

**ОПИТНО ПОТВЪРЖДАВАНЕ ТЕОРЕМАТА НА ТЕВЕНЕН.  
ЛАБОРАТОРНО УСТРОЙСТВО**

**Младен Проиков, Снежана Стоянова, Ради Димитров**  
Република България, 8000 Бургас, бул. „Проф. Яким Якимов“ №1,  
Университет „Проф. д-р. Асен Златаров“, Факултет по технически науки,  
Катедра „Електроника, електротехника и машинознание“, *sstoyanova\_8000@abv.bg*

**EXPERIMENTAL CONFIRMATION OF THEVENIN’S THEOREM.  
LABORATORY DEVICE**

**Mladen Proykov, Snejana Stoyanova, Radi Dimitrov**  
Republic of Bulgaria, 8010 Burgas, 1 Prof. Yakimov, bul., Prof. Assen Zlatarov University,  
Technical Science Faculty, Department "Electronics, electrical engineering and mechanics", e-  
mail: *sstoyanova\_8000@abv.bg*

**ABSTRACT**

Thevenin’s theorem is experimentally confirmed with the help of a proper electrical circuit diagram. A lab device is created for determining the current in a given electrical circuit branch. The electrical circuit is supplied with a sinusoidal voltage of 220 V. The current in no-load mode is provided by an autotransformer. The equivalent resistance is determined with the proper electrical circuit transformations. The current in the circuit branch chosen, is calculated based on both the experimentally determined values of the no-load mode’s voltage and the above mentioned equivalent resistance.

The made laboratory device is appropriate for practice studies of the students from the electrical engineering specialty in the University Prof PhD Asen Zlatarov - Burgas.

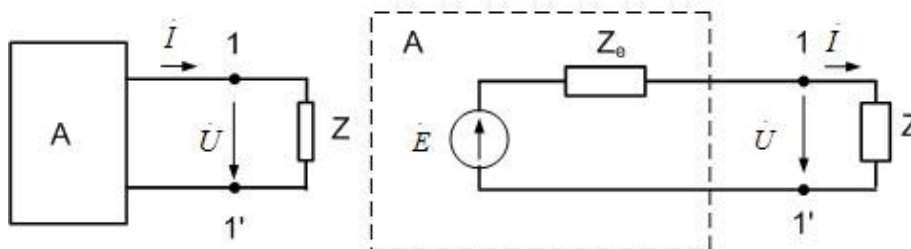
**ВЪВЕДЕНИЕ**

Теоремата на Тевенен дава възможност да се определи токът в даден клон от електрическата верига, а останалата част от веригата се разглежда като активен двуполусник. Теоремата на Тевенен е свързана със схемата от последователен тип. Действието на двуполусника може да се замени с това на реален източник на напрежение  $E$  (напрежение на празен ход) и еквивалентно съпротивление  $Z_e$ , което също се намира при режим на празен ход, след изключване на консуматора и пасивиране на източниците. Целта на работата е да се потвърди опитно теоремата на Тевенен на базата на получени изчислителни резултати.

**ТЕОРЕТИЧНА ПОСТАНОВКА**

Според теоремата на Тевенен всеки линеен активен двуполусник, който захранва пасивен клон (товар) с комплексно товарно съпротивление  $Z$ , може да бъде заменен с активен клон с източник на е.д.н.  $E$  и с комплексно съпротивление  $Z_e$ .

На фиг.1 е дадена схемата на Тевенен.



фиг.1. Последователна схема на Тевенен

За такава верига от закона на Ом следва следната формула за тока през товара в комплексна форма:

$$I = \frac{E_0}{Z_e + Z_T} \quad (1)$$

където  $\dot{E}$  - източникна е.д.н., равен на напрежението на пр.х.  $\dot{U}_0$  на двуполусника (при отстраняване на клоната със съпротивление  $Z$ );

$Z_e$  - еквивалентно съпротивление на пасивния двуполусник, равно на входящото съпротивление на двуполусника при отстраняване на клоната със съпротивление  $Z$ .

От теоремата на Тевенен може да се запише следната зависимост между напрежението  $\dot{U}$  на изводите, и тока на товара  $\dot{I}$ :

$$\dot{U} = \dot{E} - z_e \dot{I} \quad (2)$$

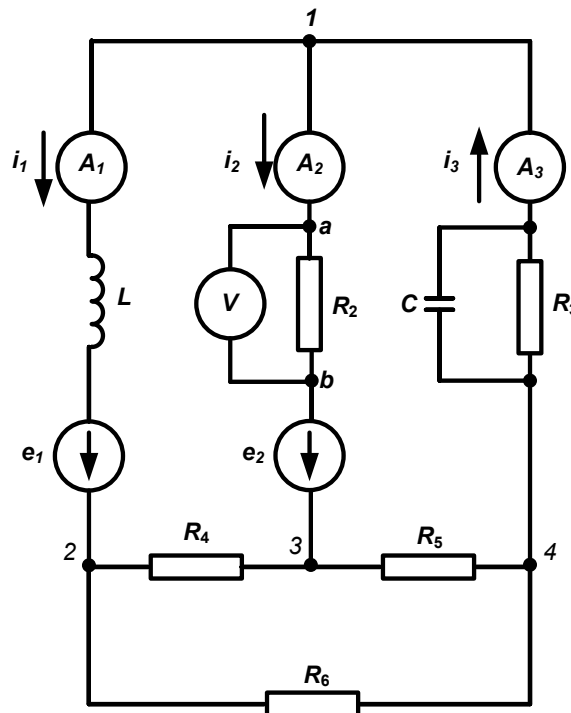
При линейни товари формула (2) добива вида  $\dot{U} = Z \dot{I} = \dot{E} - z_e \dot{I}$ . Когато параметрите на схемата са известни, комплексът на тока в клоната със съпротивление  $Z$  за стационарен синусоидален режим се определя от израза:

$$\dot{I} = \frac{\dot{E}}{Z_e + Z} \quad (3)$$

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

### Схема на опитната постановка

Схемата на опитната постановка е дадена на фиг.2.



фиг.2. Схемана на опитната постановка

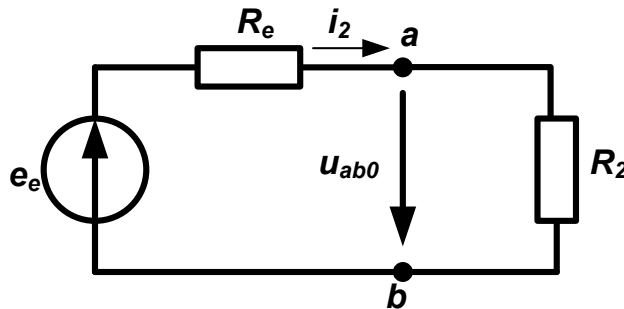
Елементите, свързани в схемата на електрическата верига са резистори, бобина, кондензатор и източници на е.д.н. със следните стойности:

- резистори  $R_2 = 25 \Omega$ ;  $R_3 = 197 \Omega$ ;  $R_4 = 50 \Omega$ ;  $R_5 = 35 \Omega$ ;  $R_6 = 100 \Omega$ ;
- източници на е.д.н.  $e_1 = 20 V$ ;  $e_2 = 15 V$ .

Трябва да се определи тока  $i_2$  през съпротивлението  $R_2$  между точките  $a$ - $b$ , както и да се сравнят изчислените и опитно получените резултати.

#### Резултати от експерименталните изследвания

Активният двуполусник е заменен с неидеален източник на е.д.н.  $e_e$  и еквивалентно съпротивление  $R_e$ . Напрежението на източника на е.д.н.  $e_e$  е равно на напрежението на пр.х.  $u_{ab0}$ . Еквивалентното съпротивление  $R_e$  е равно на входното съпротивление на двуполусника. Определено е след привеждането на двуполусника към пасивен двуполусник, като товарното съпротивление е отстранено. Въведени са двойката клеми  $a$  и  $b$ . Те разделят изследваната верига на две части. Първата част е активния двуполусник с източника на е.д.н.  $e_e$ , втората част – товарът  $R_2$  (фиг.3).



фиг.3. Еквивалентна заместваща схема

Получени са стойностите на еквивалентното съпротивление  $R_e = 33,5 \Omega$ , еквивалентното е.д.н.  $e_e = 2,6 V$  и е определено след прилагане на метода с възловите потенциали. Приложена е теоремата на Тевенени и е определен токът  $i_2$  през резистора  $R_2$ .

$$i_2 = \frac{e_e}{R_e + R_2} = 0,045 A$$

Така действието на активния двуполусник е заменено еквивалентно с действието на реален източник на е.д.н. Неговото напрежение е равно на това между двойката клеми  $a$  и  $b$ . Еквивалентното съпротивление  $R_e$  е входното съпротивление на пасивния двуполусник между същите две клеми  $a$  и  $b$ , като е отстранено влиянието на товарното съпротивление  $R_2$ . За определянето на еквивалентното съпротивление  $R_e$ , източниците на е.д.н. са дадени накъсо.

За сравнение е измерен токът  $i_2$ . Резултатите от измерените и изчислените стойности са дадени в таблица 1.

Таблица 1

Измерено			Изчислено	
$u_{ab0}$	$R_e$	$i_2$	$u_{ab0}$	$i_2$
$V$	$\Omega$	$A$	$V$	$A$
2,7	33,0	0,046	2,6	0,045

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проектирано е и е изработено лабораторно устройство за изследване на стационарен постоянен режим в електрическа верига.

2. Изследвана е конкретна схема на електрическа верига. По метода на еквивалентните преобразувания на получения пасивен двуполусник е определено еквивалентното

съпротивление между точките, посочени в схемата. Измереното еквивалентно съпротивление съвпада с изчисленото ( $R_{eu} = 33,0 \Omega$ ;  $R_{euзч.} = 33,5\Omega$ )

3. Получен е токът в дадения клон от електрическата верига по теоремата на Тевенен ( $i_2=0,045A$ ).

4. Измереният ток  $i_2=0,046 A$  потвърждава верността на изчислителните резултати.

5. Лабораторното устройство може да се използва за обучение на студентите от специалностите „Електротехника“, „Електроника“ и „Компютърни системи и технологии“, Образователно-квалификационни степени „Магистър“, „Бакалавър“ и „Професионален бакалавър“.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стоянова, С., Ръководство за лабораторни упражнения по теоретична електротехника, Университет „Проф.д-р Асен Златаров“, Бургас, 2014.
2. Стоянова, С., Приложна електротехника, Издателство „Божич“, Бургас, 2012.
3. Брандински, К. и др., Ръководство за лабораторни упражнения по теоретична електротехника, ИК „Кинг“, София, 2004.
4. Фархи, С., С. Папазов, Теоретична електротехника част 1, ДИ „Техника“, София, 1987.