**Міністерство освіти і науки України Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського» Кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури**

Звіт з виконання лабораторної роботи №1

з дисципліни “Вимірювальні перетворювачі фізичних величин”

Виконав: студент групи ДК-82

Рудюк Б. Б.

Перевірив: доц.

Яганов П. О.

**Київ – 2021**

**Мета роботи:** отримати навички побудови метрологічної характеристики СЕ за результатами вимірювань та визначити оптимальний опір навантаження СЕ.

**Хід роботи:**

1. За експериментальними даними визначити залежність потужності СЕ від напруги на ньому при різних освітленостях.
2. Апроксимувати залежність потужності СЕ від напруги на ньому поліномами 4-го степеня для різних освітленостей.
3. Встановити залежність точки максимальної потужності від освітленості.
4. Встановити оптимальне значення опору навантаження для СЕ при різних рівнях освітленості.
5. Представити розраховані залежності рівняннями та графіками.
6. Зробити висновки по роботі.

У таблиці 1 представлено результати вимірювання ВАХ СЕ при освітленості 1000 … 100 люкс.

**Таблиця 1.** ВАХ сонячного елементу при різних освітленостях.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | І, мка | | | | | | | | | |
| U, В/E, лк | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 | 300 | 200 | 100 |
| 0.0003 | 1499 | 1322 | 1219 | 1113 | 1014 | 911 | 818 | 707 | 614 | 409 |
| 0.0247 | 1497 | 1322 | 1220 | 1111 | 1014 | 910 | 815 | 712 | 609 | 403 |
| 0.0495 | 1492 | 1305 | 1207 | 1104 | 1007 | 900 | 808 | 713 | 601 | 399 |
| 0.0701 | 1486 | 1297 | 1193 | 1095 | 993 | 911 | 806 | 695 | 594 | 395 |
| 0.0913 | 1484 | 1293 | 1202 | 1109 | 1000 | 897 | 794 | 697 | 590 | 393 |
| 0.1104 | 1483 | 1289 | 1193 | 1088 | 1004 | 890 | 798 | 691 | 591 | 391 |
| 0.1327 | 1482 | 1306 | 1187 | 1104 | 994 | 890 | 789 | 687 | 589 | 392 |
| 0.1541 | 1481 | 1305 | 1193 | 1101 | 997 | 905 | 788 | 692 | 589 | 387 |
| 0.1741 | 1480 | 1288 | 1190 | 1096 | 1001 | 890 | 798 | 696 | 589 | 388 |
| 0.1923 | 1469 | 1287 | 1193 | 1074 | 988 | 888 | 784 | 677 | 576 | 379 |
| 0.2161 | 1466 | 1279 | 1183 | 1083 | 976 | 883 | 780 | 679 | 572 | 376 |
| 0.2363 | 1459 | 1268 | 1176 | 1078 | 977 | 882 | 768 | 672 | 569 | 365 |
| 0.2569 | 1448 | 1261 | 1160 | 1057 | 955 | 872 | 770 | 658 | 554 | 357 |
| 0.2773 | 1436 | 1248 | 1141 | 1058 | 954 | 842 | 754 | 657 | 550 | 344 |
| 0.284 | 1434 | 1244 | 1143 | 1047 | 951 | 853 | 740 | 649 | 545 | 341 |
| 0.2989 | 1417 | 1241 | 1123 | 1026 | 933 | 824 | 730 | 631 | 531 | 324 |
| 0.3185 | 1398 | 1221 | 1117 | 1018 | 904 | 814 | 706 | 618 | 505 | 304 |
| 0.3387 | 1369 | 1179 | 1089 | 982 | 888 | 791 | 676 | 578 | 475 | 274 |
| Продовження таблиці 1 | | | | | | | | | | |
| 0.3549 | 1338 | 1156 | 1062 | 957 | 854 | 747 | 656 | 561 | 447 | 244 |
| 0.3649 | 1315 | 1127 | 1022 | 939 | 825 | 722 | 622 | 536 | 430 | 222 |
| 0.3783 | 1269 | 1082 | 979 | 884 | 776 | 688 | 574 | 474 | 383 | 179 |
| 0.3853 | 1251 | 1067 | 968 | 870 | 756 | 670 | 557 | 467 | 365 | 159 |
| 0.3991 | 1191 | 1013 | 904 | 808 | 711 | 608 | 511 | 416 | 300 | 97 |
| 0.4198 | 1068 | 887 | 784 | 689 | 576 | 486 | 393 | 287 | 181 |  |
| 0.4397 | 915 | 726 | 633 | 534 | 428 | 326 | 230 | 122 | 25 |  |
| 0.4615 | 680 | 498 | 390 | 298 | 200 | 86 | 2 |  |  |  |
| 0.4819 | 390 | 203 | 95 | 12 |  |  |  |  |  |  |
| 0.5032 | 14 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.504 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Графік залежності ВАХ сонячного елементу при різних освітленостях наведено на рисунку 1.

**Рис.1.** ВАХ сонячного елементу при різних освітленостях

За експериментальними даними визначаємо залежність потужності СЕ від напруги на ньому при різних освітленостях і заносимо до таблиці 2.

**Таблиця 2**. Залежність потужності СЕ від напруги на ньому при різних освітленостях

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | P, мкВт | | | | | | | | | |
| U, В/E, лк | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 | 300 | 200 | 100 |
| 0.0003 | 0.4497 | 0.3966 | 0.3657 | 0.3339 | 0.3042 | 0.2733 | 0.2454 | 0.2121 | 0.1842 | 0.1227 |
| 0.0247 | 36.9759 | 32.6534 | 30.134 | 27.4417 | 25.0458 | 22.477 | 20.1305 | 17.5864 | 15.0423 | 9.9541 |
| 0.0495 | 73.854 | 64.5975 | 59.7465 | 54.648 | 49.8465 | 44.55 | 39.996 | 35.2935 | 29.7495 | 19.7505 |
| 0.0701 | 104.1686 | 90.9197 | 83.6293 | 76.7595 | 69.6093 | 63.8611 | 56.5006 | 48.7195 | 41.6394 | 27.6895 |
| 0.0913 | 135.4892 | 118.0509 | 109.7426 | 101.2517 | 91.3 | 81.8961 | 72.4922 | 63.6361 | 53.867 | 35.8809 |
| 0.1104 | 163.7232 | 142.3056 | 131.7072 | 120.1152 | 110.8416 | 98.256 | 88.0992 | 76.2864 | 65.2464 | 43.1664 |
| 0.1327 | 196.6614 | 173.3062 | 157.5149 | 146.5008 | 131.9038 | 118.103 | 104.7003 | 91.1649 | 78.1603 | 52.0184 |
| 0.1541 | 228.2221 | 201.1005 | 183.8413 | 169.6641 | 153.6377 | 139.4605 | 121.4308 | 106.6372 | 90.7649 | 59.6367 |
| 0.1741 | 257.668 | 224.2408 | 207.179 | 190.8136 | 174.2741 | 154.949 | 138.9318 | 121.1736 | 102.5449 | 67.5508 |
| 0.1923 | 282.4887 | 247.4901 | 229.4139 | 206.5302 | 189.9924 | 170.7624 | 150.7632 | 130.1871 | 110.7648 | 72.8817 |
| 0.2161 | 316.8026 | 276.3919 | 255.6463 | 234.0363 | 210.9136 | 190.8163 | 168.558 | 146.7319 | 123.6092 | 81.2536 |
| 0.2363 | 344.7617 | 299.6284 | 277.8888 | 254.7314 | 230.8651 | 208.4166 | 181.4784 | 158.7936 | 134.4547 | 86.2495 |
| 0.2569 | 371.9912 | 323.9509 | 298.004 | 271.5433 | 245.3395 | 224.0168 | 197.813 | 169.0402 | 142.3226 | 91.7133 |
| 0.2773 | 398.2028 | 346.0704 | 316.3993 | 293.3834 | 264.5442 | 233.4866 | 209.0842 | 182.1861 | 152.515 | 95.3912 |
| 0.284 | 407.256 | 353.296 | 324.612 | 297.348 | 270.084 | 242.252 | 210.16 | 184.316 | 154.78 | 96.844 |
| 0.2989 | 423.5413 | 370.9349 | 335.6647 | 306.6714 | 278.8737 | 246.2936 | 218.197 | 188.6059 | 158.7159 | 96.8436 |
| 0.3185 | 445.263 | 388.8885 | 355.7645 | 324.233 | 287.924 | 259.259 | 224.861 | 196.833 | 160.8425 | 96.824 |
| 0.3387 | 463.6803 | 399.3273 | 368.8443 | 332.6034 | 300.7656 | 267.9117 | 228.9612 | 195.7686 | 160.8825 | 92.8038 |
| 0.3549 | 474.8562 | 410.2644 | 376.9038 | 339.6393 | 303.0846 | 265.1103 | 232.8144 | 199.0989 | 158.6403 | 86.5956 |
| 0.3649 | 479.8435 | 411.2423 | 372.9278 | 342.6411 | 301.0425 | 263.4578 | 226.9678 | 195.5864 | 156.907 | 81.0078 |
| 0.3783 | 480.0627 | 409.3206 | 370.3557 | 334.4172 | 293.5608 | 260.2704 | 217.1442 | 179.3142 | 144.8889 | 67.7157 |
| 0.3853 | 482.0103 | 411.1151 | 372.9704 | 335.211 | 291.2868 | 258.151 | 214.6121 | 179.9351 | 140.6345 | 61.2627 |
| 0.3991 | 475.3281 | 404.2883 | 360.7864 | 322.4728 | 283.7601 | 242.6528 | 203.9401 | 166.0256 | 119.73 | 38.7127 |
| 0.4198 | 448.3464 | 372.3626 | 329.1232 | 289.2422 | 241.8048 | 204.0228 | 164.9814 | 120.4826 | 75.9838 |  |
| 0.4397 | 402.3255 | 319.2222 | 278.3301 | 234.7998 | 188.1916 | 143.3422 | 101.131 | 53.6434 | 10.9925 |  |
| 0.4615 | 313.82 | 229.827 | 179.985 | 137.527 | 92.3 | 39.689 | 0.923 |  |  |  |
| 0.4819 | 187.941 | 97.8257 | 45.7805 | 5.7828 |  |  |  |  |  |  |
| 0.5032 | 7.0448 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.504 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Графік залежності потужності СЕ від напруги на ньому при різних освітленостях наведено на рисунку 2.

**Рис.2**. Залежність потужності СЕ від напруги на ньому при різних освітленостях

Апроксимуємо залежність потужності СЕ від напруги на ньому поліномами 4-го степеня для різних освітленостях.

Апроксимація залежності P(U) поліномом 4-го степеня:

Коефіцієнти **a, b, c, d, e** знаходимо за допомогою Excel і заносимо в таблицю 3.

**Таблиця 3.** Коефіцієнти поліному 4-го порядку для апроксимації залежності P(U) при різних рівнях освітленості.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Е, лк | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 | 300 | 200 | 100 |
| a | -274690 | -559158 | -167715 | -151937 | -529942 | -116378 | -120329 | -222159 | -272145 | -249850 |
| b | 322563 | 731139 | 179012 | 146632 | 687982 | 111433 | 128332 | 250079 | 313546 | 283724 |
| c | -144904 | -363188 | -73836 | -51177 | -340373 | -40016 | -53643 | -107617 | -137387 | -122737 |
| d | 30642 | 81856 | 15000 | 8280 | 76445 | 7048.5 | 10948 | 21390 | 27393 | 24048 |
| e | -2209.9 | -6709.3 | -990.43 | -297.4 | -6303.8 | -329.69 | -727.72 | -1494.2 | -1956.3 | -1707.6 |

Використовуючи функцію “Поиск решения” в програмі Excel, знаходимо значення напруги U при якому рівняння буде дорівнювати 0, для різних значень освітленості E. Далі використовуючи отримані значення напруги знаходимо максимальні значення потужностей Pмах для різних значень освітленості, будуємо залежність Pмах(E), яку заносимо до таблиці 4.

**Таблиця 4.** Залежність Pмах від Е.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Е, лк | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 | 300 | 200 | 100 |
| Pмax, мкВт | 481.9684 | 412.0001 | 375.8633 | 340.3374 | 301.5917 | 266.6437 | 229.5654 | 198.1936 | 162.4778 | 97.31155 |

Обчислимо оптимальне навантаження Rн, при якому виділятиметься максимальна потужність:

Отримані результати заносимо в таблицю 5.

**Таблиця 5.** Залежність Rн від Е

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Е, лк | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 | 300 | 200 | 100 |
| Rн, Ом | 297.4024 | 338.8618 | 356.4268 | 389.0188 | 425.0644 | 463.9757 | 517.1175 | 586.0636 | 683.5511 | 959.6922 |

Графіки залежностей максимальної потужності від освітленості Pмах(Е) та оптимального навантаження Rн, при якому виділятиметься максимальна потужність, наведені на рисунку 3 та 4 відповідно.

**Рис.3**. Графік залежності Pмах(Е)

**Рис.4**. Графік залежності Rн(Е)

**Висновок**

За даними ВАХ СЕ для різних освітленостей були проведені розрахунки оптимального опору та максимально можливої потужності. Були побудовані графіки залежностей цих величин від освітлення. Також отримані нові знання про функціонал програми Excel. Було встановлено, що оптимальний опір навантаження СЕ зменшується зі збільшенням освітлення.