

## Enozilni kabel pravokotnega preseka

*Elektrostaticno polje. Koncept enojnega sloja.*

Pisava, ki bo uporabljena na slikah:

```
Times14 = BaseStyle → {FontFamily → "Times", FontSize → 14};
```

### ■ Vhodni podatki

Dielektricitetna konstanta prostora:

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12};$$

Koordinatni sistem izberimo tako, da  $z$ -os sovpada s (skupno) osjo zile in plasca. Os  $x$  naj kaže v desno, os  $y$  pa gor.

Sirina in visina preseka zile:

$$a_1 = 0.01;$$

$$b_1 = 0.01;$$

Sirina in visina preseka plasca:

$$a_2 = 0.02;$$

$$b_2 = 0.02;$$

Napetost med zilo in plascem:

$$U = 100;$$

### ■ Segmentiranje oboda preseka zile in plasca

Število segmentov na horizontalnih stranicah oboda zile in dolzine teh segmentov:

$$n_{x1} = 50;$$

$$\delta l_{x1} = a_1 / n_{x1}$$

Število segmentov na vertikalnih stranicah oboda zile in dolzine teh segmentov:

$$n_{y1} = 50;$$

$$\delta l_{y1} = b_1 / n_{y1}$$

Število segmentov na horizontalnih stranicah oboda plasca in dolzine teh segmentov:

$$n_{x2} = 50;$$

$$\delta l_{x2} = ?$$

Število segmentov na vertikalnih stranicah oboda plasca in dolzine teh segmentov:

$$n_{y2} = 50;$$

$$\delta l_{y2} = ?$$

Celotno število segmentov na obodu zile oz. plasca:

$$N_1 = 2 * (n_{x1} + n_{y1})$$

$$N_2 = ?$$

Celotno število segmentov na obodu zile in plasca:

$$N_0 = N_1 + ?$$

Indeksiranje segmentov: segmente zacnimo steti v spodnjem levem vogalu oboda zile ter nadaljujmo v matemacni pozitivni smeri (nasprotno od smeri vrtenja urinega kazalca) in potem nadaljujmo enako se na plasca.

Mnozica (indeksov) segmentov na spodnji stranici oboda zile:

$$M1 = \text{Table}[j, \{j, nx1\}];$$

Mnozica (indeksov) segmentov na desni stranici oboda zile:

$$M2 = \text{Table}[j, \{j, nx1 + 1, nx1 + ny1\}];$$

Mnozica (indeksov) segmentov na zgornji stranici oboda zile:

$$M3 = \text{Table}[j, \{j, nx1 + ny1 + 1, 2 * nx1 + ny1\}];$$

Mnozica (indeksov) segmentov na levi stranici oboda zile:

$$M4 = \text{Table}[j, \{j, 2 * nx1 + ny1 + 1, N1\}];$$

Mnozica (indeksov) segmentov na spodnji stranici oboda plasca:

$$M5 = \text{Table}[j, \{j, N1 + 1, N1 + nx2\}];$$

Mnozica (indeksov) segmentov na desni stranici oboda plasca:

$$M6 = ?$$

Mnozica (indeksov) segmentov na zgornji stranici oboda plasca:

$$M7 = ?$$

Mnozica (indeksov) segmentov na levi stranici oboda plasca:

$$M8 = ?$$

Matrika (oz. vektor) dolzin segmentov:

$$\delta l = \text{Table}[\text{Which}[\text{MemberQ}[M1 \cup M3, j], \delta l x1, ?, \dots, ?, \text{MemberQ}[M6 \cup M8, j], \delta l y2], \{j, N0\}];$$

Matriki (oz. vektorja) koordinat srediscnih tock segmentov:

$$xC = \text{Table}[\text{Which}[\text{MemberQ}[M1, j], -a1 / 2 + (j - 1 / 2) * \delta l x1, \text{MemberQ}[M2, j], a1 / 2, \\ \text{MemberQ}[M3, j], a1 / 2 - (j - (nx1 + ny1) - 1 / 2) * \delta l x1, \text{MemberQ}[M4, j], -a1 / 2, \\ \text{MemberQ}[M5, j], -a2 / 2 + (j - N1 - 1 / 2) * \delta l x2, ?, \dots, ?, \text{MemberQ}[M8, j], -a2 / 2], \{j, N0\}];$$

$$yC = ?$$

Poskusimo izracunati koordinate srediscnih tock zadnjih segmentov na vseh stranicah oboda zile in plasca:

$$?$$

Pravilen rezultat je  $\pm 0,0049$  oz.  $\pm 0,005$  za zilo ter  $\pm 0,0098$  oz.  $\pm 0,01$  za plasc.

Distancni vektor med srediscnima tockama  $i$ -tega in  $j$ -tega segmenta ter njegova dolzina (absolutna vrednost):

$$PC[i_, j_] := ?$$

$$\text{absPC}[i_, j_] := ?$$

## ■ Sistem enacb za izracun porazdelitve elektrine na površini zile in plasca ter resitev tega sistema

Matrika koeficientov sistema enacb:

$$A = ? ;$$

Matrika (oz. vektor) znanih vrednosti (desnih strani) sistema enacb:

$$\mathbf{B} = ? ;$$

Resitev sistema - matrika (oz. vektor) ploskovnih gostot elektrine na segmentih:

$$\sigma = ? ;$$

### ■ Izracun kapacitivnosti na enoto dolzine kabla

Gostota linijske elektrine na zili:

$$q_1 = \sum_{i=1}^{N1} ? * ?$$

Pravilen rezultat je priblizno  $9,08 \cdot 10^{-9}$ .

Gostota linijske elektrine na plascu:

$$q_2 = ?$$

Pravilen rezultat je priblizno  $-q_1$ .

Relativna razlika (v procentih) med absolutnima vrednostima elektrine na zili in plascu:

$$\Delta r_q = ?$$

Kapacitivnost na enoto dolzine kabla:

$$c = ?$$

Pravilen rezultat je priblizno  $90,8 \cdot 10^{-12}$ .

### ■ Izracun potenciala in risanje ekvipotencialk

Dolzina distancnega vektorja med sredisno tocko  $i$ -tega segmenta in splosno tocko  $(x, y)$ , v kateri bomo racunali potencial:

$$\text{absP}[i_, \mathbf{x}_, \mathbf{y}_] := ?$$

Potencial splosne tocke  $(x, y)$ :

$$V[\mathbf{x}_, \mathbf{y}_] := ?$$

Izracunajmo potencial zile oz. potencial v nekaj tockah v/na zili: v osi zile, v neki drugi tocki v zili, na sredini ene od stranic oboda zile ter v enem od vogalov zile.

?

Pravilen rezultat je (priblizno) 100.

Izracunajmo potencial plasca oz. potencial v nekaj tockah v/na plascu: v dveh tockah v plascu, na sredini ene od stranic oboda plasca ter v enem od vogalov plasca.

?

Pravilen rezultat je (priblizno) 0.

Opazimo lahko, da je izracunana vrednost potenciala povsod znotraj zile oz. plasca priblizno enaka (pri numericnih postopkih se moramo sprijazniti z doloceno numericno napako). Se največja napaka je v tockah blizu oz. na površini zile ter plasca (torej blizu oz. na enojnem sloju elektrin).

Ekvipotencialke električnega potenciala v izolaciji kabla

Preseka zile in plasca, ki ju bomo vrisali v sliko ekvipotencialk:

```
Zila = Line[100 {{-a1 / 2, -b1 / 2},
               {a1 / 2, -b1 / 2}, {a1 / 2, b1 / 2}, {-a1 / 2, b1 / 2}, {-a1 / 2, -b1 / 2}}];
Plasc = Line[100 {{-a2 / 2, -b2 / 2},
                 {a2 / 2, -b2 / 2}, {a2 / 2, b2 / 2}, {-a2 / 2, b2 / 2}, {-a2 / 2, -b2 / 2}}];
```

Območje risanja definirajmo s parametri  $x_{\min}$ ,  $x_{\max}$ ,  $y_{\min}$  in  $y_{\max}$ :

```
xmin = -a2 / 2 - a2 / 20;
xmax = a2 / 2 + a2 / 20;
ymin = -b2 / 2 - b2 / 20;
ymax = b2 / 2 + b2 / 20;
```

Število kontur:

```
StevKontur = 20;
```

Barve kontur:

```
RdeceBarveKontur = Table[ $\frac{i - 1}{\text{StevKontur} - 1}$ , {i, StevKontur}];
ModreBarveKontur = Table[ $1 - \frac{i - 1}{\text{StevKontur} - 1}$ , {i, StevKontur}];
BarveKontur =
  Table[{RGBColor[RdeceBarveKontur[[i]], 0, ModreBarveKontur[[i]]]}, {i, StevKontur}];
```

Ekvipotencialke:

```
ekvipot = ContourPlot[V[x / 100, y / 100], {x, 100 xmin, 100 xmax},
                    {y, 100 ymin, 100 ymax}, Contours -> StevKontur, ContourShading -> False,
                    ContourStyle -> BarveKontur, AspectRatio ->  $\frac{y_{\max} - y_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$ ];
Show[{ekvipot, Graphics[{AbsoluteThickness[1.5], {Zila, Plasc}}]},
     Frame -> True, Times14, FrameLabel -> {"X / CM", "?", "", ""}, ImageSize -> 400]
```

## ■ Shranjevanje resitve

Preverimo, v kateri direktorij bo shranjena resitev (z ukazom `SetDirectory` ga lahko spremenimo):

```
Directory[]
```

Shranimo celoten izracun:

```
DumpSave["SpremeniImeDatoteke.mx", "Global`"];
```

Ko izracuni trajajo daljši čas, nam pride zelo prav, da resitev shranimo in jo lahko pozneje preberemo in uporabimo, ne da bi ponovno zaganjali izracune. Preberemo jo takole:

```
<< SpremeniImeDatoteke.mx
```