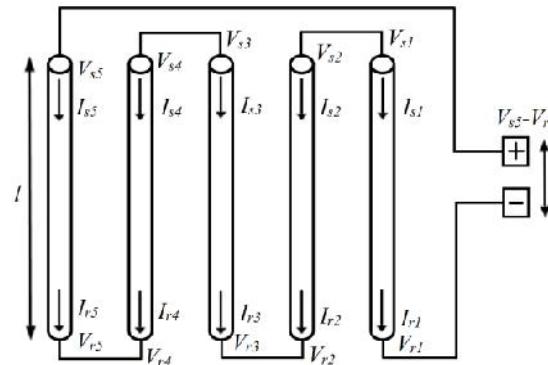
بیست و دوین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶



انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخت سمنان

## مدل‌سازی سیستم فتوولتایک برای مطالعات صاعقه

### پیکر بندی پنل خورشیدی



شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیت و دوین کترانس شکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخه سمنان

Jb<sup>a</sup>ûyb· 1bîb§ bPbèùX ûybàû• 1bŽb~b§bŽb<sup>3</sup> b<sup>2</sup>bçbŽc



شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیست و دوین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶



انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخت سمنان

## مدل فرکانسی امپدانس پایه سازه

امپدانس پایه استوانه ای شکل:

$$Z = 60 \ln \left( \cot g^{-1} 0.5 \left( \frac{r_{str}}{H_{str}} \right) \right)$$

$H_{str}$  : ارتفاع پایه

$r_{str}$  : شعاع پایه





پیشوده دوین کترانس شرکت های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

پیشوده دوین کترانس شرکت های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

پیشوده دوین کترانس شرکت های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

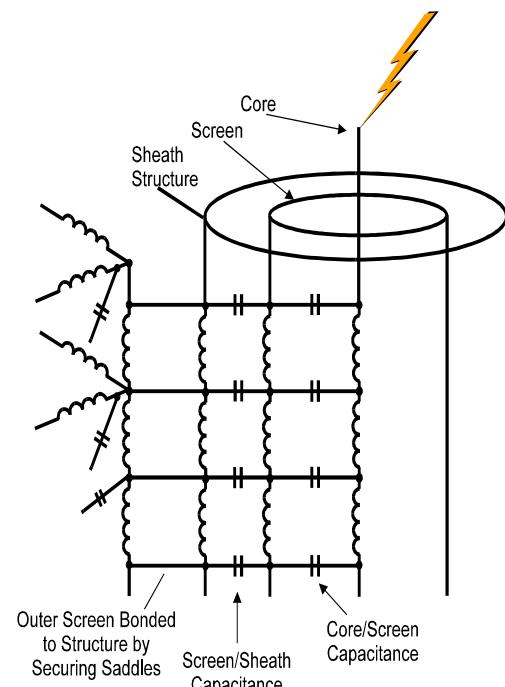
پیشوده دوین کترانس شرکت های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

پیشوده دوین کترانس شرکت های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

پیشوده دوین کترانس شرکت های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

$$C_{23} = \frac{0.002418}{\log_{10} \frac{D}{r}} \text{ mF/km}$$

$$L = \frac{m}{2r} \frac{\delta \times D_{12}}{0.7788} \text{ ohm/m}$$



شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیست و دوین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخت سمنان

D  CD p<sup>a</sup>p'pā H H p®p—1pîpèûp' p<sup>2</sup>pçpžû•|

شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیت و دوین کترانس شرکت های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخت سمنان

þæüýþä 2 þâþ~þ'üýþ³ üýþ'þçþžû•þ®þÓ D

$$R_i = \frac{N}{2r} \frac{\partial \phi}{\partial e} \frac{4l}{a} \quad \delta - \frac{\partial \phi}{\partial \theta}$$

$$C_i = \frac{2r el}{N \ln \frac{\partial \phi}{\partial c} \frac{\partial l}{\partial e} \frac{\partial \phi}{\partial \theta}} \quad \delta - \frac{\partial \phi}{\partial \theta}$$

$$L_i = \frac{m_0}{2r IN} \frac{\partial \phi}{\partial e} \frac{4l}{a} \quad \delta - \frac{\partial \phi}{\partial \theta}$$

شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیت و دوین کترانس شکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخت سمنان

پهلوی زمینه ای پرسنل اعزامی برای پیاده روی

(۱ . ۲۵ ۰%) , پیش از پرسنل اعزامی برای پیاده روی ۲' عرضه شد



شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیست و دو مین کنفرانس شرکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخت سمنان

J / H 1 H 1 / Gbap. / bžp ūb'p~Hžp 1H/ bap bžp bžp 1  
2bžpÓ bêb³ p®p—1bíbèub ' bæúyþá 2

شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیت و دوین کترانس شرکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساختمان

2þZþÓ þêþ³ þ®þ— 1þîþèûþ ' üýþÝ Hþ®þ§ 1 / G



شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیست و دوین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶



انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخت سمنان

## نتیجه گیری کلی از مطالعات صاعقه:

نتایج حاصل از شبیه سازی براساس بکارگیری مدل فرکانس بالای تجهیزات سیستم فتوولتایک، نسبت به مدل سازی مقاومتی فرکانس پایین ، دارای دقت بیشتری میباشد و رفتار واقعی تری از اثرات صاعقه بر سیستم را نشان می دهد.





## بررسی روش‌های حفاظت سیستم فتوولتائیک در برابر صاعقه



bêbØbËbŽb» \* 'b®b' ' b®b' 'b®b' 1 / û•ûýb**bŽb~bß**

b•b' bŽb®b' 1 b®bC bŽb®b  
HbŽb®bC b®b b®b~b  
b•b' 1 bç 'b°ûýb®b b®b bŽb  
b®b~b®bËbŽ

\* 'b®b®b' 1 b®bC bŽb®b  
b•b' 1 bç b®b ØbËb®b b®b  
2 G /bŽb®b b®b b®b®ûýû·  
(1 ' /b®b b®b b®b  
Hbæûýb®b b®b ' uýb®b®b  
b•b' 3 bŽb®b b®b' b®b



## حافظت سیستم فتوولتایک در برابر اصابت مستقیم صاعقه

عیوبی های فوتولتایک در مواجهه با ضربه صاعقه  
پلیمری مکانیکی پلیمری



شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیت و دوین کترانس شکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخت سمنان

پایه ۱ / پایه ۲ / پایه ۳ / پایه ۴ / پایه ۵



شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیست و دوین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

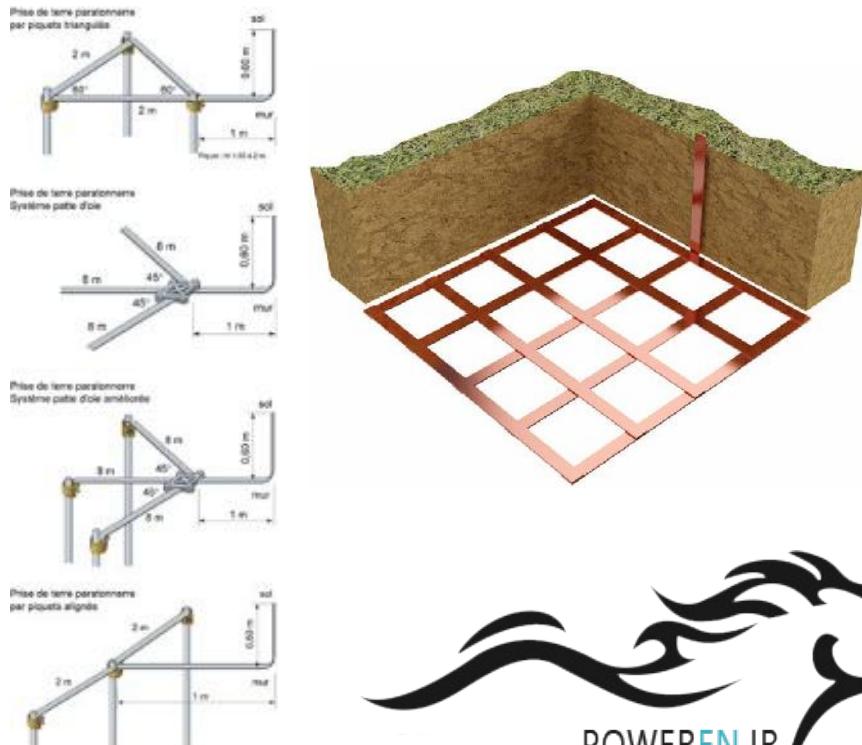


انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخت سمنان

## اجرای شبکه زمین و همبندی مناسب



نحوه توزیع جریان صاعقه در زمین اثر  
پوستی



اجرای شبکه زمین فرکانس بالا



شركت توزيع نيروي برق  
استان همدان



بیست و دوین کنفرانس شبکه های توزيع نيروي برق همان - ۱۳۹۶



انجمن هندسى برق و الکترونیک  
ساخت همدان

## اجرای شبکه زمین و همبندی مناسب

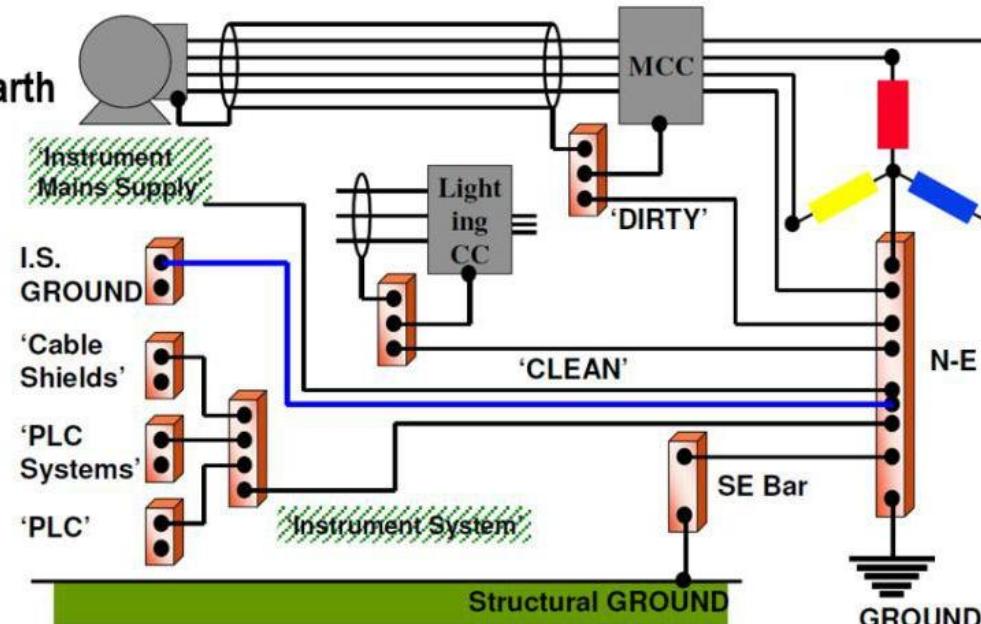
**PE** Plant Earth Loop

**IE** Instrument Earth

**IPE** Instrument Protective Earth

**ISE** Intrinsically Safe Earth

### GROUNDING "TYPES"



POWEREN.IR

## اجرای همبندی مناسب مطابق استانداردهای به روز



شرکت توزیع نیروی برق  
استان سمنان



بیت و دوین کترانس شکه های توزیع نیروی برق سمنان - ۱۳۹۶

انجمن مهندسین برق و الکترونیک  
ساخت سمنان

bčbäb · bēbŶþîþþþ®þ'þþþþþ