



**В.С. Хілов**

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ  
ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ**

**Стали та перехідні процеси  
у електричних колах  
Основи електромагнітного поля**

**Хілов В.С.**

Теоретичні основи електротехніки: підручник / В.С.Хілов. – Київ:  
видавництво “Каравела”, 2021. – 468 с.

## **ЗМІСТ**

	<b>ПЕРЕДМОВА</b>	<b>3</b>
	<b>ВСТУП</b>	<b>5</b>
	<b>СТИСЛА ІСТОРИЧНА ДОВІДКА</b>	<b>7</b>
<b>Частина I</b>	<b>ОСНОВИ ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ</b>	<b>13</b>
<b>Розділ 1</b>	<b>1. ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ І МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ</b>	<b>13</b>
	<b>1.1. ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ, НАПРУГА, ПОТУЖНІСТЬ, ЕНЕРГІЯ, ОПІР І ПРОВІДНІСТЬ</b>	<b>13</b>
	<b>1.2. ЕКВІВАЛЕНТНІ СХЕМИ ДЛЯ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ</b>	<b>16</b>
	<b>1.3. СПАД НАПРУГИ НА ДІЛЯНЦІ КОЛА. ЗАКОН ОМА</b>	<b>20</b>
	<b>1.4. РОЗПОДІЛ ПОТЕНЦІАЛУ ВДОВЖ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОЛА. ПОТЕНЦІАЛЬНА ДІАГРАМА</b>	<b>21</b>
	<b>1.5. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС У ЕЛЕКТРИЧНОМУ КОЛІ. ТЕОРЕМА ТЕЛЛЕДЖЕНА</b>	<b>23</b>
	<b>1.6. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ СКЛАДНИХ РЕЗИСТИВНИХ КІЛ</b>	<b>25</b>
	<b>1.6.1. РОЗРАХУНОК КІЛ МЕТОДОМ ПЕРЕТВОРЕНЬ</b>	<b>25</b>
	<b>1.6.2. РОЗРАХУНОК КІЛ ЗА ЗАКОНАМИ КІРХГОФА</b>	<b>31</b>
	<b>1.6.3. РОЗРАХУНОК КІЛ МЕТОДОМ КОНТУРНИХ СТРУМІВ (МЕТОД МАКСВЕЛЛА)</b>	<b>33</b>
	<b>1.6.4. РОЗРАХУНОК КІЛ МЕТОДОМ ВУЗЛОВИХ ПОТЕНЦІАЛІВ</b>	<b>34</b>
	<b>1.6.5. РОЗРАХУНОК КІЛ МЕТОДОМ НАКЛАДАННЯ. ПРАВИЛО ПОДІЛЬНИКА СТРУМУ</b>	<b>37</b>

	<b>1.6.6. РОЗРАХУНОК КІЛ МЕТОДОМ ЕКВІВАЛЕНТНОГО ГЕНЕРАТОРА</b>	<b>39</b>
	<b>1.7. ПЕРЕДАЧА ПОТУЖНОСТІ ВІД АКТИВНОГО ДВОПОЛЮСНИКА ДО ПАСИВНОГО</b>	<b>41</b>
	<b>1.8. ВИСНВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>43</b>
<b>Розділ 2</b>	<b>2. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ І МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ОДНОФАЗНИХ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ПРИ ГАРМОНІЙНИХ КОЛИВАННЯХ</b>	<b>46</b>
	<b>2.1. ГАРМОНІЙНИ КОЛИВАННЯ</b>	<b>46</b>
	<b>2.2. МИТТЄВЕ, СЕРЕДНЄ ТА ДІЮЧЕ ЗНАЧЕННЯ ГАРМОНІЙНОЇ ВЕЛИЧИНИ</b>	<b>47</b>
	<b>2.3. ЗОБРАЖЕННЯ ГАРМОНІЙНИХ ФУНКЦІЙ ЧАСУ ВЕКТОРАМИ ТА КОМПЛЕКСНИМИ ЧИСЛАМИ</b>	<b>49</b>
	<b>2.4. ГАРМОНІЙНІ КОЛИВАННЯ В ЕЛЕМЕНТАРНИХ РЕЗИСТИВНИХ, ІНДУКТИВНИХ І ЕМНІСНИХ КОЛАХ</b>	<b>52</b>
	<b>2.4.1. РЕЗИСТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ</b>	<b>52</b>
	<b>2.4.2. ІНДУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ</b>	<b>52</b>
	<b>2.4.3. ЄМНІСНІ ЕЛЕМЕНТИ</b>	<b>54</b>
	<b>2.5. ГАРМОНІЙНІ КОЛИВАННЯ В КОЛІ ПРИ ПОСЛІДОВНОМУ З'ЄДНАННІ R, L, C ЕЛЕМЕНТІВ. ТРИКУТНИКИ ОПОРІВ І НАПРУГ</b>	<b>55</b>
	<b>2.6. ГАРМОНІЙНІ КОЛИВАННЯ В КОЛІ ПРИ ПАРАЛЕЛЬНОМУ З'ЄДНАННІ R, L, C ЕЛЕМЕНТІВ. ТРИКУТНИКИ СТРУМІВ І ПРОВІДНОСТЕЙ</b>	<b>57</b>
	<b>2.7. СИМВОЛІЧНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ РОЗГАЛУЖЕНИХ КІЛ ПРИ ГАРМОНІЙНИХ КОЛИВАННЯХ</b>	<b>58</b>

	<b>2.8. БАЛАНС ПОТУЖНОСТЕЙ В КОЛАХ ПРИ ГАРМОНІЙНИХ ДЖЕРЕЛАХ ЕНЕРГІЇ</b>	<b>62</b>
	<b>2.9. РЕЗОНАНС В ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ ПРИ ГАРМОНІЙНИХ КОЛИВАННЯХ</b>	<b>66</b>
	<b>2.9.1. ПОСЛІДОВНИЙ КОЛИВАЛЬНИЙ КОНТУР. РЕЗОНАНС НАПРУГ</b>	<b>66</b>
	<b>2.9.2. ПАРАЛЕЛЬНИЙ КОЛИВАЛЬНИЙ КОНТУР. РЕЗОНАНС СТРУМІВ</b>	<b>69</b>
	<b>2.9.2.1. ПАРАЛЕЛЬНИЙ КОЛИВАЛЬНИЙ КОНТУР БЕЗ ВТРАТ</b>	<b>69</b>
	<b>2.9.2.2. ПАРАЛЕЛЬНИЙ КОЛИВАЛЬНИЙ КОНТУР ІЗ ВТРАТАМИ</b>	<b>70</b>
	<b>2.10. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>73</b>
<b>Розділ 3</b>	<b>3. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ І МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ІНДУКТИВНЕ ЗВ'ЯЗАНИХ КІЛ</b>	<b>76</b>
	<b>3.1. ЯВИЩЕ ВЗАЄМНОЇ ІНДУКЦІЇ. КОЕФІЦІЄНТ ЗВ'ЯЗКУ</b>	<b>76</b>
	<b>3.2. ПОСЛІДОВНЕ З'ЄДНАННЯ ІНДУКТИВНЕ ЗВ'ЯЗАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ</b>	<b>79</b>
	<b>3. 3. ПАРАЛЕЛЬНЕ З'ЄДНАННЯ ІНДУКТИВНО ЗВ'ЯЗАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ</b>	<b>81</b>
	<b>3. 4. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ІНДУКТИВНЕ ЗВ'ЯЗАНИХ КІЛ</b>	<b>83</b>
	<b>3. 5. ПОВІТРЯНИЙ ТРАНСФОРМАТОР</b>	<b>86</b>
	<b>3.6. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>89</b>
<b>Розділ 4</b>	<b>4. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ И МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ТРИФАЗНИХ ГАРМОНІЙНИХ КІЛ</b>	<b>92</b>

	<b>4.1. БОГАТОФАЗНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА</b>	<b>92</b>
	<b>4.2. З'ЄДНАННЯ ЗІРКОЮ У ТРИФАЗНИХ КОЛАХ</b>	<b>94</b>
	<b>4.3. З'ЄДНАННЯ ТРИКУТНИКОМ У ТРИФАЗНИХ КОЛАХ</b>	<b>99</b>
	<b>4.4. ПОТУЖНОСТІ ТРИФАЗНИХ КІЛ</b>	<b>102</b>
	<b>4.5. МЕТОД СИММЕТРИЧНИХ СКЛАДОВИХ</b>	<b>105</b>
	<b>4.5.1. СИМЕТРИЧНІ СКЛАДОВІ ТРИФАЗНОЇ СИСТЕМИ</b>	<b>105</b>
	<b>4.5.2. СИМЕТРИЧНІ СКЛАДОВІ ТРИФАЗНОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ПРИ ЗМІНІ НАПРУГИ В ОДНІЙ ІЗ ФАЗ</b>	<b>108</b>
	<b>4.5.3. ОПІР СИМЕТРИЧНОГО ТРИФАЗНОГО КОЛА ДЛЯ СТРУМІВ СИМЕТРИЧНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ</b>	<b>110</b>
	<b>4.6. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>113</b>
<b>Розділ 5</b>	<b>5. ПЕРІОДИЧНІ НЕГАРМОНІЙНІ НАПРУГИ ТА СТРУМИ В ЛІНІЙНИХ КОЛАХ</b>	<b>118</b>
	<b>5.1. РОЗКЛАДАННЯ ПЕРІОДИЧНИХ ФУНКЦІЙ В РЯД ФУР'Е</b>	<b>118</b>
	<b>5.2. ВПЛИВ СИМЕТРІЇ ПЕРІОДИЧНИХ НЕГАРМОНІЙНИХ ФУНКЦІЙ НА КОЕФІЦІЄНТИ РЯДУ ФУР'Е</b>	<b>120</b>
	<b>5.3. РОЗРАХУНОК КІЛ З НЕГАРМОНІНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ</b>	<b>124</b>
	<b>5.4. ДІЮЧЕ І СЕРЕДНЄ ЗНАЧЕННЯ НЕГАРМОНІЙНИХ НАПРУГ І СТРУМІВ</b>	<b>126</b>
	<b>5.5. ПОТУЖНІСТЬ У КОЛІ НЕГАРМОНІЙНОГО СТРУМУ</b>	<b>128</b>
	<b>5.6. РЕЗОНАНС У КОЛІ НЕГАРМОНІЙНОГО СТРУМУ</b>	<b>130</b>
	<b>5.7. КОЕФІЦІЄНТИ, ЯКІ ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ПЕРІОДИЧНІ</b>	<b>131</b>

	<b>НЕГАРМОНІЙНІ ФУНКЦІЇ СТРУМІВ І НАПРУГ</b>	
	<b>5.8. ВИЩІ ГАРМОНІКИ У ТРИФАЗНИХ КОЛАХ</b>	<b>133</b>
	<b>5.9. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>136</b>
<b>Розділ 6</b>	<b>6. АНАЛІЗ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ ІЗ ЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ</b>	<b>143</b>
	<b>6.1. ВИНИКНЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ</b>	<b>143</b>
	<b>6.2. КЛАСИЧНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРАХУНКУ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ</b>	<b>144</b>
	<b>6.2.1. ЗАКОНИ КОМУТАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ</b>	<b>144</b>
	<b>6.2.2. ПЕРЕХІДНИЙ, СТАЛИЙ ТА ВІЛЬНИЙ ПРОЦЕСИ</b>	<b>147</b>
	<b>6.2.3. ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИЧНОГО РІВНЯННЯ</b>	<b>151</b>
	<b>6.2.4. РОЗРАХУНОК ПОСТІЙНИХ ІНТЕГРУВАННЯ</b>	<b>153</b>
	<b>6.2.5. ПОСЛІДОВНІСТЬ РОЗРАХУНКУ КЛАСИЧНИМ МЕТОДОМ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ</b>	<b>162</b>
	<b>6.2.6. АНАЛІЗ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В КОЛАХ ПЕРШОГО І ДРУГОГО ПОРЯДКІВ</b>	<b>163</b>
	<b>6.2.6.1. КОЛА ПЕРШОГО ПОРЯДКУ З РЕЗИСТОРОМ ТА ІНДУКТИВНОСТЮ</b>	<b>163</b>
	<b>6.2.6.2. КОЛА ПЕРШОГО ПОРЯДКУ З РЕЗИСТОРОМ І ЕМНІСТЮ</b>	<b>171</b>
	<b>6.2.6.3. КОЛО ДРУГОГО ПОРЯДКУ З РЕЗИСТОРОМ, ЄМНІСТЮ ТА ІНДУКТИВНІСТЮ</b>	<b>177</b>
	<b>6.3. АНАЛІЗ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕРЕТВОРЕНЬ ЛАПЛАСА</b>	<b>184</b>
	<b>6.3.1. ЗАКОНИ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ В ОПЕРАТОРНІЙ ФОРМІ</b>	<b>186</b>

	<b>6.3.2. ЗАСТУПНА ОПЕРАТОРНАЯ СХЕМА</b>	<b>188</b>
	<b>6.3.3. ПОСЛІДОВНІСТЬ РОЗРАХУНКУ ОПЕРАТОНИМ МЕТОДОМ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ</b>	<b>190</b>
	<b>6.3.4. ЗОСТОСУВАННЯ ОПЕРАТОНОГО МЕТОДУ ДО РОЗРАХУНКУ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ</b>	<b>191</b>
	<b>6.3.5. ПЕРЕХІД ВІД ЗОБРАЖЕНЬ ДО ОРИГІНАЛІВ</b>	<b>198</b>
	<b>6.4. ВИЗНАЧЕННЯ РЕАКЦІЇ КОЛА ПРИ ДІЇ СИГНАЛА ДОВІЛЬНОЇ ФОРМИ</b>	<b>199</b>
	<b>6.4.1. ІНТЕГРАЛ ДЮАМЕЛЯ</b>	<b>199</b>
	<b>6.4.2. ВМИКАННЯ КОЛА НА ЗМУШЕНУ ДІЮ ДОВІЛЬНОЇ ФОРМИ</b>	<b>201</b>
	<b>6.5. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>203</b>
<b>Розділ 7</b>	<b>7. СТАЦІОНАРНІ ПРОЦЕСИ В НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ</b>	<b>206</b>
	<b>7.1. ХАРАКТЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ</b>	<b>206</b>
	<b>7.1.1. ГРАФІЧНЕ ПОДАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ</b>	<b>207</b>
	<b>7.1.2. СТАТИЧНІ ТА ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ ОПОРИ</b>	<b>212</b>
	<b>7.2. НЕЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ</b>	<b>213</b>
	<b>7.2.1. ЗАМІНА НЕЛІНІЙНОГО ЕЛЕМЕНТА ЛІНІЙНИМ ОПОРОМ І ЕРС</b>	<b>213</b>
	<b>7.2.2. ПОСЛІДОВНЕ, ПАРАЛЕЛЬНЕ І ПОСЛІДОВНЕ – ПАРАЛЕЛЬНЕ З'ЄДНАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ</b>	<b>214</b>
	<b>7.2.3. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ХОЛОСТОГО ХОДУ І КОРОТКОГО</b>	<b>217</b>

## **ЗАМИКАННЯ ДО РОЗРАХУНКУ КОЛА З НЕЛІНІЙНИМ ЕЛЕМЕНТОМ**

<b>7.2.4. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ НЕЛІНІЙНИХ КІЛ З ДВОМА ВУЗЛАМИ</b>	<b>218</b>
<b>7.3. НЕЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ЗМІННОГО СТРУМУ</b>	<b>220</b>
<b>7.3.1. ОСОБЛИВОСТІ ПЕРІОДИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ З ІНЕРЦІЙНИМИ НЕЛІНІЙНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ</b>	<b>220</b>
<b>7.3.2. НЕЛІНІЙНА ІНДУКТИВНІСТЬ ПІД ДІЄЮ ГАРМОНІЙНОЇ НАПРУГИ</b>	<b>223</b>
<b>7.3.2.1. ВПЛИВ ЕФЕКТІВ НАСИЧЕННЯ І ГІСТЕРЕЗИСУ НА ФОРМУ СТРУМУ ІНДУКТИВНОСТІ З ФЕРОМАГНІТНИМ ОСЕРДЯМ</b>	<b>223</b>
<b>7.3.2.2. ЗАСТУПНА СХЕМА ТА ВЕКТОРНА ДІАГРАМА НЕЛІНІЙНОЇ КОТУШКИ ІНДУКТИВНОСТІ</b>	<b>228</b>
<b>7.3.2.3. РІВНЯННЯ, ВЕКТОРНА ДІАГРАМА ТА ЗАСТУПНА СХЕМА ТРАНСФОРМАТОРА З ФЕРРОМАГНІТНИМ ОСЕРДЯМ</b>	<b>233</b>
<b>7.3.3. ЯВИЩЕ ФЕРОРЕЗОНАНСУ В ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ</b>	<b>238</b>
<b>7.3.3.1. ЯВИЩЕ ФЕРОРЕЗОНАНСУ ПРИ ПОСЛІДОВНОМУ З'ЄДНАНІ КОТУШКИ З ФЕРОМАГНІТНИМ ОСЕРДЯМ І КОНДЕНСАТОРА</b>	<b>238</b>
<b>7.3.3.2. ЯВИЩЕ ФЕРОРЕЗОНАНСУ ПРИ ПАРАЛЕЛЬНОМУ З'ЄДНАНІ КОТУШКИ З ФЕРОМАГНІТНИМ ОСЕРДЯМ І КОНДЕНСАТОРА</b>	<b>242</b>
<b>7.3.4. НЕКЕРОВАНІ ІНДУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ. ФЕРОМАГНІТНІ СТАБІЛІЗАТОРИ НАПРУГИ</b>	<b>245</b>
<b>7.3.5. КЕРОВАНІ ІНДУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ</b>	<b>248</b>
<b>7.3.5.1. ФЕРОМАГНІТНИЙ ПІДСІЛЮВАЧ ПОТУЖНОСТІ</b>	<b>248</b>



	<b>7.3.5.2. ВІДОКРЕМЛЕННЯ ВИЩИХ ГАРМОНІК У НЕЛІНІЙНИХ КОЛАХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ</b>	<b>250</b>
	<b>7.3.6. ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ НЕЛІНІЙНИХ КІЛ З НАПІВПРОВІДНИКОВИМИ ДІОДАМИ. ВИПРЯМЛЯЧІ ЗМІННОГО СТРУМУ</b>	<b>253</b>
	<b>7.4. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>257</b>
<b>Розділ 8</b>	<b>8. ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В НЕЛІНІЙНИХ КОЛАХ</b>	<b>260</b>
	<b>8.1. СТІЙКІСТЬ РЕЖИМУ РОБОТИ В НЕЛІНІЙНОМУ КОЛІ</b>	<b>260</b>
	<b>8.2. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ У НЕЛІНІЙНИХ КОЛАХ</b>	<b>263</b>
	<b>8.2.1. МЕТОД ЛІНЕАРИЗАЦІЇ ІНТЕРВАЛІВ</b>	<b>264</b>
	<b>8.2.2. ВМИКАННЯ КОТУШКИ ІНДУКТИВНОСТІ ІЗ СТАЛЕВИМ ОСЕРДЯМ НА ПОСТІЙНУ НАПРУГУ</b>	<b>267</b>
	<b>8.2.3. ВМИКАННЯ КОТУШКИ ІНДУКТИВНОСТІ ІЗ СТАЛЕВИМ ОСЕРДЯМ НА СИНУСОЇДАЛЬНУ НАПРУГУ</b>	<b>274</b>
	<b>8.2.4. ЗОБРАЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ НА ФАЗОВІЙ ПЛОЩИНІ</b>	<b>276</b>
	<b>8.3. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>280</b>
<b>Розділ 9</b>	<b>9. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ЧОТИРИПОЛЮНИКІВ</b>	<b>282</b>
	<b>9.1. РІВНЯННЯ ЧОТИРИПОЛЮСНИКА</b>	<b>282</b>
	<b>9.2. РЕЖИМИ ХОЛОСТОГО ХОДУ І КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ ЧОТИРИПОЛЮСНИКА</b>	<b>286</b>
	<b>9.3. ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ЧОТИРИПОЛЮСНИКА</b>	<b>287</b>

	<b>9.4. ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕКВІВАЛЕНТНИХ ЧОТИРИПОЛЮСНИКІВ</b>	<b>288</b>
	<b>9.5. УЗГОДЖЕНИЙ ОПІР І КОЕФІЦІЄНТ ПОШИРЕННЯ СИМЕТРИЧНОГО ЧОТИРИПОЛЮСНИКА</b>	<b>289</b>
	<b>9.6. ПЕРЕДАВАЛЬНІ ФУНКЦІЇ І ЗВОРОТНІ ЗВ'ЯЗКИ ЧОТИРИПОЛЮСНИКА</b>	<b>291</b>
	<b>9.7. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>293</b>
<b>Розділ 10</b>	<b>10. РЕАКТИВНІ ЕЛЕКТРИЧНІ ФІЛЬТРИ</b>	<b>296</b>
	<b>10.1. ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕАКТИВНИХ ФІЛЬТРІВ</b>	<b>296</b>
	<b>10.2. ЧАСТОТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФІЛЬТРІВ</b>	<b>297</b>
	<b>10.2.1. НИЗЬКОЧАСТОТНІ ФІЛЬТРИ</b>	<b>297</b>
	<b>10.2.2. ВИСОКОЧАСТОТНІ ФІЛЬТРИ</b>	<b>301</b>
	<b>10.2.3. СМУГОВІ ФІЛЬТРИ</b>	<b>304</b>
	<b>10.2.4. ЗАГОРОДЖУВАЛЬНІ ФІЛЬТРИ</b>	<b>308</b>
	<b>10.3. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>313</b>
<b>Розділ 11</b>	<b>11. КОЛА З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ</b>	<b>314</b>
	<b>11.1. ЗОСЕРЕДЖЕНІ І РОЗПОДІЛЕНІ ПАРАМЕТРИ КІЛ</b>	<b>314</b>
	<b>11.2. ТЕЛЕГРАФНІ РІВНЯННЯ ОДНОРІДНОЇ ЛІНІ</b>	<b>315</b>
	<b>11.2.1. СТАЦІОНАРНІ ПРОЦЕСИ В ОДНОРІДНІЙ ЛІНІІ. НЕСПОТВОРЮВАЛЬНА ЛІНІЯ</b>	<b>317</b>
	<b>11.2.2. СТРУМИ І НАПРУГИ В ДОВГИХ ЛІНІЯХ</b>	<b>321</b>
	<b>11.2.2.1. ДОВГІ ЛІНІЇ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ</b>	<b>321</b>
	<b>11.2.2.2. НАПРУГИ І СТРУМИ В ДОВГИХ ЛІНІЯХ ЗМІННОГО СТРУМУ</b>	<b>323</b>

	11.2.2.2.1. ХВИЛЬОВІ ПРОЦЕСИ В ДОВГИХ ЛІНІЯХ	323
	11.2.2.2.2. РОЗПОДІЛ ДІЮЧИХ ЗНАЧЕНЬ НАПРУГИ І СТРУМУ ВЗДОВЖ ЛІНІЇ	328
	11.2.3. ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ОДНОРІДНИХ ЛІНІЯХ	330
	11.2.3.1. БУЖУЧІ ХВИЛІ НАПРУГИ І СТРУМУ	330
	11.2.3.2. ЗАЛОМЛЕНІ І ВІДБИТІ ХВИЛІ	334
	11.3. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ	338
<b>Частина II</b>	<b>ОСНОВИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ</b>	<b>341</b>
	<b>Розділ 12 12. ЕЛЕКТРОСТАТИЧНЕ ПОЛЕ В ДІЕЛЕКТРИЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ</b>	<b>343</b>
	12.1. ЕЛЕКТРИЧНИЙ ЗАРЯД. НАПРУЖЕНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ	343
	1.2. БЕЗВИХРОВИЙ ХАРАКТЕР ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ	345
	12.3. ЕЛЕКТРИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ	347
	12.4. ПОЛЯРІЗАЦІЯ ДІЕЛЕКТРИКА І ЕЛЕКТРИЧНА ІНДУКЦІЯ	351
	12.5. ТЕОРЕМА ГАУССА	352
	12.6. РІВНЯННЯ ПУАССОНА І ЛАПЛАСА	354
	12.7. ПРОВІДНИКИ В ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОМУ ПОЛІ	355
	12.8. ГРАНИЧНІ УМОВИ	356
	12.9. ГУСТИНА ЕНЕРГІЇ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ	359
	12.10. ЕЛЕМЕНТАРНІ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНІ ПОЛЯ	360
	12.10.1. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРЕМИ ГАУССА У ЦИЛІНДРИЧНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ	360
	12.10.1.1. ПОЛЕ ОДНІЄЇ НЕСКІНЧЕННО ДОВГОЇ ЗАРЯДЖЕНОЇ ОСІ, ВІДДАЛЕНОЇ ВІД ПРОВІДНИХ ПОВЕРХНЕНЬ	360

<b>12.10.1.2. ПОЛЕ ДВОХ НЕСКІНЧЕННО ДОВГИХ РІЗНОЙМЕННО ЗАРЯДЖЕНИХ ОСЕЙ, ВІДДАЛЕНИХ ВІД ПРОВІДНИХ ПОВЕРХОНЬ</b>	<b>361</b>
<b>12.10.1.3. ПОЛЕ ОДНОПРОВІДНОЇ ЛИНІЇ БІЛЯ ПРОВІДНОЇ ПОВЕРХНІ. МЕТОД ДЗЕРКАЛЬНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ</b>	<b>363</b>
<b>12.10.1.4. ПОЛЕ ТА ЄМНІСТЬ ТРИПРОВІДНОЇ ЛІНІЇ БІЛЯ ПРОВІДНОЇ ПОВЕРХНІ</b>	<b>364</b>
<b>12.10.1.5. ПОЛЕ ТА ЄМНІСТЬ ЦИЛИНДРИЧНОГО КОНДЕНСАТОРА З ДВОШАРОВИМ ДИЕЛЕКТРИКОМ</b>	<b>368</b>
<b>12.10.2. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРЕМИ ГАУССА В ПРЯМОКУТНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ. ПОЛЕ ТА ЄМНІСТЬ ПЛОСКОГО ОДНОШАРОВОГО І ДВОШАРОВОГО КОНДЕНСАТОРІВ</b>	<b>370</b>
<b>12.10.3. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРЕМИ ГАУССА У СФЕРИЧНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ. ПОЛЕ Й ЄМНІСТЬ СФЕРИЧНОГО КОНДЕНСАТОРА</b>	<b>373</b>
<b>12.10.4. ЗАСТОСУВАННЯ РІВНЯНЬ ПУАССОНА І ЛАПЛАСА</b>	<b>374</b>
<b>12.10.4.1. РОЗВ'ЯЗАННЯ РІВНЯННЯ ПУАССОНА В ПРЯМОКУТНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ. ПОЛЕ ПЛОСКОГО КОНДЕНСАТОРА</b>	<b>374</b>
<b>12.10.4.2. РОЗВ'ЯЗАННЯ РІВНЯННЯ ЛАПЛАСА У СФЕРИЧНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ. ПОЛЕ НЕЗАРЯДЖЕНОЇ КУЛІ</b>	<b>376</b>
<b>12.10.4.3. РОЗВ'ЯЗАННЯ РІВНЯННЯ ГАУССА У ЦИЛИНДРИЧНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ ЗА КАРТИНОЮ ПОЛЯ</b>	<b>379</b>
<b>12.11. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>381</b>

<b>Розділ 13</b>	<b>13. ЕЛЕКТРОСТАТИЧНЕ ПОЛЕ В ПРОВІДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ</b>	<b>386</b>
	<b>13.1. ГУСТИНА СТРУМУ ПРОВІДНОСТІ</b>	<b>386</b>
	<b>13.2. ЗАКОНИ ОМА, КІРХГОФА І ДЖОУЛЯ В ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ ФОРМІ</b>	<b>387</b>
	<b>13.3. ГРАНИЧНІ УМОВИ В ПРОВІДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ</b>	<b>389</b>
	<b>13.4. АНАЛОГІЯ МІЖ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИМИ ПОЛЯМИ У ДІЕЛЕКТРИКАХ І ПРОВІДНИКАХ</b>	<b>390</b>
	<b>13.5. МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛІВ</b>	<b>392</b>
	<b>13.6. ПОЛЕ СФЕРИЧНОГО ЗАЗЕМЛЮВАЧА</b>	<b>394</b>
	<b>13.7. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>395</b>
<b>Розділ 14</b>	<b>14. МАГНІТНЕ ПОЛЕ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ</b>	<b>399</b>
	<b>14.1. ОСНОВНІ ВЕЛИЧИНИ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ МАГНІТНЕ ПОЛЕ</b>	<b>399</b>
	<b>14.2. ЗАКОН ПОВНОГО СТРУМУ. СКАЛЯРНИЙ МАГНІТНИЙ ПОТЕНЦІАЛ</b>	<b>403</b>
	<b>14.3. ВЕКТОРНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МАГНІТНОГО ПОЛЯ</b>	<b>405</b>
	<b>14.4. ГРАНИЧНІ УМОВИ У МАГНІТНОМУ ПОЛІ</b>	<b>407</b>
	<b>14.5. ГУСТИНА ЕНЕРГІЇ МАГНІТНОГО ПОЛЯ</b>	<b>409</b>
	<b>14.6. МАГНІТНЕ ПОЛЕ ПРЯМОГО ПРОВОДУ ІЗ КІНЦЕВОЮ ДОВЖИНОЮ</b>	<b>410</b>
	<b>14.7. МАГНІТНЕ ПОЛЕ І ІНДУКТИВНІСТЬ ВІДОКРЕМЛЕНОГО НЕСКІНЧЕНО ДОВГОГО ПРОВОДУ</b>	<b>412</b>
	<b>14.8. МАГНІТНЕ ПОЛЕ ТА ІНДУКТИВНІСТЬ ВІДОКРЕМЛЕНОЇ ДВОПРОВІДНОЇ ЛІНІЇ</b>	<b>415</b>

	<b>14.9. МАГНІТНЕ ПОЛЕ НЕСКІНЧЕННО ДОВГОГО ПРОВОДУ ПОБЛИЗУ ПЛОСКОЇ МЕЖІ РОЗДІЛУ ДВОХ СЕРЕДОВИЩ. МЕТОД ДЗЕРКАЛЬНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ</b>	<b>418</b>
	<b>14.10. МАГНІТНЕ ПОЛЕ ВІДОКРЕМЛЕНОГО ШИНОПРОВОДУ</b>	<b>420</b>
	<b>14.11. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>423</b>
<b>Розділ 15</b>	<b>15. ЗМІННЕ ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ В НЕРУХОМОМУ СЕРЕДОВИЩІ</b>	<b>426</b>
	<b>15.1. СТРУМ ЗМІЩЕННЯ</b>	<b>426</b>
	<b>15.2. РІВНЯННЯ МАКСВЕЛЛА</b>	<b>428</b>
	<b>15.3. ТЕОРЕМА ПОЙТІНГА</b>	<b>429</b>
	<b>15.4. ПЛОСКА ХВИЛЯ В ОДНОРІДНОМУ ДІЕЛЕКТРИКУ</b>	<b>432</b>
	<b>15.5. ВИСНОВКИ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ</b>	<b>437</b>
	<b>ПІСЛЯМОВА</b>	<b>439</b>
	<b>ЗМІСТ</b>	<b>441</b>
	<b>ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЗЧИК</b>	<b>454</b>
	<b>БІБЛІОГРАФІЯ</b>	<b>462</b>