МIНIСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАІНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАІНИ

«КИЇВСКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ» КАФЕДРА КЕОА

Домашня робота №5

з курсу: «Фізико-теоретичні основи конструювання» Тема: «Електричний розрахунок друкованої плати»

Виконала: студентка ІІІ-го курсу

гр. ДК-21

Адаменко І.О.

Київ – 2015

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Зі зменшенням геометричних розмірів конструктивних елементів і зі збільшенням щільності їх розміщення між сигнальними провідниками виникає ємнісний і індуктивний зв'язок. При перемиканні елементів по сигнальним ланцюгам течуть високочастотні імпульсні струми з крутими фронтами, які при наявності паразитних зв'язків створюють завади на сусідніх сигнальних провідниках. Останні за певних умов створюють помилкові спрацьовування дискретних елементів.  Паразитні реактивності - це приховані паразитні ємності і індуктивності, що діють в високочастотних ланцюгах. До них відносяться індуктивності, утворені виводами елементів і довгими доріжками; ємності між контактними майданчиками і землею, шаром живлення та доріжками; взаємодії через перехідні отвори і багато інших чинників. Необхідно, щоб значення перешкод не перевищувало допустиму норму.  Вплив ємностей і індуктивності сигнального ланцюга виражається в затримці включення схеми. Час затримки визначається струмом, опором навантаження і опором сигнального провідника.  Для аналізу впливу ємностей і індуктивності на працездатність друкованого вузла, виконаємо електричний розрахунок друкованої плати.  **Електричний розрахунок друкованої плати**  **1. Визначення падіння напруги на найдовшому друкованому провіднику**  Падіння напруги на друкованому провіднику визначається:  𝑝∙𝐼𝑚𝑎𝑥∙𝑙пр  𝑈пад = , (1.1)  𝑏пр∙𝑡пр  де ρ - питомий об'ємний опір для комбінованого позитивного методу  2  виготовлення ДП, ρ =0,0175 Ом∙мм  м | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *ДК21.468789.001 ПЗ* | *Арк.* |
| *2* |
| *Змн.* | *Арк.* | *№ докум.* | *Підпис* | *Дата* |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| lпр - максимальна довжина друкованого провідника (розрахунок наведено у Д.з. №4), lпр = 0,11м  tпр - товщина провідника (розрахунок наведено у Д.з. №4), tпр = 0,0965 мм  Imax – максимальний струм у провіднику (розраховується як сума струмів всіх активних елементів, детально в Д.з. №4), Imax = 0,105 А  𝑝∙𝐼𝑚𝑎𝑥∙𝑙пр 0,0175∙0,105∙0,11  𝑈пад = = =0,06 В  𝑏пр∙𝑡пр 0,035∙0,0965  Розраховане падіння напруги не перевищує 5% від напруги живлення (Uж=5В).  **2. Визначення потужності втрат двосторонньої друкованої плати**  Потужність втрат визначається:  Рпот = 2 ∙ 𝜋 ∙ 𝑓 ∙ 𝐶 ∙ 𝐸2 ∙ 𝑡𝑔𝜎, (2.1)  𝑛  де *f*=1, тому що розрахунок ведеться на постійному струмі  *tg*σ – тангенс кута діелектричних втрат для матеріалу друкованої плати, *tg*σ  =0,002 для матеріалу FR4  С - ємність друкованої плати  0,009 ∙ 𝜀 ∙ 𝑆𝑚 (2.2)  𝐶 = ,  ℎ  де ε - діелектрична проникність, ε=4,5 для FR4 Sm - площа металізації, мм2  h - товщина друкованої плати, мм  𝐶 = 0,009∙𝜀∙𝑆𝑚= 0,009∙4,5∙600=16,2 нФ  ℎ 1,5  Рпот=2 ∙ 𝜋 ∙ 𝑓 ∙ 𝐶 ∙ 𝐸2 ∙ 𝑡𝑔𝜎 = 2 ∙ 3,14 ∙ 1 ∙ 16,2 ∙ 25 ∙ 0,002 = 5,09мкВт  𝑛 | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *ДК21.468789.001 ПЗ* | *Арк.* |
| *3* |
| *Змн.* | *Арк.* | *№ докум.* | *Підпис* | *Дата* |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. **Визначення ємності між двома сусідніми провідниками, які розташовуються на одній стороні друкованої плати і мають однакову ширину**   2 ∙ 𝑆 −1 (3.1)  С = 0,12 ∙ 𝜀 ∙ 𝑙пр ∙ [𝑙𝑔 𝑏 + 𝑡 ] ,  пр пр  де S – відстань між двома паралельними провідниками, мм bпр - ширина друкованого провідника, мм  tпр - товщина друкованого провідника, мм  lпр - довжина взаємного перекриття двох паралельних провідників, мм  2 ∙ 𝑆 −1 2 ∙ 0,8 −1  С = 0,12 ∙ 𝜀 ∙ 𝑙пр ∙ [𝑙𝑔 𝑏 + 𝑡 ] = 0,12 ∙ 4,5 ∙ 15 ∙ [𝑙𝑔 0,35 + 0, ] = 13,09 пФ  пр пр 096   1. **Визначення взаємної індуктивності двох паралельних провідників однакової довжини**   √𝑙2 − 𝐿2 + 𝑙 (4.1)  пр 0 пр  М = 0,02 l𝑙пр𝑙𝑔 − √𝑙2 − 𝐿2 + 𝑙 ,  𝐿0 пр 0 пр  𝗁 )  де lпр - довжина перекриття паралельних провідників, см  Lо - відстань між осьовими лініями двох паралельних провідників, см  √𝑙2 − 𝐿2 + 𝑙  пр 0 пр  М = 0,02 l𝑙пр𝑙𝑔 − √𝑙2 − 𝐿2 + 𝑙 =  𝐿0 пр 0 пр  𝗁 )  = 0,02 (2 ∙ 𝑙𝑔 √4−0,0156+0,125 − √4 − 0,0156 + 0,125) = 7,64 нГн  0,125  **Висновок**  Виконали електричний розрахунок друкованої плати. Він враховує фактори,  пов'язані з реальною конструкцією. Визначили падіння напруги на найдовшому друкованому провіднику, потужності втрат двосторонньої друкованої плати, | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *ДК21.468789.001 ПЗ* | *Арк.* |
| *4* |
| *Змн.* | *Арк.* | *№ докум.* | *Підпис* | *Дата* |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ємності між двома сусідніми провідниками, взаємну індуктивність двох паралельних провідників однакової довжини.  Отримані значення паразитної ємності (С = 13,09 пФ) і взаємної індуктивності (М = 7,64 нГн) дозволяють стверджувати, що на працездатність схеми вони не впливають. | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *ДК21.468789.001 ПЗ* | *Арк.* |
| *5* |
| *Змн.* | *Арк.* | *№ докум.* | *Підпис* | *Дата* |