

## دراسة تأثير الأشعة السينية على ترانزستور ثنائي القطبية BJT عند أزمان مختلفة

ولاء محفوظ محمد

كلية التربية - جامعة تكريت

تاريخ الاستلام: ٢٠٠٩/٤/١٣، تاريخ القبول: ٢٠١٠/٥/١٠

### الخلاصة

تم في هذا البحث تسليط أشعة سينية (X Ray) بفرق جهد (35 KV) وبتيار (1 mA) على ترانزستور BJT (Bipolar Junction Transistor) من نوع (NPN) يحمل الرمز (2N3035) لفترات زمنية متتالية (40,35,30,25,20,15,10.5) دقيقة تم دراسة تغير منحنيات خواص الإخراج ( $I_{CE}$ ,  $V_{CE}$ ) لكل فترات التشعيع ودراسة تغير منحنيات الإدخال ( $I_B - V_{BE}$ ) تغير قيمة العامل ( $\beta_{d.c}$ ) والجهد الحاجز ( $V_B$ ) مع أزمان التشعيع. تم أيضا وضع الترانزستور في دائرة يعمل فيها الترانزستور كمكبر بتغذية عكسية لدراسة تأثير التشعيع على عامل التكبير للتغذية العكسية ( $A_f$ ). بينت النتائج انخفاض في قيم منحنيات ( $I_{CE}$ ,  $V_{CE}$ ) وانخفاض قيمة المعاملات ( $V_B$  و  $\beta_{d.c}$ ) مع أزمان التشعيع. أبدى الترانزستور تغيرات طفيفة بالنسبة إلى عامل التكبير ( $A_f$ ) عند استعمال التغذية العكسية والاشارة الخارجة من المكبر لم تعاني من أي تشوه.

### المقدمة

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة تأثير الأشعة السينية على ترانزستور ثنائي الوصلة (BJT) والذي لا تخلو أي دائرة الكترونية منة ويعمل بشكل أساس على تكبير الإشارة أو كدائرة فتح وغلق. سنتبين هذه الدراسة مقدار التغير في الخواص الأساسية للترانزستور الناشئة بسبب العيوب البلورية التي سببها تفاعل الأشعة السينية مع شبة الموصل. كما سنتبين إمكانية استعمال التغذية العكسية في التقليل من هذه التغيرات عند عمل الترانزستور كمكبر للإشارة الصغيرة.

### الجانب النظري

تتفاعل الإشعاعات بصورة عامة مع المواد بثلاث طرائق أساسية، هي الظاهرة الكهروضوئية وتأثير كومبتن وإنتاج الزوج، واحتمالية سيادة إحدى التفاعلات على الأخرى تعتمد على طاقة الفوتون الساقط وموقع هذا السقوط وطبيعة مادة الهدف (رالف، ١٩٨٦). هذه

التفاعلات التي تحدث مع نبيطة الترانزستور وتؤدي الى حدوث عيوب بلورية في المادة شبة الموصلية (الجمال، ٢٠٠٠). و إلى تحولها من بلورية إلى متعددة البلورات عند تشيعها بجرعات تشيعية عالية (الراوي، ١٩٨٧). عند عمل الترانزستور كمكبر بربط الباعث المشترك يكون انحياز الباعث القاعد أماميا وانحياز الجامع القاعد عكسيا (مالفينو، ١٩٧٩). في هذا النوع من الربط يمثل تيار القاعدة ( $I_B$ ) تيار الإدخال بينما يمثل ( $I_C$ ) تيار الإخراج (ليتفيلر، ١٩٨٩). إن منحنيات الخواص للإدخال تشابه منحنيات الخواص ( $I-V$ ) لثنائي بلوري منحاز أماميا. ومن ملاحظة اتجاه التيارات وعند تطبيق قانون كيرشوف نحصل على تيار الباعث ( $I_E$ ) والذي سيكون مساوي لمجموع تيار القاعدة ( $I_B$ ) وتيار الجامع ( $I_C$ ) كما في المعادلة (١) (Thomas , 1984).

$$I_E = I_B + I_C \quad \dots(1)$$

وتعرف النسبة بين تيار المجمع ( $I_C$ ) الى تيار القاعدة ( $I_B$ ) بعامل التكبير في تيار القاعدة ( $\beta_{d.c}$ ) و تعطى بالمعادلة (٢) (أس.أم، ١٩٩٠).

$$\beta_{d.c} = \frac{I_C}{I_B} \quad \dots(2)$$

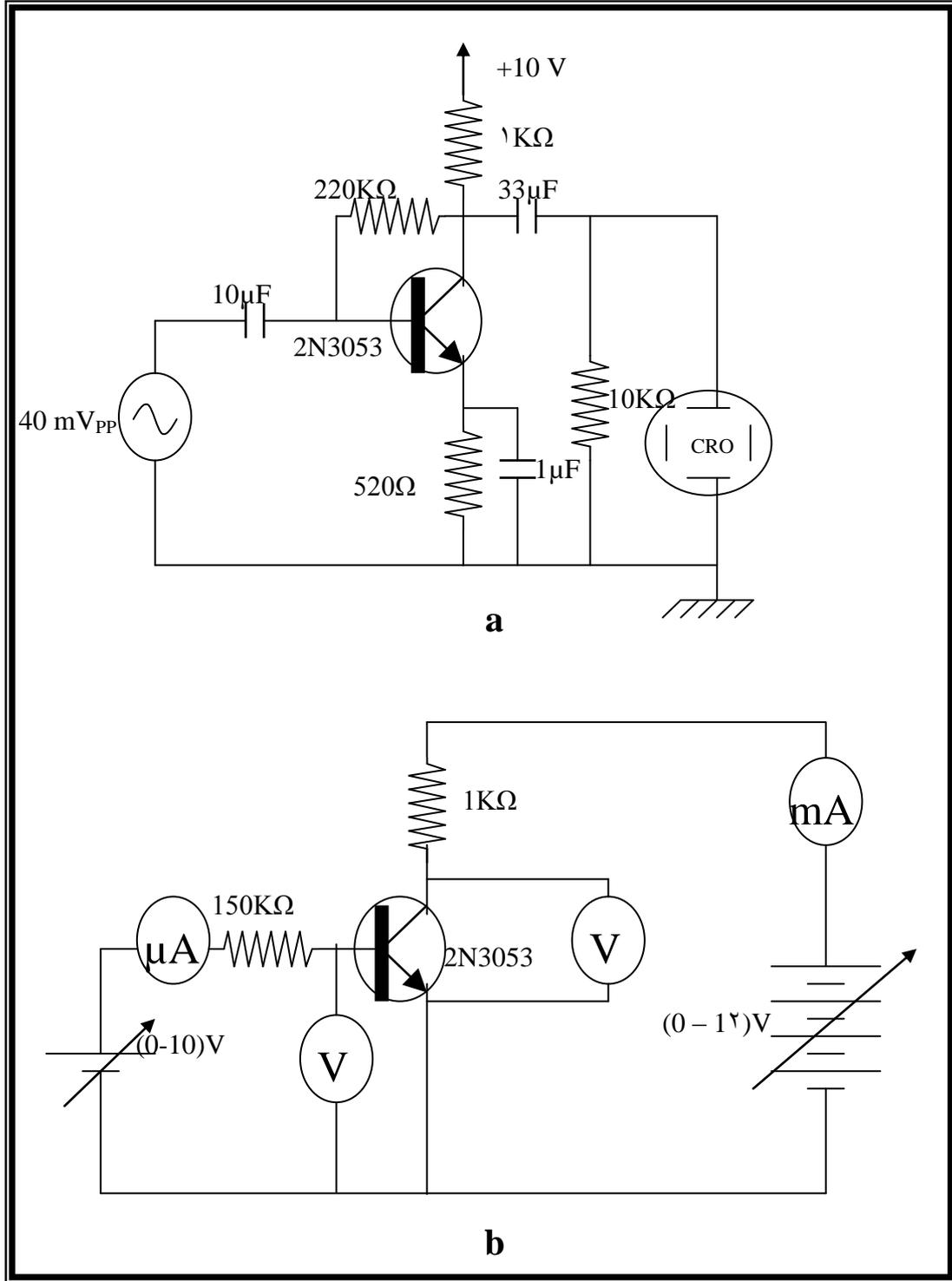
### الجانب العملي

تم اختيار ترانزستور من نوع (NPN) يحمل الرقم (2N3053) ذو الغلاف المعدني والذي يستعمل كمكبر إشارة في مراحل الإخراج أو كمفتاح الكتروني (Sze et al, 2006). واستعمل جهاز (X Ray) مجهز من شركة (Phywe) كمصدر للأشعة السينية، يعمل الجهاز بفرق جهد بين الانود والكاثود أقصاه (35KV) وبتيار (1mA). إن الالكترونات المتجهه من المهبط (Cathode) سوف تسقط على المصعد (Anode) المكون من مادة النحاس قارعة إياه بطاقة عالية وعند دخولها إلى الالكترونات الذرية تسبب إزاحتها من مداراتها وعند عودة الالكترونات لملى الفراغ من الأغلفة الأخرى تتولد فوتونات الأشعة السينية ذات الطاقة العالية (الراوي، ١٩٨٧). يولد الجهاز أشعة سينية بطول موجي (1.5A) ويمكن برمجته لتحديد زاوية سقوط الأشعة السينية على الهدف. تم إزالة الغلاف المعدني الخارجي للترانزستور لضمان عدم تشتت الأشعة السينية وسقوطها بصورة عمودية على النبيطة المستخدمة. يوضح الشكل (١-b) الدائرة التي استعملت دراسة منحنيات الخواص ( $I_C-V_{CE}$ ) حيث تم إمرار تيار مقداره (48 $\mu$ A) في القاعدة وتثبيت هذا التيار عند إجراء القياسات لكل أزمان التشيع. وبتسليط فولتية (0-10V) على انحياز الجامع القاعدة أخذت جميع القراءات

بواسطة أجهزة افوميتر (HGI-2000N). تم حساب قيمة العامل ( $\beta_{d.c}$ ) باستعمال المعادلة (٢). تم استعمال الدائرة أيضا في دراسة منحنيات الخواص ( $I_B-V_{BE}$ ) بتثبيت فولتية الجامع - الباعث ( $V_{CE}$ ) عند 12V ومن منحنيات الخواص في الشكل (٣) تم أيجاد قيمة فولتية الجهد الحاجز ( $V_B$ ). أما الدائرة الموضحة بالشكل (1-a) فهي دائرة مكبر إشارة صغير من نوع الباعث المشترك تحتوي على تغذية عكسية تعمل على إعادة جزء من الإشارة المكبرة إلى الإدخال وبفرق طور  $180^\circ$  (الراوي، ١٩٨٧). استعمل المذبذب (Function generator) في توليد إشارة جيبية بتردد (800 KHz) وبفولتية (40 mV) واستعمل جهاز ديجيتل اسلوسكوب (Digital oscilloscope IWATSU DS-8812) في التقاط الصور للإشارة الخارجة من المكبر ومنها يتم معرفة وجود تشوه في الإشارة المكبرة من عدمه وأيضا احتساب قيمة الكسب في الفولتية  $A_f$ . بعد إزالة الغلاف المعدني من الترانزستور تم إغلاقه بواسطة ورق معتم لتجنب دخول الأتربة أو الضوء إلى نبيطة الترانزستور. وضع أولا في الدائرة (1-b) وأجريت عليه قياس منحنيات الخواص ( $I_C-V_{CE}$ ) بتثبيت تيار القاعدة ، ثم قياس منحنيات الخواص ( $I_B-V_{BE}$ ) بتثبيت فولتية ( $V_{CE}$ ). ثم وضع في الدائرة (1-a) والتي يعمل فيها الترانزستور كمكبر للإشارة الصغيرة والنقاط صورة للإشارة الخارجة بواسطة جهاز الاوسلوسكوب. بعد اخذ القياسات الأساسية تم إزالة الورق المعتم و تثبيت الترانزستور في جهاز توليد الأشعة السينية وتم برمجة الجهاز حسب الجدول (١) ثم أعيدت دراسة الخصائص أعلاه بنفس الطريقة بعد إعادة لصق الورق المعتم . تم تشيع الترانزستور لمدة خمس دقائق في كل مرة . وتم تكرار التشيع لثمانى مرات متتالية.

جدول ١ : القيم المدخلة إلى منظومة الأشعة السينية

Parameter	Value
High Voltage	35 KV
current	1mA
Total Time	5 min
Angle	90 Deg



شكل (١): الدوائر الالكترونية المستعملة، a: مكبر إشارة مع تغذية سالبة، b: دراسة خواص  $(I_B - V_{BE})$  وخواص  $(I_C - V_{CE})$

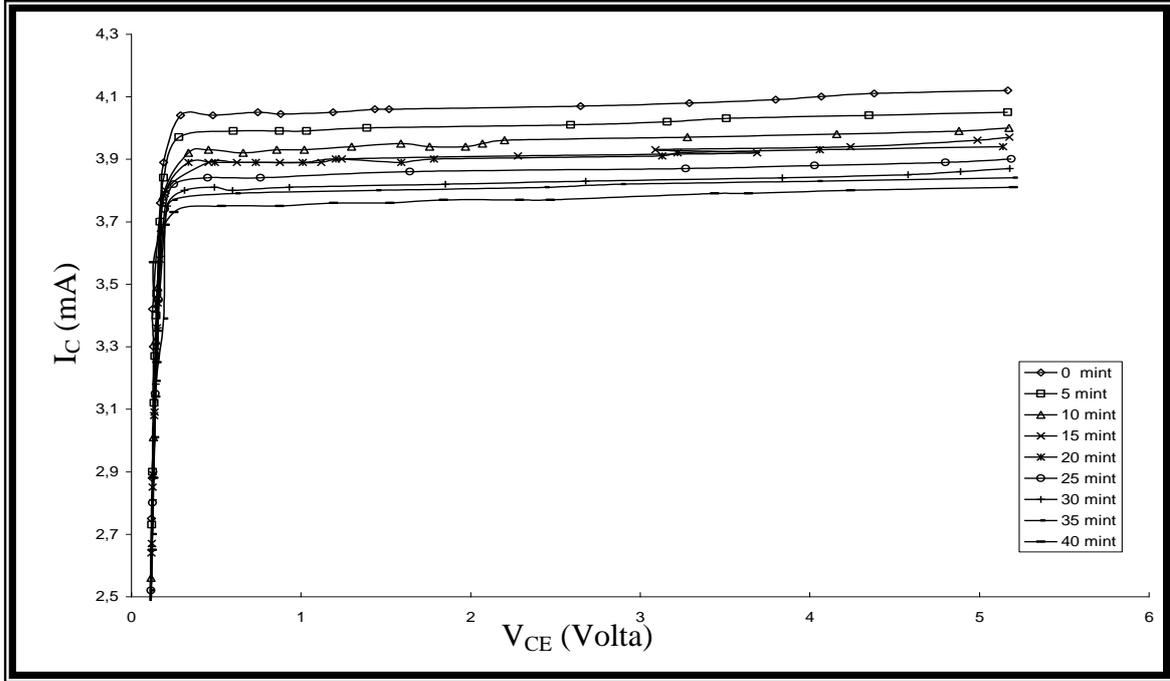
## النتائج و المناقشة

عرض الترانزستور لفترات تشعيعية متتالية وفترات (5-10-15-20-25-30-35-40) دقيقة . يبين الشكل (٢) منحنيات الخواص ( $I_C-V_{CE}$ ) قبل وبعد التشعيع ولقد لوحظ انخفاض في قيمة تيار الجامع ( $I_C$ ) عند كل فترة تشعيع بثبوت تيار القاعدة عند ( $48\mu A$ ) . كما بينت النتائج في الشكل (٤)، هذا الانخفاض أدى إلى انخفاض في قيمة العامل ( $\beta_{d.c}$ ). الشكل (٣) يمثل منحنى الخواص ( $I_B-V_{BE}$ ) كوصلة (P-N) قبل وبعد التشعيع ولقد لوحظ انخفاض في قيمة فولتية القاعدة-الباعث ( $V_{CE}$ ) عند كل فترة تشعيع بثبوت فولتية الجامع-الباعث ( $V_{CE}$ ) عند ( $12V$ ). أما عند استعمال المكبر في دائرة تكبير تحوي على التغذية العكسية فقد أظهرت الصور لشكل الموجة الخارجة المكبرة الموضحة بالشكل (٧) إلى عدم وجود أي تشوه في شكل الموجة لكل فترات التشعيع وتغير معامل التكبير ( $A_f$ ) تغيراً طفيفاً كما في الشكل (٥) . و يبين الجدول (٢) التغيرات في الخواص الأساسية للترانزستور . إن الأشعة السينية هي أشعة كهرومغناطيسية ذات طول موجي قصير ( $1.5A^0$ ) وهي من نوع الأشعة المؤينة. تعمل هذه الأشعة على التفاعل مع الإلكترونات الذرية في ذرة السليكون وكذلك مع الإلكترونات التكافؤية والتي تشكل بترابطها مع الإلكترونات التكافؤ الأخرى البنية البلورية لشبكية السليكون (الهذلول، ٢٠٠٤). هذه الأشعة بإمكانها إزاحة الذرة من مكانها وتترك في موقعها الأصلي فجوة وتعرف هذه الإزاحة بعيب شوتكي (Scotoky Defect)، بالإضافة إلى إمكانية إزاحة الذرة في مكانها في الشبكية البلورية إلى موقع خلالي وهذا يعرف بعيب فرنكل (Frenkel Defect) ، أن تحريك الذرات بصورة عامة سيسبب خلل في الشبكية البلورية يدعى بالتلف (Damage)، إن هذه العيوب تزداد بزيادة الجرعة للأشعة السينية وهذا ما يفسر انخفاض في قيم تيار الجامع وبالتالي انخفاض في كل المعاملات ( $V_B, \beta_{d.c}$  and  $A_f$ ) .

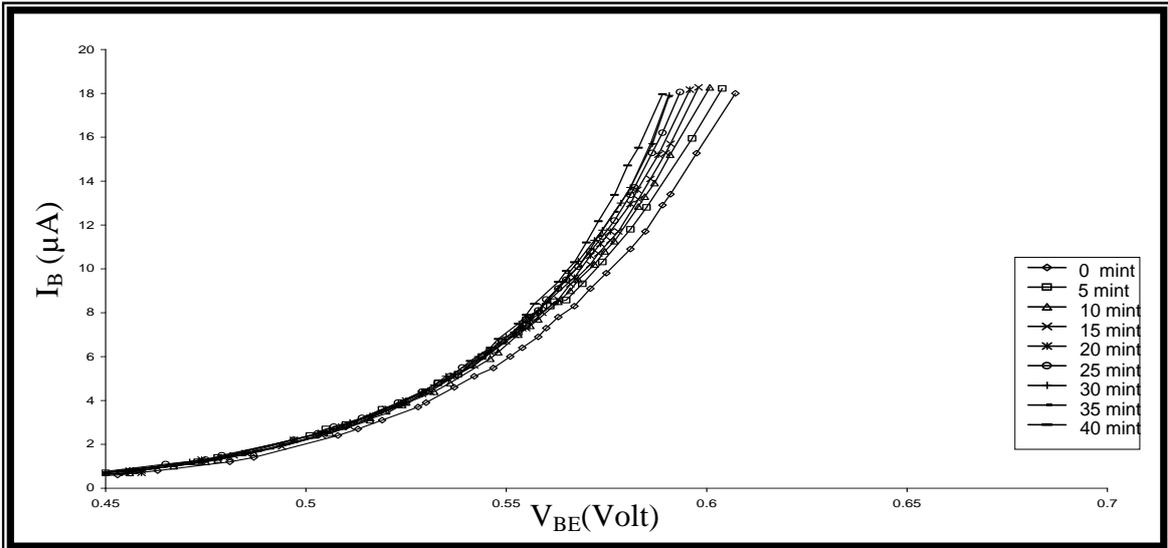
جدول ٢ : التغيرات في الخواص الأساسية للترانزستور

Time (mint)	$\beta_{d.c}$	$V_B$ (Volt)	$A_f$	$I_c$ (mA)
-	84.16	0.558	10.17	4.04
5	82.91	0.556	10.15	3.98
10	81.77	0.551	10.1	3.925
15	81.04	0.550	10	3.89
20	80.62	0.548	9.97	3.87
25	80.00	0.547	9.97	3.84
30	79.37	0.545	9.95	3.81
٣٥	78.75	0.545	9.9	3.78
40	77.91	0.543	9.7	3.74

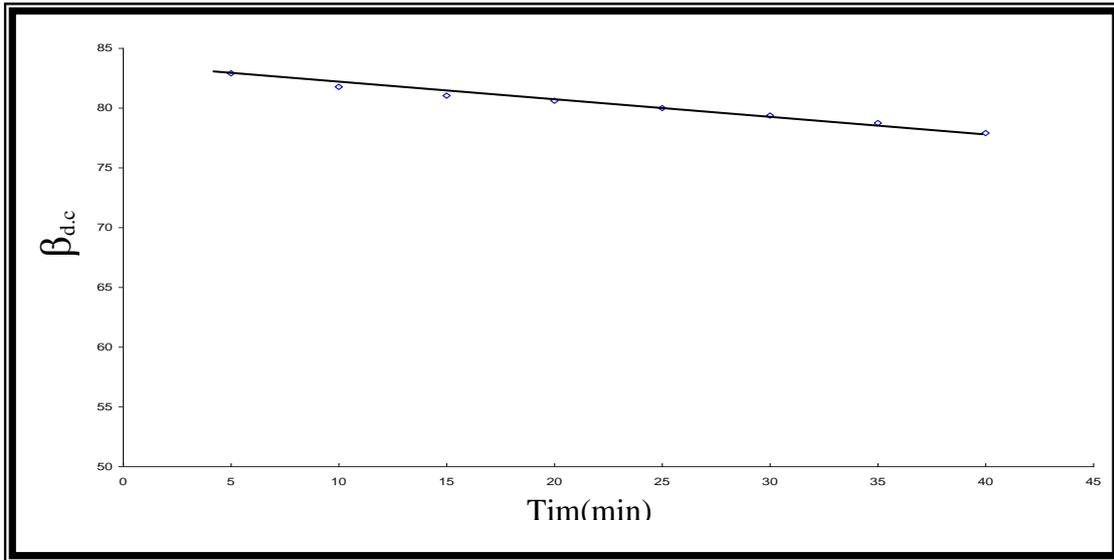
تعمل التغذية الخلفية السالبة إلى التقليل من قيمة التكبير فيتم إعادة جزء من الإشارة الخارجة إلى مرحلة الإدخال لتقوم بضبط قدرة الترانزستور على تكبير الإشارة ، إن انخفاض قيمة معامل التكبير ( $\beta_{d.c}$ ) بسبب التشعيع سيعمل على التقليل من قيمة التكبير بشكل أساسي ولكن كون الإشارة العائدة من الإخراج تتخفض بنفس نسبة انخفاض معامل التكبير ( $\beta_{d.c}$ ) فسيكون التأثير على العامل ( $A_f$ ) قليلاً أيضاً وهذا ما يفسر كون تأثير العامل ( $A_f$ ) بالإشعاع طفيفاً



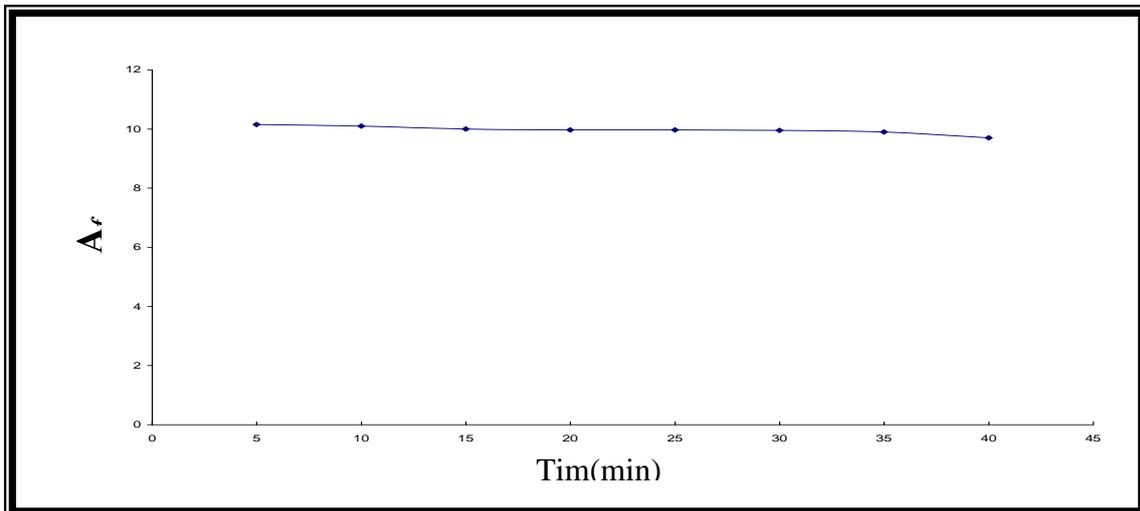
شكل (٢): تأثير منحنيات الخواص ( $I_C-V_{CE}$ ) عند تعرض الترانزستور للتشعيع وبفترات زمنية متتالية



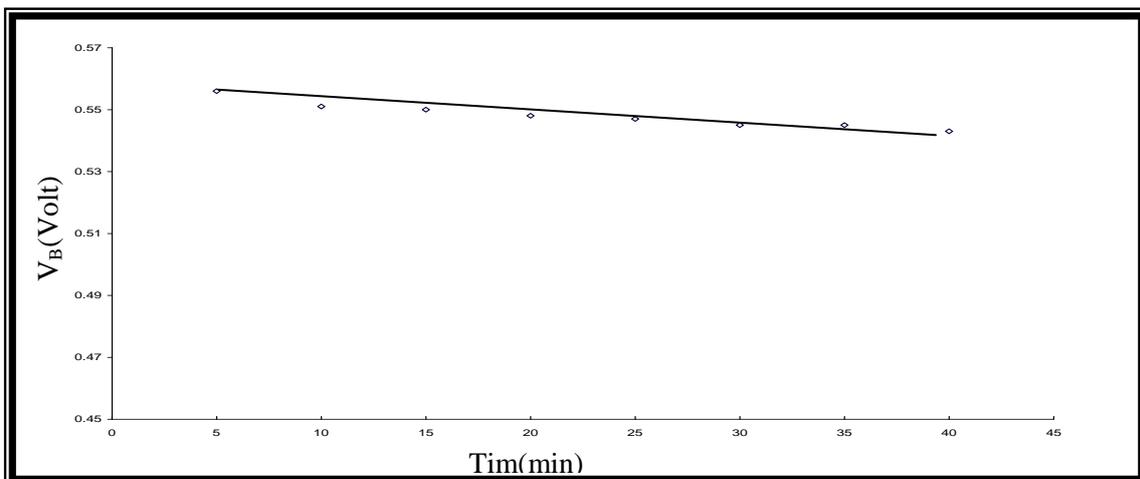
شكل (٣): تأثير منحنيات الخواص ( $I_B-V_{BE}$ ) عند تعرض الترانزستور للتشعيع وبفترات زمنية متتالية



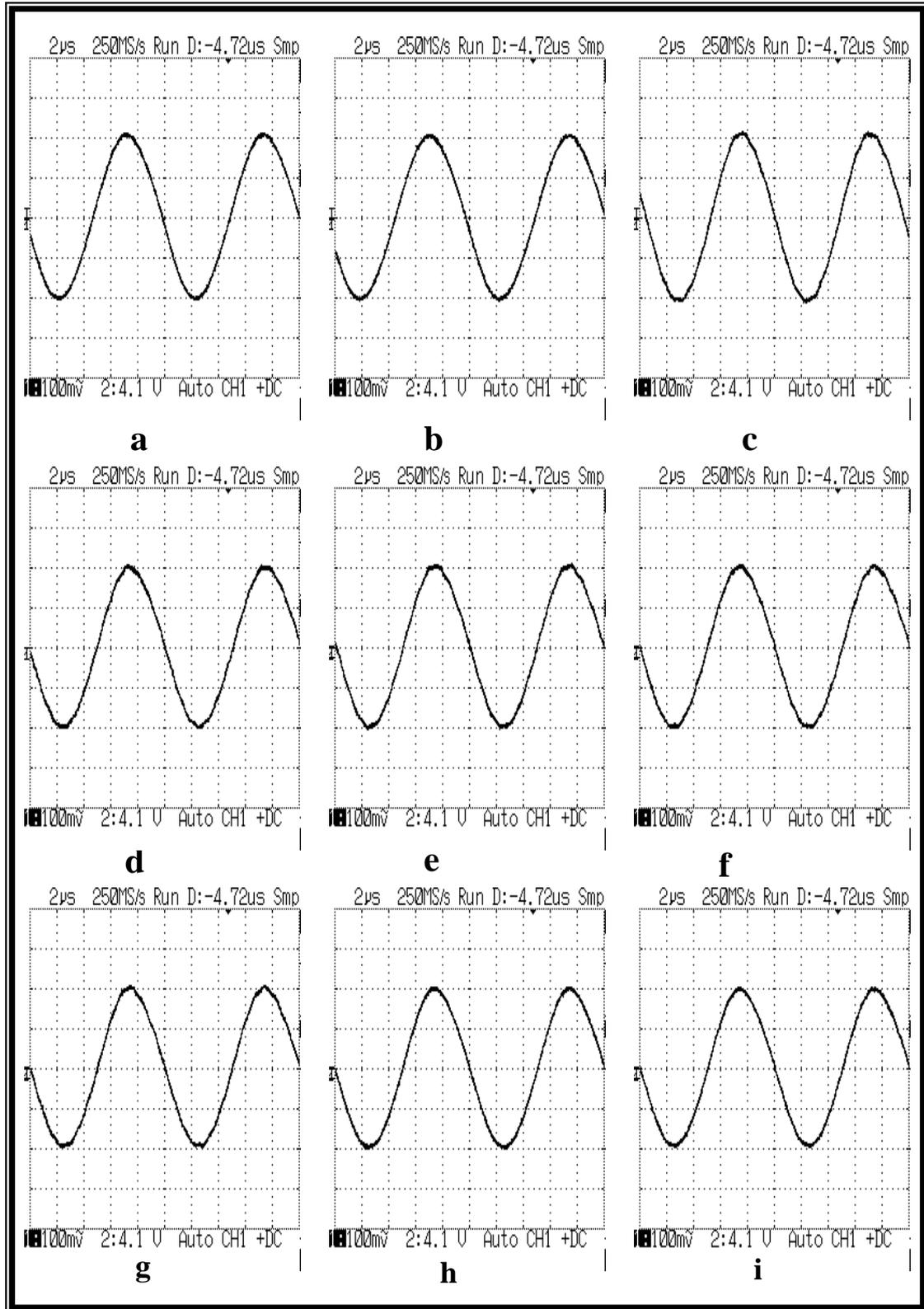
شكل (٤): تأثير الأشعة السينية على العامل ( $\beta_{d.c}$ )



شكل (٥): تأثير الأشعة السينية على العامل ( $A_f$ )



شكل (٦): تأثير الأشعة السينية على الجهد الحاجز ( $V_B$ )



شكل (٧): الإشارة الخارجة من المكبر، بدون تشيع، a: تشيع 5mint، c: تشيع 1٠ mint، d: تشيع 15mint، e: تشيع 20mint، f: تشيع 25mint، g: تشيع 30mint، h: تشيع 35mint، i: تشيع 40mint.

## الاستنتاجات

من خلال دراسة تأثير الأشعة السينية على نبائط أشباه الموصلة ثنائية القطبية تم الحصول على الاستنتاجات التالية :-

١. تؤثر الأشعة السينية على نبائط السليكون ثنائية القطبية وتسبب عيوباً بلورية فيه مؤدية إلى تقليل التيارات المارة فيه.
٢. انخفاض في قيمة التيار الجامع ( $I_C$ ) بثبوت تيار القاعد ( $I_B$ ) .
٣. انخفاض في قيمة الجهد الحاجز ( $V_B$ ) في وصلة P-N .
٤. انخفاض في قيمة العامل ( $\beta_{d.c}$ ) مع زيادة زمن التشعيع .
٥. تعمل التغذية السالبة في مكبر الاشارة ذي التغذية العكسية على التقليل من التأثير على عامل الكسب ( $A_f$ ) .

## References

- Sze S.M. and Kwok K.Ng.,(2006): Physics of Semiconductor Devices ; third edition .John Wiley & Sons,Ins.Vol.10,810p.
- Thomas L.Floyd.,(1984): Electronic Devices. Printed in Bell & Howell Company .Vol.9, 854p.

## المصادر

- أس.أم. زسي،(١٩٩٠): نبائط أشباه الموصلات ، فيزياء وتقنية. ترجمة فخر غالب حياتي . حسين علي أحمد. دار الحكمة للطباعة والنشر - الموصل. الفصل ٦، ٧١٠ ص.
- جمال يحيى نوري،(٢٠٠٠): فيزياء الحالة الصلبة. طبعة ثانية. دار الكتب للطباعة والنشر - الموصل. الفصل ٧، ٤٠٠ ص.
- رالف.ج.سميث،(١٩٨٦): دوائر،نبائط وأنظمة.مساق أول في الهندسة الكهربائية. طبعة ثالثة . ترجمة محمد المقوسي.عصام زعلوي Printed in Malta by hnter print limited،الفصل ٤،٧٠٧ ص.
- الراوي صبحي سعيد،(١٩٨٧): فيزياء الالكترونات.جامعة الموصل. دار الحكمة للطباعة والنشر. الفصل ٩، ٦٨٢ ص.
- ليتفيلرتي.أي. ليتفيلر،(١٩٨٩): الفيزياء الذرية والنووية. ترجمة. نجم عبد شكوري. المكتبة الوطنية بغداد. الفصل ٣ ، ١٥٠ ص

- مالفينو أي.بي مالفينو، (١٩٧٩): مبادئ الالكترونيات. طبعة ثانية. تعريب. بدر محمد علي الوتار. رياض كمال محمد. مطبعة دار التقني للطباعة والنشر. الفصل ١٤، ٩٣٢ ص.
- الهذلول رائد بن حسين، (٢٠٠٤): تأثير التشعيع بالنيوترونات على الخصائص الديناميكية لليزر الانبعاث السطحي ذي التجويف الرأسي ، رسالة ماجستير مقدمة الى مجلس كلية العلوم جامعة الملك سعود. الفصل ٤، ١٥٥ ص.

## Study the Effect of X-Ray on BJT Transistor at Different Periods of Time

*Walla M. Mohammad*  
*College of Education – University of Tikrit*

Received:13/4/2009, Accepted:10/5/2010

### Abstract

In this research it has been studied the influence of X-Ray on the BJT (bipolar junction transistor ) NPN type NO 2N3035 for (5,10,15,20,25,30,35,40) min intervals . the ( $I_{CE}, V_{CE}$ ) and ( $I_B - V_{BE}$ ) characteristics have been studied for every irradiation time to in addition to study the change in ( $V_B - \beta$ ) values according to the irradiation times . Also the transistor used as an amplifier which has the reverse feedback to study the irradiation effect on the amplification factor ( $A_f$ ) . it is found that the values of ( $V_{CE}, I_C$ ) and ( $V_B, \beta$ ) have been decreased as the irradiation times decreased . the transistor showed a little changes of ( $A_f$ ) when the reverse feedback used and the output signal suffering no any distortion .