(EL2-3) الثنائى المبعث للضوء (LED)

الغرض من التجربة

تعيين جهد العتبة لثنائيات مختلفة الألوان و ثابت بلانك (h)

الأجهـــزة

عدد من الوصلات الثنائية المبعثة للضوء – مقاومة – فولتميتر – أميتر – مصدر جهد تيار مستمر

نظرية التجربـــــة

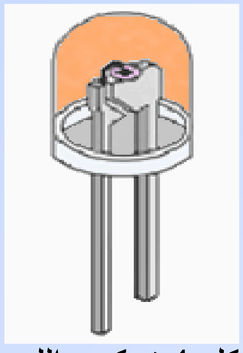
الوصلات الثنائية المبعثة للضوء، أو(ليد) ، هى أكثر الأنواع استخداما من كل الأنواع المختلفة من ثنائيات شبة الموصلات المتاحة حاليا. إنها أكثر الأنواع رؤية وهى تشع عرض نطاق ضيق جدا إما من الضوء المرئى عند أطوال موجية ملونة مختلفة ، وإما الضوء تحت الاحمر غير المرئى لأجهزة التحكم عن بعد أو نوع ضوء ليزر عندما يمر تيار أمامى خلالها. والثنائيات المبعثة للضوء أو (ليد) كما يطلق عليها تجاريا أو مشاعا هى فى الأساس مجرد نوع مخصوص من ثنائى وصلة PN المصنوعة من طبقات رقيقة جدا من مواد شبه موصلة مطعمة.

عندما يكون الثنائى فى الأستقطاب الأمامى ، تعود الإلكترونات من نطاق توصيل شبه الموصل إلى الإتحاد مع الفجوات من نطاق التكافؤ مطلقة كمية مناسبة من الطاقة الكافية بدورها لإنتاج فوتونات تبعث ضوء أحادى اللون (لون منفرد) . وبسبب هذه الطبقة الرقيقة فإن عددا معقولا من هذه الفوتونات يمكنها أن تغادر الوصلة وتشع إلى الخارج ضوء ملون . ومن ثم يمكنا القول أنه عندما يعمل الثنائى فى الإستقطاب الأمامى ، ينبعث ضوءا . ونلخص فنقول أن الثنائيات المبعثة للضوء هى أشباه موصلات تحول الطاقة الكهربية إلى طاقة ضوئية.

وتركيبة الثنائى المبعث للضوء يختلف عن مثيله الثنائى المنفرد. فوصلة PN فى الليد تكون محاطة بمادة صمغية من البلاستيك الإيبوكسى الصلب الشفاف على شكل قوقعة نصف كرية لتحمى الليد من الذبذبة والصدمات.

ومن المفاجآت ، أن وصلة الليد لا تبعث فعلا هذا الكم من الضوء، ولهذا فان الصمغ الاييبوكسى قد ركب بحيث أن الفوتونات المنبعثة من الوصلة تنعكس مبتعدة من القاعدة التحتية المحيطة التى يتصل بها الصمام الثنائى وتتبؤر إلى أعلى عبر قمة الليد الكروية، التى تقوم بدورها بالعمل كعدسة تركز الضوء. وهذا هو السبب الذى من أجله يبدو الضوء المنبعث أكثر تألقا عند قمة الليد.

وعلى عكس اللمبات الكهربية البراقة والصمامات التى تولد كميات كبيرة من الحرارة عندما تضاء، فإن الليد يولد " جيل بارد من الضوء" الذى يؤدى إلى كفاءة أعلى من "وصلات الضوء الثنائية " لأن معظم الطاقة المتولدة تشع مبتعدة بداخل الضوء المرئى. ولأن الليد ما هو إلا عنصرا فى الحالة الصلبة ، فيمكنها أن تكون صغيرة جدا ومتينة وتمدنا بلمبات أطول عمرا من مصادر الضوء العادية.

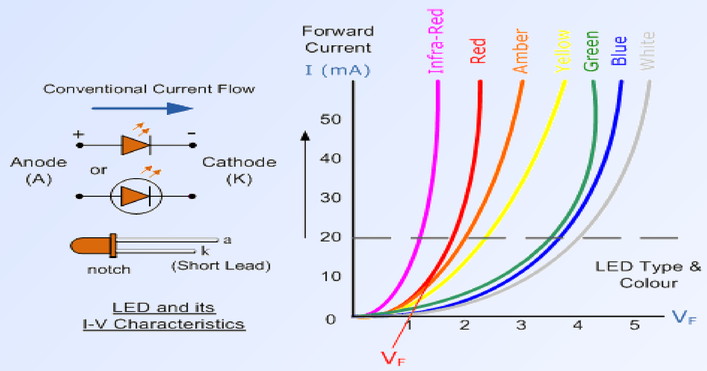


شكل 1 تركيب الليد

مركبات مختلفة من الليد تبعث ضوءا فى مناطق نوعية من طيف الضوء المرئى، ومن ثم تنتج مستويات مختلفة من الشدة. الإختيار الأكيد لمادة شبه الموصل المستخدم سوف يحدد الأطوال الموجية لفوتونات الضوء المنبعث ، ومن ثم اللون الناتج.

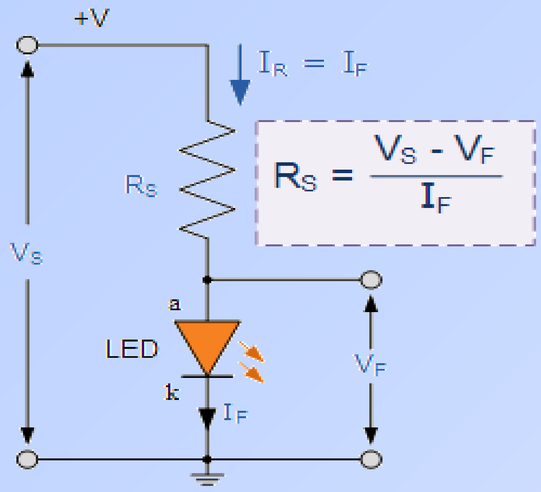
وعلى هذا، فإن اللون الحقيقى للضوء المنبعث يتعين بالطول الموجى للضوء المنبعث، الذى بدوره يتحدد بمركب شبه الموصل الحقيقى المستخدم لتكوين وصلة PN فى التصنيع.

ولما كان الليد من ناحية التأثير ما هو إلا وصلة ثنائية ، فإن المنحنيات المميزة التى تربط التيار إلى الجهد يمكن رسمها لكل ضوء وصلة ثنائية كما هو مبين فى شكل 2 .



شكل2 رسم تخطيطى للوصلات الثنائية المبعثة للضوء (الليد) ومنحنيات (التيار- الجهد) المميزة لها والتى توضح المنحنيات لكل لون ممكن.

ولابد من أن يتصل بالليد مقاومة على التوالى لتحد من التيار المار عبر الليد وإلا فلسوف ينحرق لحظيا. ويمكن حساب قيمة المقاومة التى على التوالى (R_S) من قانون أوم بمعرفة التيار الأمامى (I_F) الذى تحتاجه الليد و الجهد المطبق (V_S) عبر التوليفة والهبوط فى الجهد الأمامى (V_F) المتوقع عند مستوى التيار المطلوب، فإن قيمة المقاومة (R_S) التى تحد التيار يمكن حسابها بالمعادلة المبينة فى شكل 3.



شكل 3 دائرة الليد والمقاومة المتصلة على التوالى

عند بداية التشغيل سيكون للوصلة (الليد) هبوط فى الجهد الأمامى بحوالى من (*1.1*) إلى (*1.5 Volts*) . الوصلات الثنائية الأقل فى الطول الموجى (850 nmمثلا) سيكون هبوط جهدها هو الأكبر. وكلما زاد الطول الموجى كلما قل الهبوط فى الجهد. ويمكن ربط هذه الظاهرة بنطاق طاقة الفجوة (E_g) لليد.

$$E_g = hc/\lambda \qquad (1)$$

حيث تشير (h) إلى ثابت بلانك، (C =3 x 10^8 m/s) إلى سرعة الضوء، و (λ) إلى الطول الموجى المنبعث بالأمتار. عند هبوط فى الجهد ($V_{th}=V_F$) عبر الليد والذى عنده تبدأ فى إبعاث الضوء فإن المعادلة (1) يمكن كتابتها على الصورة :

$$eV_{th} = hC/\lambda \qquad (2)$$

حيث تشير (e) إلى شحنة الإلكترون .

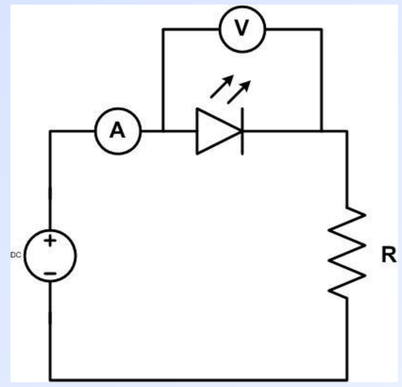
وبإستخدام المعادلة (2) ، يمكن عمليا توقع قيمة جهد العتبة لليد إعتمادا على طول موجته المنبعثة.

Edusoft
Innovate to educate

(EL2-3) الثنائى المبعث للضوء (LED)

خطوات العمـــل

1- صل الدائرة الموضحة بالشكل 4.



شكل 4 رسم للدائرة الكهربية

2-غير الجهد على خطوات، كل خطوة (*0.1 volt*) إلى أن تصل إلى هبوط جهد مناسب لألوان الليد المختلفة.
3- سجل قيمة التيار عند كل جهد.
4- كرر الخطوات 2-3 لكل لون ليد مختلف
5- ارسم رسما بيانيا بين الجهد (*V*) على المحور (x) و التيار (*I*) على المحور (*y*) .
6- عين جهد العتبة (V_{th}) لكل لون ليد .
7- ارسم العلاقة بين جهد العتبة (V_{th}) لكل لون و (1/l) ، حيث تشير (λ) الى الطول الموجى للون المستخدم، ثم احسب ثابت بلانك.

Color Wavelength λ (m)		V_{th} (V)
Red		
Yellow		
Green		

Slope=
C =3x10^{8} m/s, e=1.6x10^{-19} C
h =

النتائـــج

V (V)	I(A)		
	Red	Yellow	Green

Edusoft
Innovate to educate