حقيبة حاسبية لمحاكاة نظريات تحليل الدوائر الكهربائية [+]

A PROGRAMMING PACKAGE FOR SIMULATION OF ELECTRICAL NETWORK THEOREMS

محمد جوار كحامي [*] باقر تركي عطية اللامي [**] عماد علي داود [***]

المستخلص:

حقيبة البرامجيات المقترحة التي صممت باستخدام لغة البيسك المرئي (Visual Basic 6.0) والبرنامج الجاهز (Paint) تمكن المستخدم من إجراء عملية المحاكاة للنظريات الكهربائية من خلال ثلاث مستويات من التطبيق لكل نظرية إذ تكون الشبكة الكهربائية المعدة للتحليل في المستوى الأول بسيطة بعض الشيء مقارنة بالشبكات الكهربائية المستخدمة في كل من المستويين الثاني والثالث التي تزداد تعقيدا من حيث الحجم ومتطلبات الحل ، علاوة على إمكانية تحليل الشبكة في كل مستوى من عدة أماكن مختارة للحمل (Load) والتي يتم تحديدها على الشبكة الكهربائية المعدة للتحليل.

اعتمد البحث أنموذج أليس وستيفن (Alessi and Stephen) كأحد نماذج التصميم التعليمي المستخدمة في تصميم برامج المحاكاة وتم تقويم البحث من خلال استبانة آراء الخبراء في مجال الهندسة الكهربائية والحاسبات وأخرى شملت الفئة المستهدفة والمتمثلة بطلبة المرحلة الأولى في قسم الكهرباء في المعهد التقني في الناصرية ، توصل البحث إلى العديد من الاستنتاجات منها:-

- فاعلية أسلوب المحاكاة في تذليل صعوبة فهم مواضيع الهندسة الكهربائية كونها توفر الأجواء التي تساعد المستخدم على تصور سلوك الشبكات الكهربائية الأمر الذي لايمكن تصوره أو مشاهدته بدونها.
- كانت فعاليات المحاكاة كافية لتحقيق الأهداف السلوكية المحددة.
- ساهم برنامج المحاكاة المقترح في تقليل الوقت والجهد المبذولين لتدريب الطلبة مقارنة بطرق التدريب التقليدية.

Abstract:-

The suggested programming package which is designed in Visual Basic-6.0 language enables the user to simulate the electrical theorems through three levels of electrical circuits with different level of complexity of network size and solution requirements. In addition of the user can analyze the circuit from several chosen points of load resistance limited on the circuit or network to be analysis.

The research depends upon Alessi and stephen model as one of instructional design models used to the simulation .The research is evaluated by taking opinions of the experts in instructional technology, electrical power engineering, computer fields and others included a sample of the targeted group which represent the first stage students of Electrical Department in Technical Institute of Nasseriya.The most important conclusions can be summarized as follows:-

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠٠٩/٦/١٠ ،تاريخ قبول النشر ٢٠١٠/٢/٤ .

[*] استاذ مساعد /المعهد التقني /البصرة .

[**] مدرس /المعهد التقني /ذي قار

[***] مدرس مساعد /المعهد التقني /البصرة .

1- Simulation is an active approach to simplify electrical engineering subjects because the simulation approach helps the user to imagine the electrical circuit behavior which is not seen without it

.

2- The simulation activities are enough to achievement the specified behavior.

3- Simulation programs decreases the work and time which are spent by student on training compared with classical training methods

مشكلة البحث :

تتلخص مشكلة البحث في كيفية تحليل الشبكات الكهربائية باستخدام قوانين ونظريات تحليل الـــدوائر الكهربائيـــة والتي تتطلب الإلمام بعدد من نظريات تحليل وحل الدوائر الالكترونية كنظريات ثفنن ونورت ونظرية التطابق عـــلاوة على قوانين كيرشوف وتيارات ماكسويل الدوارة. تعد هذه المادة الدراسية من المواد الصعبة نوع ما من قبل كثير مـــن طلبة المرحلة الأولى في الأقسام التقنية في هيئة التعليم التقني كأقسام الكهرباء والإلكترونيك والاتصالات وذلك بسبب ما تحتويه مفردات هذه المادة من معادلات رياضية مختلفة والتي يتطلب حل هذه المعادلات إلـــى اســـتخدام طـــرق حـــل رياضية قد تكون أعلى من مقدرة الطالب وهو في هذ المستوي من الدراسة ، وبناء على ما تقدم تم إعداد البحث لتذليل هذه المشكلة.

أهمية البحث :

تتجلى أهمية البحث في الأتي:-

١- المساهمة في إدخال صيغة جديدة لمساعدة المنتفعين على زيادة تحصيلهم العلمي من خلال استخدامهم للبرامج الحاسوبية التي تضمنتها حقيبة البرامجيات الخاصة بهذا البحث ،وذلك بتدعيم المعلومات النظرية التي يتلقاهـــا الطلبة بممارسات تطبيقية من خلال استثمار المميزات التقنية للحاسب الالكتروني.

٢- إن موضوع نظريات وقوانين تحليل الدوائر الكهربائية من المواضيع المهمة اللازمة لدراسة مواضيع الهندسة الكهربائية كونها تمثل حجر الزاوية والقاعدة العلمية التي يجب أن يمتلكها المتعلم والتي تمكنـــه مـــن دراســـة واستيعاب المواضيع اللاحقة في هذا التخصص الهندسي بفروعه المختلفة.

أهداف وحدود البحث :

١- تصميم وتنفيذ حقيبة برامجيات لمحاكاة استخدام نظريات تحليل الدوائر الكهربائية لتمكين المستخدم من إجراء التطبيقات اللازمة لتحليل الشبكات الكهربائية باستخدام نظرية ثفنن ، نورتن ، التطـــابق، قـــوانين كيرشـــوف وتيارات ماكسويل الدوارة وفق أسس فنية سليمة.

٢- تقويم أداء حقيبة البرامجيات من خلال استبانة وجهات نظر الخبراء والفئة المستهدفة طبقا للأدوات الإحصائية المعروفة.

٣- تستهدف الحقيبة الحاسوبية طلبة المرحلة الأولى في أقسام الكهرباء لمعاهد وكليات هيئة التعليم التقني وأقـــسام الهندسة الكهربائية في الجامعات العراقية.

٤- استخدام لغة البيسك المرئي (Visual Basic-6.0) وبرنامج (Paint) في تصميم البرامج الحاسوبية علاوة على استخدام الحاسبة Pentium-4 كوسط ناقل للأحداث التعليمية.

٥- يعتمد البحث أنموذج أليس وستيفن (Alessi and Stephen) كأحد النماذج المستخدمة في تصميم برامج المحاكاة الحاسوبية.

تحديد مصطلحات البحث :

- **نظريات وقوانين تحليل الدوائر الكهربائية(Circuits and Networks Theories):-**

" مجموعة من النظريات والقوانين التي تطبق على الدوائر الكهربائية لغرض تبسيطها أو إيجاد الحلول لها من خلال تحليلها وحساب قيم الكميات الكهربائية المجهولة"[١].

- **المحاكاة (Simulation) :-**" وصف لسلوك نظام لدراسة مشكلة معينة ويتطلب ذلك أنموذج على شكل علاقات رياضية يمكن تنفيذها من خلال برنامج حاسوبي يتم فيه السيطرة على الدخل ومراقبة الخرج"[٢].
- **التصميم التعليمي (Instructional Design):-**"إجراء متخصص لتحقيق بيئة تعليمية تؤدي إلى احداث تغيير في سلوك المتعلم نتيجة تفاعله مع هذه البيئة التعليمية وهذا يساعد المصمم التعليمي على تقييم فعاليات التصميم كافة"[٣].

الأساس النظري والدراسات السابقة:

- **نظريات تحليل الدوائر الكهربائية:-** إن تحليل الدوائر الكهربائية بالاعتماد على قانون أوم يؤدي إلى أن يكون هذا التحليل طويلا ومعقدا في أحيان كثيرة مما أدى إلى استخدام بعض النظريات التي تؤدي إلى الوصول إلى الحل بسرعة كما انه قد يكون المطلوب إيجاد قيمة مجهولة في فرع دون غيره حيث تساعد هذه النظريات كثيرا في الوصول إلى هذا المطلب[٤] ،وهذه النظريات هي[٥]:-

أ- **نظرية ثيفنن(Thevenin Theorem):-**"في دائرة خطية يمكن استبدال أي جزء منها مرتبط مع بقية الأجزاء بواسطة طرفي توصيل فقط بمصدر فولتية مثالي على التوالي مع مقاوم، قيمة فولتية المصدر تعادل الفولتية التي تظهر عبر طرفي جزء الدائرة المستعاض عنه عند فتح هذين الطرفين وقيمة المقاومة تعادل مقاومة ذلك الجزء من الدائرة والتي تظهر عبر طرفيها عند إلغاء المصادر فيها".

ب- نظرية نورتن(Norton Theorem):-"في دائرة خطية يمكن استبدال أي جزء فيها مرتبط مع بقية الأجزاء بواسطة طرفي توصيل فقط بمصدر تيار مثالي على التوازي مع مقاوم، قيمة تيار المصدر تساوي التيار الذي يمر في دائرة قصر عبر طرفي جزء الدائرة المستعاض عنها وقيمة المقاومة تعادل مقاومة ذلك الجزء من الدائرة والتي تظهر عبر طرفيها عند إلغاء المصادر فيها".

ت- نظرية التطابق (Superposition Theorem) :-"في أي دائرة كهربائية تحتوي على أكثر من مصدر واحد (فولتية أو تيار) يمكن إيجاد التيار في أي فرع أو فرق الجهد عبره بأخذ كل مصدر على انفراد ومن ثم بعد ذلك جمع تأثير هذه المصادر ، مع ملاحظة انه عند حذف مصدر الفولتية يجب أن يستبدل بدائرة قصر وعند حذف مصدر التيار يجب أن يستبدل بدائرة مفتوحة".

ث- قانوني كيرشوف (Kirchhoff's Laws) :-

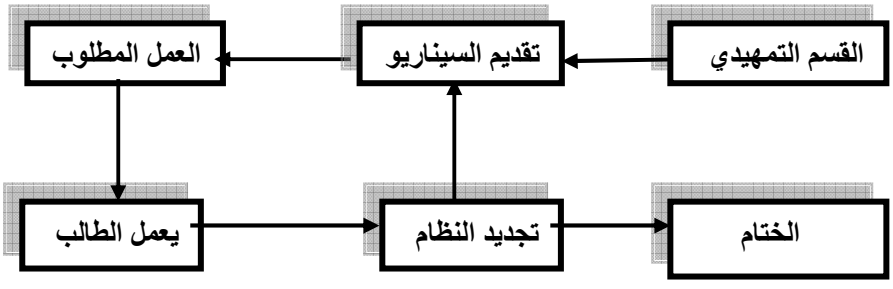
١- **قانون التيار(Current Law) :-**" في أي لحظة المجموع الجبري للتيارات في مفترق أو عقدة ما لشبكة كهربائية يساوي صفر".

٢- **قانون الفولتية (Voltage Law):-**"المجموع الجبري لهبوطات الجهد حول أية دائرة مقفلة يساوي المجموع الجبري لمصادر القوة الدافعة الكهربائية (الارتفاعات بالفولتية)".

ج- تيارات ماكسويل الدوارة(Maxwell Loop Current) :- إن تحليل الدوائر الكهربائية بهذه الطريقة يعتمد على افتراض إن هناك تيار وهمي يدور في كل دارة (Loop) مقفلة (شبيكة) بشكل مستقل شرط أن تحقق هذه التيارات قانوني كيرشوف، هذه الطريقة تجعل من الممكن اختزال عدد المعادلات إلى عدد مساو لعدد الدارات المقفلة ،حيث انه من الضروري تعيين اتجاهات للتيارات واتجاهات للدوران حول الدائرة وقد يكون الدوران باتجاه موافق أو معاكس لاتجاه التيار.

- **مفهوم المحاكاة ،أنواعها، فوائدها وعناصرها:-** تعتبر المحاكاة في السياق التربوي أسلوبا فعالا في تدريس بعض المظاهر التعليمية بتقليدها أو تكرارها إذ إن الطلبة لاتحفزهم المحاكاة فقط وانما يتعلمون أيضا بالتفاعل معها بطريقة مشابهة للطريقة التي سيتفاعلون بها في المواقف الحقيقية،وفي كل موقف تقريبا تبسط المحاكاة الواقع أيضا وذلك بحذف أو تغيير التفاصيل ،ففي هذا العالم المبسط يقوم الطالب بحل مسائل وتعلم إجراءات ويتوصل إلى فهم خواص الظاهرة وكيفية السيطرة عليها ،أو يتعلم ماهي المعايير التي يتخذها في المواقف المختلفة. وفي كل حالة يكون الهدف مساعدة الطالب على بناء أنموذج ذهني مفيد كجزء من هذا العالم ،وإتاحة الفرصة لاختباره بشكل فعال وتقسم المحاكاة إلى أربعة أنماط رئيسية هي **المحاكاة الطبيعة (physical simulation)،المحاكاة الإجرائية (procedural simulation)،محاكاة المواقف (situation simulation) و محاكاة العمليات(operational simulation)** [٦].

تتميز المحاكاة بثلاث فوائد رئيسية تتمثل في **الدافعية (Motivation)،انتقال التعلم (Learning Transfer) و الكفاءة (Efficiency)** [٧].، أما عناصر المحاكاة فتتمثل في ثلاثة عناصر رئيسية هي **المقدمة ، العروض والتفاعلات ، أعمال التشبيه** [٨].ويبين الشكل رقم(١) الترتيب الأساسي لأي محاكاة حاسوبية.



شكل رقم (١) سير المحاكاة وبنيتها العامة [٧]

تم إجراء العديد من الدراسات والبحوث حول فاعلية استخدام أسلوب المحاكاة وندرج هنا بعض من هذه الدراسات:-

- **دراسة C.Wilkins and P.L.odell :-** أجريت هذه الدراسة في جامعة (Baylor) في الولايات المتحدة الأمريكية عام (١٩٩٨) تحت عنوان "استخدام المحاكاة بالحاسوب لتحليل استراتيجيات التعليم" وهدفت الدراسة إلى اقتراح مجال تطبيق يسهل تحليله بالمحاكاة ،إذ تستخدم الدراسة بعض النتائج العملية لتطوير برنامج محاكاة لاختبار وتحليل استراتيجيات التعليم ،وبما أن نتائج الاختبار ستكون متنوعة لذا فأن الدراسة اقترحت أسلوب لتتبع هذه النتائج وتحليلها وبالتالي تقويم استراتيجيات التعليم في الواقع العملي بشكل دقيق[٩].
- **دراسة S.Pekarek and T.Skvarenina :-** أجريت هذه الدراسة في جامعة (Missouri-Rolla) في الولايات المتحدة الأمريكية عام (١٩٩٨) تحت عنوان "لغة محاكاة متقدمة /النمذجة التخطيطية لمكونات نظام القدرة الكهربائية لاستخدامها كنماذج تعليمية" ، قدمت الدراسة نماذج لمنظومة قدرة كهربائية بطريقة المحاكاة إذ تم بناء نماذج المحاكاة باستخدام لغة محاكاة متقدمة/النمذجة التخطيطية (ACSL/GM) من خلال الأشكال المرئية لاستخدامها لأغراض تعليمية لطلبة الدراسات العليا والدراسات الأولية في موضوع هندسة القدرة الكهربائية[١٠].
- **دراسة D.Ruiz et al. :-** أجريت هذه الدراسة في المكسيك عام (١٩٩٩) تحت عنوان "مختبر لمحاكاة وتدريس نظم القدرة الكهربائية" ، هدفت الدراسة إلى تصميم وتنفيذ برنامج حاسوبي لتدريس مادة نظم القدرة الكهربائية لتحسين استيعاب الطلبة للمادة واشتملت الدراسة على مجموعة من الوحدات التعليمية ، توصلت الدراسة إلى أنه باستخدام أسلوب المحاكاة أمكن إجراء بعض التجارب التي يصعب أجراؤها مختبريا" وبالأخص الظواهر العابرة في الدوائر الكهربائية[١١].
- **دراسة الرفاعي :-** أجريت هذه الدراسة في الجامعة التكنولوجية في العراق – قسم التعليم التكنولوجي عام (٢٠٠٠) تحت عنوان "تصميم برنامج تعليمي لدراسة سريان الحمل في منظومات القدرة الكهربائية" ، هدفت الدراسة إلى تصميم برنامج تعليمي حاسوبي لتزويد الفئة المستفيدة المتمثلة بطلبة المرحلة الرابعة تخصص الهندسة الكهربائية وطلبة الدراسات العليا تخصص هندسة القوى بمعلومات عن كيفية تحليل منظومات القدرة باستخدام طريقة المحاكاة والتي تم بناؤها بالاعتماد على أنموذج أليس وستيفن (Alessi and Stephen)[١٢].
- **دراسة الخزرجي :-** أجريت هذه الدراسة في هيئة التعليم التقني – المعهد التقني في المسيب عام (٢٠٠٢م) تحت عنوان "تصميم برنامج تدريبي حاسبي وفقا لأنموذج أليس و ستيفن لدراسة أستقرارية القدرة"، أبرزت الدراسة المعطيات والمكاسب التي يمكن أن يوفرها الحاسوب في التدريب والتعليم الفعال من خلال ما يمتلكه الحاسوب من خصائص ومميزات تكنولوجية عديدة وخصوصا عندما تعتمد على نماذج عالمية وتجرب فاعليتها مثل أنموذج أليس وستيفن (Alessi and Stephen) لأعداد برامج محاكاة تعليمية إذ تم استخدامه في هذه الدراسة لتدريس مواضيع أساسية في مجال الهندسة الكهربائية [١٣].
- **دراسة ايشو:-** أجريت هذه الدراسة في الجامعة التكنولوجية في العراق – قسم التعليم التكنولوجي عام (٢٠٠٤) تحت عنوان " برنامج_حاسوبي تدريبي لتحليل الأعطال الآنية"، هدفت الدراسة إلى تصميم برنامج حاسوبي هندسي وبنائه لتحليل الأعطال الآنية وكذلك برنامج حاسوبي تعليمي لتطوير مهارات الطلبة والمهندسين ، وقد تم استخدام لغتي البرمجة البرولوك و الفجوال بيسك وبعض البرامج الجاهزة كبرنامج (Paint) للمساعدة في عرض الرسوم والمخططات اللازمة ، أستخدم أنموذج أليس وستيفن كأنموذج للمحاكاة في بناء البرنامج الحاسوبي ، توصلت الدراسة إلى أن استخدام أنموذج أليس وستيفن وتطبيقه في البرامج الحاسوبية حقق ترابطا بين المعلومات الهندسية والتعليمية بشكل كفوء جدا[١٤].

مراحل إجراء البحث:

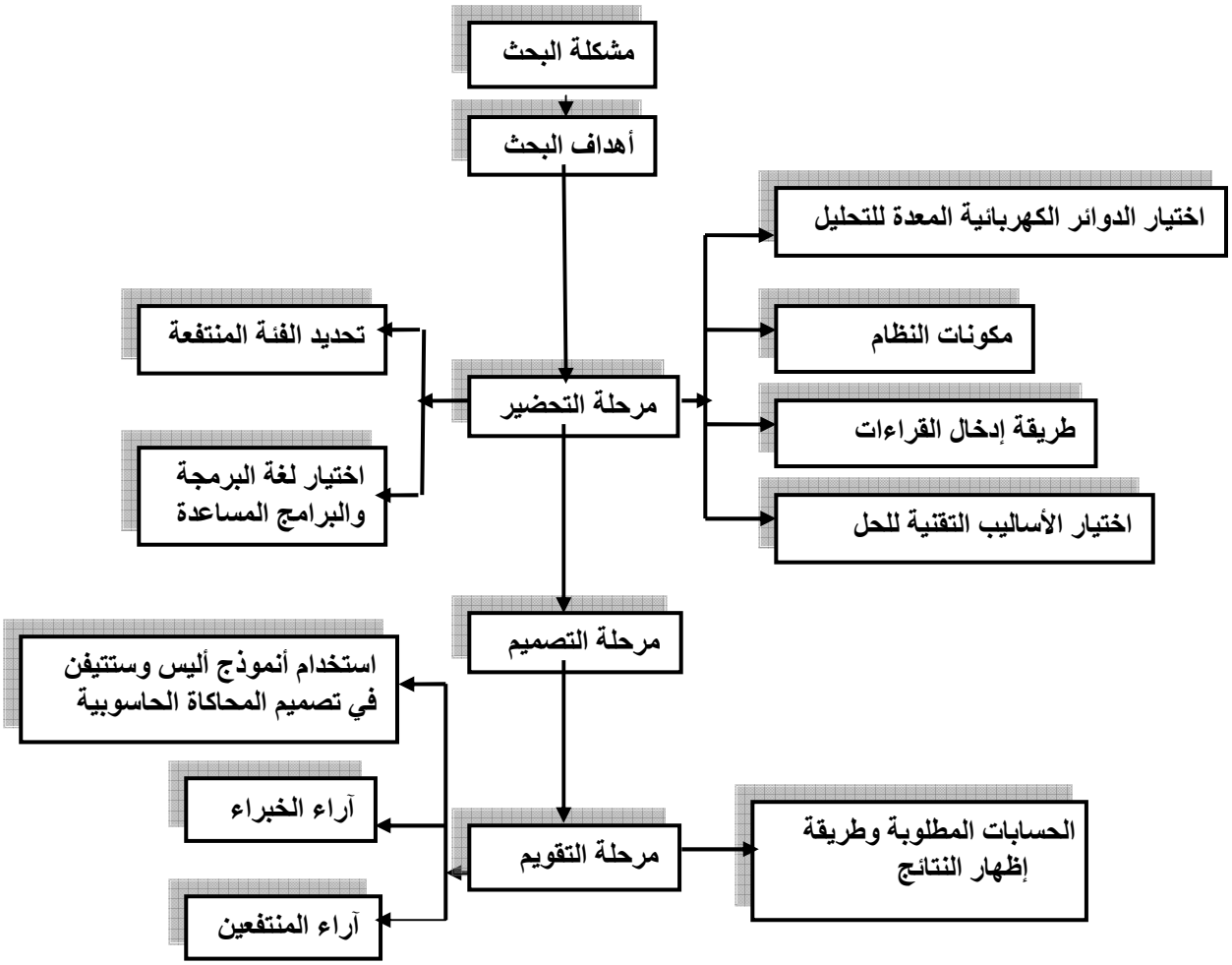
لتحقيق أهداف البحث قام الباحث بأعداد حقيبة برامجيات حاسوبية لمحاكاة استخدام نظريات تحليل الدوائر الكهربائية باستخدام لغة البيسك المرئي والبرنامج الجاهز (Paint) حيث تمتاز لغة البيسك المرئي بفاعلية حل المشاكل العلمية وأجراء التحليلات الرياضية المعقدة، ويوضح الشكل رقم(٢) المخطط الانسيابي لإجراءات البحث.

- **مرحلة تحضير مستلزمات البرنامج:**- تضمنت هذه المرحلة ما يأتي:-

١- **تحديد المشكلة:-** والتي حددت بكيفية توظيف أسلوب المحاكاة في استخدام نظريات تحليل الدوائر الكهربائية وذلك لتدعيم المعلومات النظرية التي يتلقاها الطلبة بممارسات تطبيقية من خلال استخدامهم لحقيبة البرامجيات المقترحة.

ب - تحديد الفئة المنتفعة:- تم تحديد الفئة المنتفعة بطلبة المرحلة الأولى في أقسام الكهرباء في معاهد هيئة التعليم التقني.

ج - اختيار الدوائر الكهربائية المعدة للتحليل:- لقد وقع اختيار الباحث على (١٥) دائرة كهربائية تم انتقاءها من مصادر علمية معتمدة [١،١٥،١٦]، بواقع ثلاث دوائر لكل نظرية من نظريات تحليل الدوائر الكهربائية صنفت في ثلاثة مستويات وبواقع دائرة كهربائية في كل مستوى من المستويات الثلاثة تدرجت في مستوياتها من البسيط إلى المعقد طبقا لمحتويات كل دائرة وعدد الأماكن المفترضة للحمل(Load).



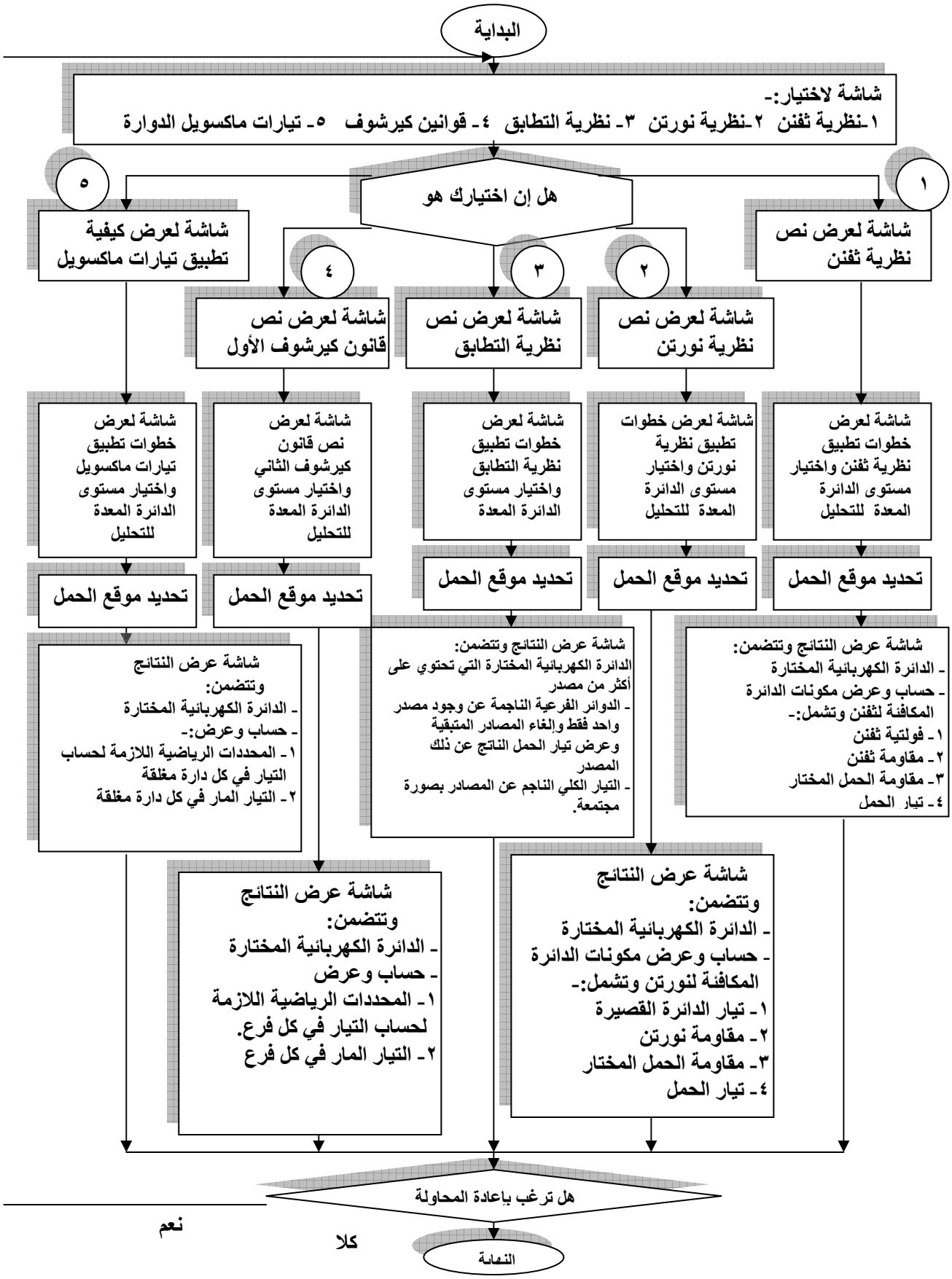
شكل رقم(٢) مخطط مراحل إجراء البحث

- **مرحلة تصميم وتنفيذ حقيبة البرامجيات:-** تم اختيار أنموذج أليس وستيفن كأنموذج لمحاكاة استخدام نظريات وقوانين تحليل الدوائر الكهربائية،حيث مرت عملية المحاكاة طبقا لهذا الأنموذج بمراحل عديدة هي:-

أ- **القسم التمهيدي:-** شمل هذا القسم عرضا" لأهداف حقيبة البرامجيات المقترحة وتحديد الفئة المنتفعة منها

ب- **تقديم السيناريو:-** و شمل هذا الجزء ما يأتي :-

- العروض الحركية والصور:- وظف الباحث العديد من أساليب الحركة واختيار الألوان المناسبة في عرض الدوائر الكهربائية المعدة للتحليل وطريقة إظهار النتائج لتوضيح الفكرة وجلب انتباه الطالب وجعل برنامج المحاكاة أكثر فاعلية وحيوية وللتخلص من حالة الملل التي قد تنتاب الطالب أثناء استخدام حقيبة البرامجيات المقترحة.
- عرض المعلومات العلمية:- وتتضمن المعلومات والنتائج الوسطية التي تظهر للمستخدم أثناء عملية التحليل.

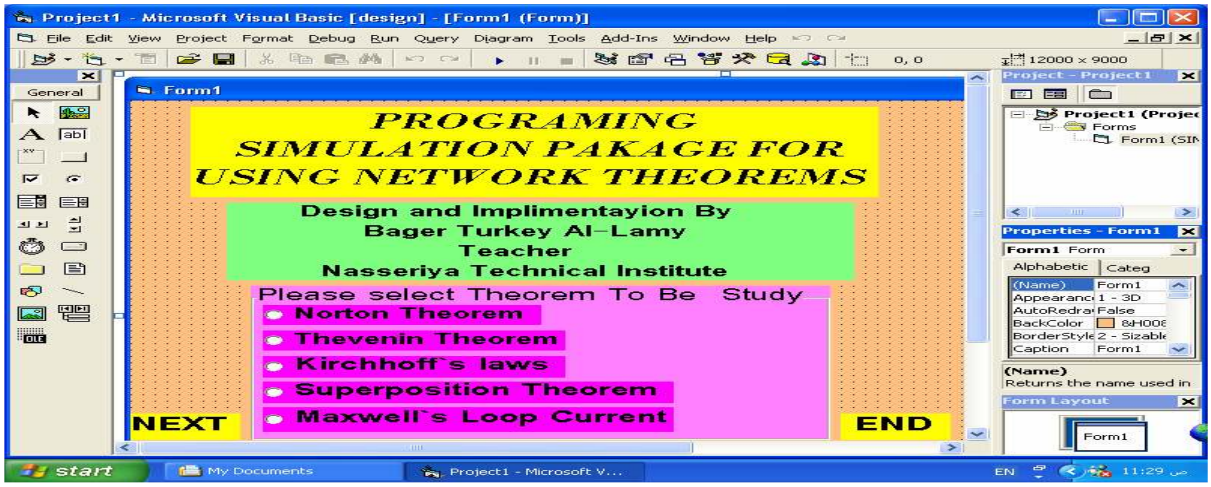


شكل رقم (٣) المخطط الانسيابي لحقيبة المحاكاة الحاسوبية

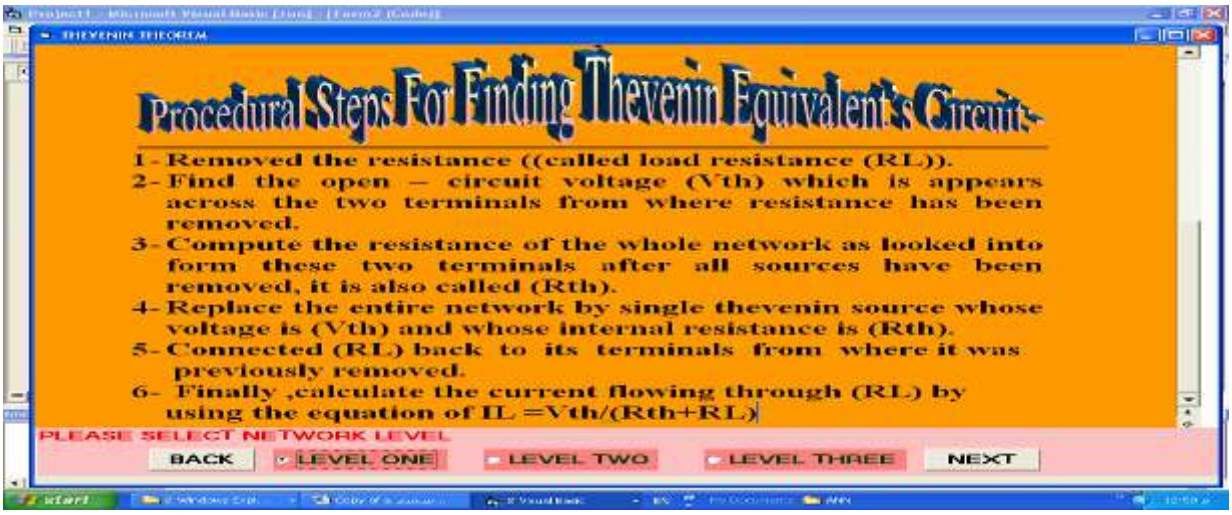
ج – العمل المطلوب:- ويتمثل في التعليمات التي يتبعها المستخدم لاختيار مستوى الدائرة الكهربائية التي يرغب بتحليلها وكيفية التوصل إلى نتائج التحليل .

د – عمل المستخدم:– إن جهاز الفأرة(Mouse) يمكن المستخدم من الانتقال بين فقرات البرامج الحاسوبية لحقيبة المحاكاة وتنفيذ التعليمات وكيفية الوصول إلى نتائج التحليل.

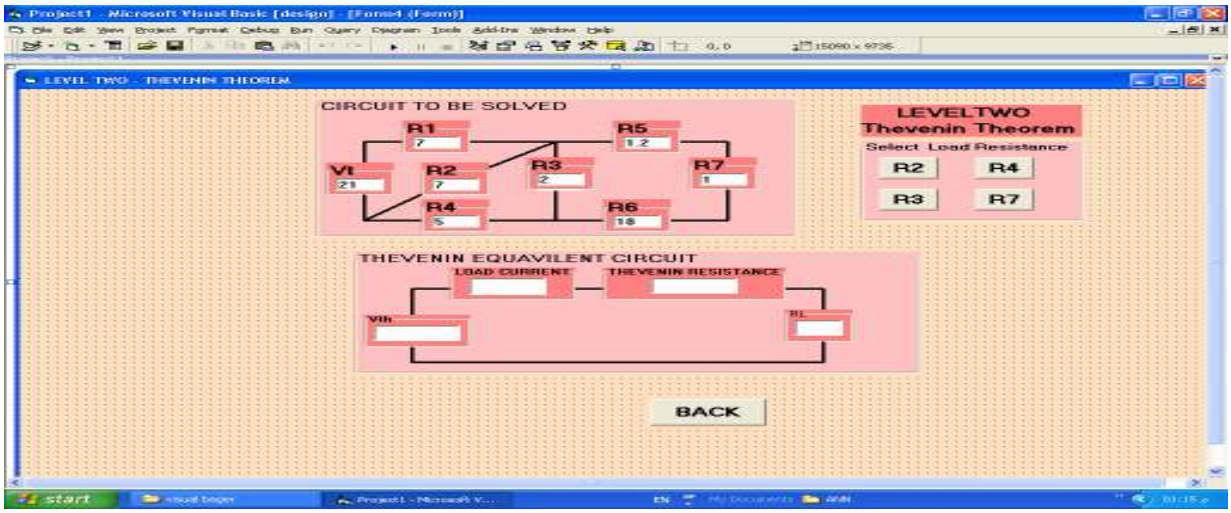
هـ – تجديد المحاكاة:– أسلوب البرمجة المختار يمكن المستخدم من تجديد عملية التنفيذ أو الخروج من البرنامج .



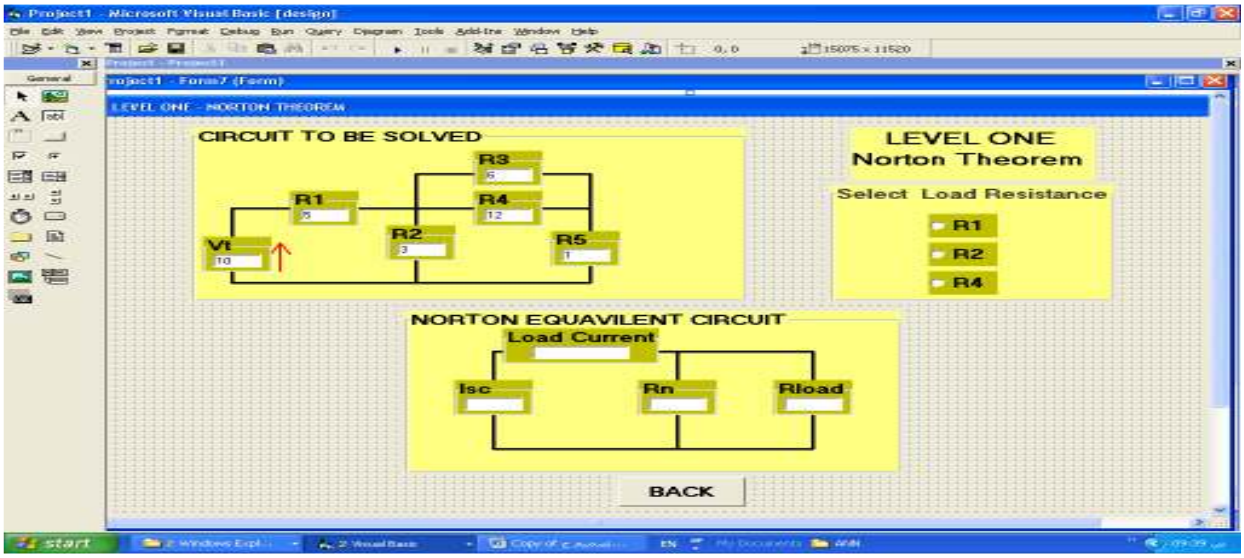
شاشة الواجهة الأمامية لحقيبة المحاكاة



شاشة لعرض خطوات تطبيق نظرية ثفنن واختيار مستوى الدائرة المطلوب محاكاتها



شاشة محاكاة المستوى الثاني لنظرية ثفنن



شاشة محاكاة دائرة المستوى الأول لنظرية نورتن

مرحلة التقويم :- لغرض التحقق من أن حقيبة المحاكاة تسير باتجاه تحقيق الأهداف المحددة للبحث تم القيام بالإجراءات الآتية:-

أولا"- المراجعة النوعية :- وتضمنت :-

- التأكد من سلامة لغة البرمجة مع الأخذ بنظر الاعتبار المستوى العلمي للمنتفعين والمصطلحات التي يستطيعون التعامل معها .
- تدقيق السمات الظاهرية للعروض والتي تضمنت حجم المعلومات المعروضة والابتعاد عن الرسومات أو المعلومات غير الضرورية ومراعاة سهولة الانتقال بين فقرات الحقيبة علاوة على تمكين المنتفعين من الاستمرار أو الرجوع أو الخروج منها.
- مقارنة نتائج المحاكاة مع النتائج النظرية التي تم الحصول عليها من المصادر العلمية.

ثانيا"– التقويم الأولي:– بعد الانتهاء من المراجعة النوعية تم إجراء التقويم الأولي للتعرف على نقاط القوة والضعف إذ تم فحص حقيبة المحاكاة الحاسوبية من خلال قيام عينة تم اختيارها بصورة عشوائية شملت(١٠) من أفراد الفئة المنتفعة بتطبيق البرامج الحاسوبية لحقيبة المحاكاة وتمت متابعة كل منهم عند التطبيق لملاحظة الأخطاء التي يرتكبها ثم تدوين الملاحظات التي يبديها كل متعلم ، وتم تعديل بعض الفقرات بناء" على الملاحظات التي تم الحصول عليها .

ثالثا"– التقويم النهائي:– تعني هذه المرحلة دخول الحقيبة الحاسوبية حيز التطبيق والهدف منه فحص الحقيبة وتقيمها بشكل نهائي بعد إجراء التعديلات الأولية ومتابعة التغير الحاصل في سلوك المتعلمين وتم ذلك من خلال أستبانة أراء ستة من الخبراء (المقصود بالصفة "خبراء" في هذا البحث حصراً ، هم بعض من السادة التدريسيين في اختصاص الهندسة الكهربائية وعلوم الحاسبات الذين درسوا هذه المادة لأكثر من عام دراسي)، من خلال استمارة استبيان تضمنت (١٠) فقرات لمعرفة آرائهم حول الجوانب التصميمية لحقيبة البرامجيات المقترحة ، علاوة على استبانه آراء عشرة من أفراد الفئة المنتفعة المتمثلة بطلبة المرحلة الأولى في قسم الكهرباء في المعهد التقني/الناصرية من خلال استمارة الاستبانة التي تضمنت (١٠) فقرات لمعرفة مدى الفائدة التي يمكن الحصول عليها من خلال تطبيقهم لحقيبة المحاكاة الحاسوبية التي تضمنها البحث الحالي .

- **السبل الإحصائية :–** لغرض التعرف على أهمية كل فقرة من فقرات استبانة آراء الخبراء والفئة المنتفعة تم اعتماد الوسط الحسابي المرجح كوسيلة إحصائية ،وتم إعطاء وزن خاص لكل إجابة بالاعتماد على مقياس ليكرت(Likert) ذي المقياس الخماسي وكما مبين في الجدول رقم (١).

جدول رقم (١) أوزان الإجابات حسب مقياس ليكرت

الإجابة	كبيرة جدا"	كبيرة	متوسطة	قليلة	قليلة جدا"
الوزن	٥	٤	٣	٢	١

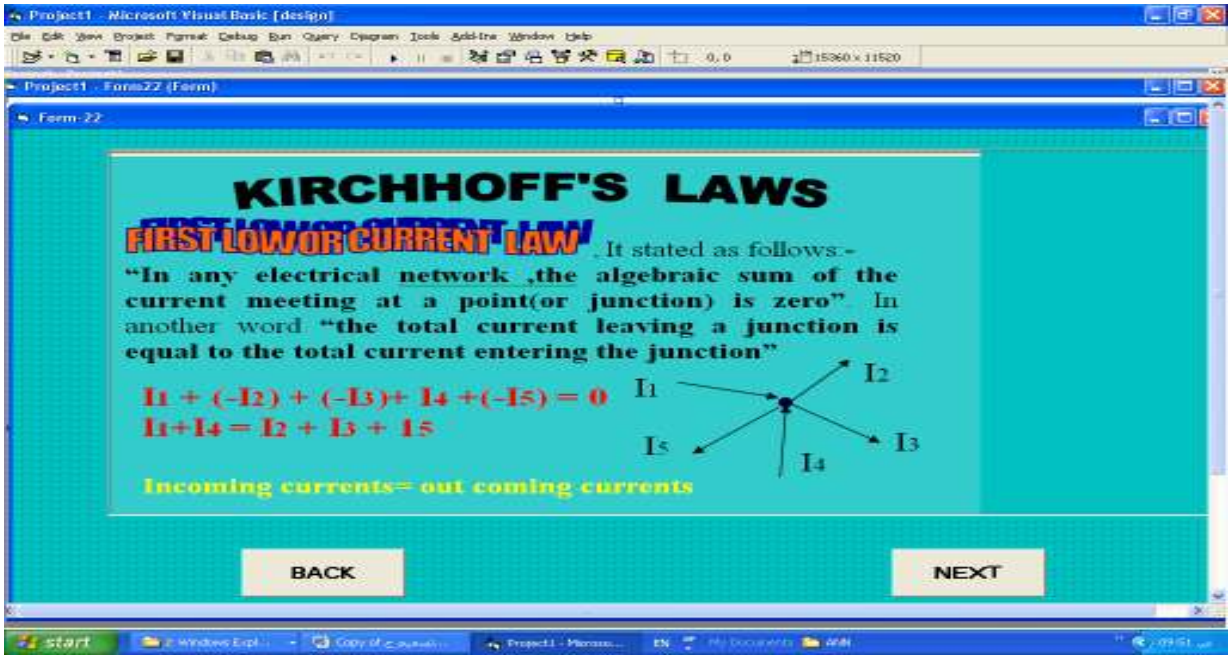
علما إن الوسط الحسابي المرجح يمكن حسابه من القانون الآتي:–[١٧].

$$\text{الوسط الحسابي المرجح} = \frac{ت١*٥ + ت٢*٤ + ت٣*٣ + ت٤*٢ + ت٥*١}{ن}$$

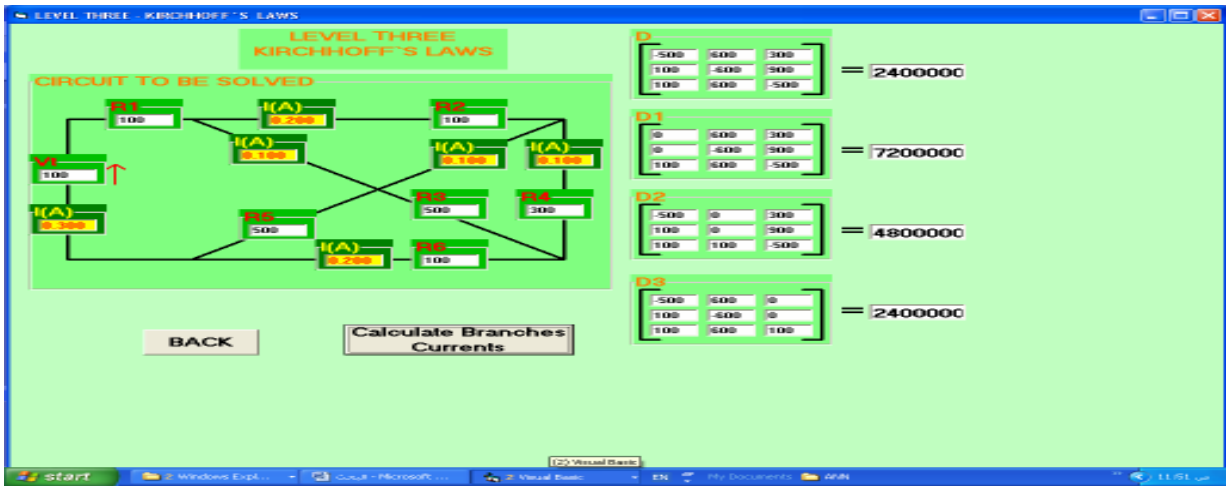
حيث : ت = تكرار الإجابة على فقرة الأستبانة.

ن = عدد المشاركين في الاستبيان.

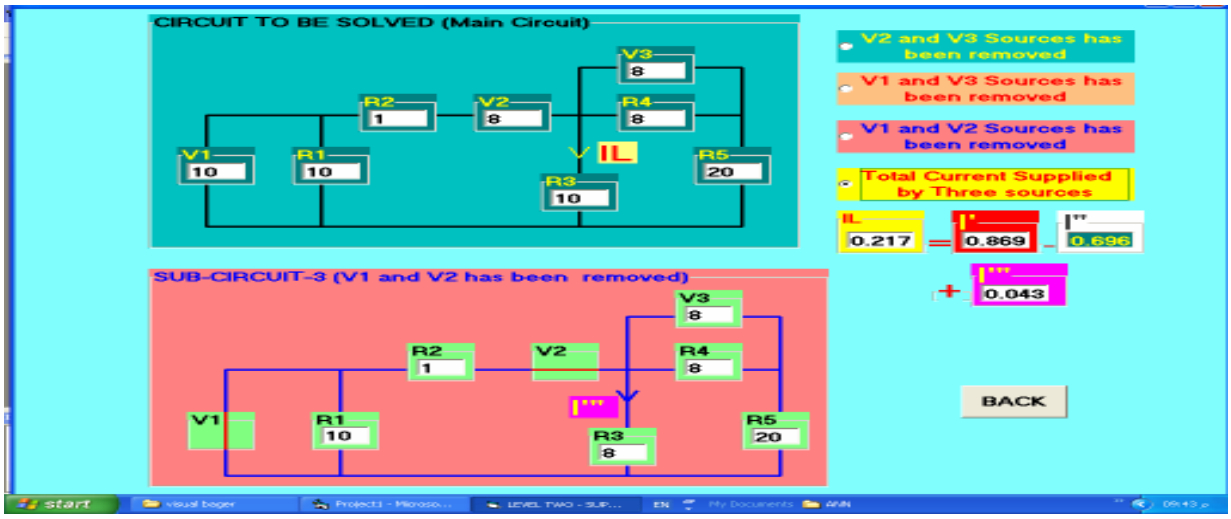
شاشة محاكاة دائرة المستوى الثاني لتيارات ماكسويل الدوارة



شاشة عرض نص القانون الأول لكيرشوف (قانون التيار)



شاشة محاكاة دائرة المستوى الثالث من قوانين كيرشوف



شاشة محاكاة دائرة المستوى الثاني لنظرية التطابق

تحليل النتائج:

١- **النتائج الهندسية:**- تشير النتائج التي أمكن الحصول عليها من عملية المحاكاة ومقارنتها مع النتائج التي أمكن الحصول عليها من المصادر العلمية المعتمدة [١،١٥،١٦]إلى دقة البرامجيات التي تضمنتها حقيبة المحاكاة وكفاءتها في تحليل الدوائر الكهربائية مما يجعل من المحاكاة أداة فعالة في تحليل الدوائر الكهربائية والحصول على نتائج قريبة من النتائج الحقيقية كما أنها تختصر الزمن والجهد اللازمين لدراسة تحليل الدوائر والشبكات الكهربائية مقارنة بأساليب الدراسة التقليدية .

٢- **نتائج استبانة وجهات نظر الخبراء :**- يبين الجدول رقم (٢) قيم الوسط الحسابي المرجح لإجابات السادة الخبراء حول النواحي التصميمية لحقيبة المحاكاة الحاسوبية التي يمكن مناقشتها على النحو الأتي:-

- **المحتوى:**- تبين قيم الوسط الحسابي المرجح للفقرات (١،٢،٤،٧) على أن المحتوى العلمي لحقيبة البرامجيات الحاسوبية كان متسلسلا وواضح الصياغة ، كما إن الدوائر الكهربائية المختارة والمعدة للتحليل كانت كافية وعلى علاقة مباشرة بالموضوع الدراسي المستهدف، وهذا ما أشارت لها تلك القيم والتي كانت على التوالي (٤،٨ و٤،٧ و٤،٩ و٤،٩) .
- **الفاعلية:**- أكد الخبراء على الفاعلية العالية لحقيبة المحاكاة المقترحة في معالجة الفروق الفردية بين المنتفعين وتوفير فرص التعلم الذاتي بدون مساعدة المدرس وأبعادهم عن المواقف المحرجة التي قد يتعرضون لها أثناء الممارسات التعليمية التقليدية علاوة على كونها أداة تساعد المستخدمين لها على التحليل والتفكير والاستنتاج وعاملا مساعدا في معالجة نقاط الضعف لديهم، وهذا ما توضحه قيم المتوسط الحسابي المرجح للفقرات (٣،٥،٨) والتي كانت (٤،٧ و٤،٧ و٤،٩) على التوالي.
- **الأهداف:**- تشير قيم الوسط الحسابي المرجح للفقرات (٦،٧،٩،١٠) والتي كانت (٤،٨و٤،٩ و٤،٨ و٤،٨) على التوالي إلى ارتباط الأهداف السلوكية المزمع تحقيقها بالمحتوى العلمي لحقيبة المحاكاة الحاسوبية ، وهذا يعود إلي دقة تحديد هذه الأهداف والتي بنيت على ضوء حاجات الفئة المنتفعة ، علاوة على وضوح ودقة تلك الأهداف.

٣- **نتائج استبانة وجهات نظر الفئة المنتفعة:-** يبين الجدول رقم (٣) قيم الوسط الحسابي المرجح لإجابات الفئة المنتفعة حول مدى الفائدة التي يحصلون عليه من جراء استخدامهم لحقيبة المحاكاة الحاسوبية التي تضمنها البحث والتي يمكن مناقشتها على النحو الأتي:-

- **المحتوى:-** لقد اتفق المنتفعون على إن المحتوى العلمي لحقيبة المحاكاة الحاسوبية ذا معلومات واضحة ومتسلسلة وذات صياغة لغوية واضحة وبسيطة مما أسهم وبدرجة كبيرة في زيادة تفاعل المستخدمين مع الحقيبة الأمر الذي ساعد على توثيق المعلومات بوضوح في أذهانهم وهذا ما تشير إليه قيم الوسط الحسابي المرجح للفقرات (١،٣،٤،٨) والتي بلغت (٤،٧ و٤،٩ و٤،٧ و٤،٩).
- **الفاعلية:-** تبين قيم الوسط الحسابي المرجح للفقرات (٦،٩،١٠) والتي بلغت (٤،٨ و٤،٧ و٤،٩) على فاعلية حقيبة المحاكاة من حيث التخطيط والإستراتيجية المتبعة التي وظفت مجموعة من الدوائر الكهربائية لزيادة دافعية المتعلمين نحو التفكير و الاستذكار ، كما إن الستراتيجية المتبعة تضمن توفير فرص التعلم لكل المنتفعين مراعية الفروق الفردية من خلال سهولة و حرية التنقل بين مكونات الحقيبة من جهة وترك الخيار أمام المتعلمين لمعالجة نقاط ضعفهم من جهة أخرى.
- **الأهداف:-** أظهرت قيم الوسط الحسابي المرجح للفقرات (٢،٥،٧) من الجدول (٣) والتي بلغت (٤،٩ و٤،٨ و٤،٨) وضوح أهداف حقيبة المحاكاة المقترحة وارتباطها بالمحتوى العلمي وهذا يعزى إلى دقة تحديد الأهداف وفق احتياجات الفئة المنتفعة.

<u>الاستنتاجات:</u>

في ضوء النتائج المستحصلة من البحث وتحليلها توصل الباحث إلى الاستنتاجات آلاتية:-

١- إن استخدام أسلوب المحاكاة كأساس للتحليل يعطي نتائج علمية ثابتة وقريبة من النتائج الحقيقية ويختصر الزمن والجهد اللازمين لدراسة نظريات وقوانين تحليل الدوائر الكهربائية .

٢- إن اعتماد تدريس المفاهيم الهندسية على أسس ومعايير تنظيم العلاقة بين المادة النظرية والفعاليات التطبيقية حقق تكامل معرفي بين الأسس النظرية وسبل تنفيذها.

٣- توفر حقيبة المحاكاة المقترحة حرية اختيار البيانات والمعطيات المتمثلة بعناصر الدائرة المكافئة لكل من نظريتي ثفنن ونورتن وتيارات الفروع والدارات المحللة باستخدام قانوني كيرشوف وتيارات ماكسويل الدوارة علاوة على تطبيق نظرية التطابق.

٤- إن استخدام منهجية النظم (أنموذج أليس و ستيفن) كأسلوب في التفكير والتنظيم والعمل في إعداد البحث قد ساهم في تحقيق الترابط بين جوانب البحث المختلفة بشكل متكامل ومترابط.

٥- إن حقيبة المحاكاة الحاسوبية المقترحة تسهل عملية تدريس مادة الدوائر والقياسات الكهربائية وذلك بترسيخ مفاهيم نظريات وقوانين تحليل الدوائر الكهربائية في ذهن الطالب من خلال تحقيق مشاهدة قريبة من الحقيقة ومحاكاة وتحليل الدوائر الكهربائية لخصائص تلك الدوائر مما يسهل على الطالب إدراكها بشكل واضح.

٦- يمكن ببساطة تعديل برامجيات حقيبة المحاكاة الحاسوبية لتشمل مواضيع أخرى من مواضيع مادة الدوائر والقياسات الكهربائية نظرا" للمرونة الكبيرة التي تتمتع بها.

٧- فاعلية أسلوب المحاكاة في تذليل صعوبة فهم مواضيع الهندسة الكهربائية كونها توفر الأجواء التي تساعد المستخدم على تصور سلوك الشبكات الكهربائية الأمر الذي لايمكن تصوره أو مشاهدته بدونها.

التوصيات:

اعتمادا" على النتائج المستحصلة من البحث يوصي الباحث بما يأتي:-

١- ضرورة إجراء تكامل معرفي بين التدريس النظري وتطبيق المفاهيم النظرية في جميع مواد الهندسة الكهربائية من خلال استخدام المحاكاة كأسلوب تعليمي متطور.

٢- الاهتمام بتعليم الطلبة المبادئ العلمية للنمذجة (Modeling) باعتبارها الأساس الذي تبنى عليه المحاكاة.

٣- إمكانية استخدام حقيبة المحاكاة الحاسوبية التي تضمنها البحث الحالي خلال محاضرة التدريس النظري لأغراض الإيضاح ولإجراء المزيد من التطبيقات.

ت	الفقرات	الوسط المرجح
١	إن تعليمات استخدام حقيبة المحاكاة تميزت بالوضوح والشمول .	٤،٨
٢	المعلومات والمفاهيم المعروضة كانت صحيحة من الناحية العلمية.	٤،٧
٣	مدى ارتباط المحتوى العلمي بأهداف البرنامج.	٤،٧
٤	كان المحتوى العلمي للحقيبة متسلسلا ولغة صياغته واضحة.	٤،٩
٥	كانت فعاليات حقيبة المحاكاة كافية لتحقيق الأهداف السلوكية المحددة.	٤،٧
٦	إمكانية استخدام حقيبة المحاكاة من قبل المستخدم بدون الاعتماد على المصمم.	٤،٨
٧	كانت المعلومات المعروضة من خلال الحقيبة تتناسب ومستوى الفئة المنتفعة.	٤،٩
٨	وفرت حقيبة المحاكاة فرص متساوية للتعلم مراعية الفروق الفردية بين المتعلمين.	٤،٩
٩	ساهمت حقيبة المحاكاة في تقليل الجهد والوقت اللازمين لتوضيح مفاهيم المحتوى العلمي.	٤،٨
١٠	كان تصميم شاشات العرض مناسبا من حيث كثافة المعلومات والألوان المستخدمة.	٤،٨

جدول رقم (٢) نتائج استبانة آراء الخبراء

جدول رقم (٣) نتائج استبانة آراء الفئة المنتفعة

ت	الفقرات	الوسط المرجح
١	المفاهيم العلمية المعروضة من خلال حقيبة المحاكاة كانت واضحة.	٤،٧
٢	كفاية المحتوى العلمي لتحقيق الأهداف السلوكية المحددة.	٤،٩
٣	كثافة المعلومات المعروضة من خلال شاشة الحاسوب كانت مناسبة.	٤،٩
٤	سهولة التنقل بين شاشات حقيبة المحاكاة الحاسوبية كانت مناسبة.	٤،٧
٥	ساعدت حقيبة المحاكاة على فهم أسس تحليل الدوائر الكهربائية.	٤،٨
٦	ساهمت حقيبة المحاكاة في تقليل الجهد والوقت اللازمين لتوضيح مفاهيم المحتوى العلمي.	٤،٨
٧	أسهمت حقيبة المحاكاة في زيادة رغبتك نحو التعلم.	٤،٨
٨	كانت المعلومات المعروضة من خلال الحقيبة تتناسب ومستوى المستخدمين.	٤،٩
٩	يتيح أسلوب البرمجة المختار الحرية الكافية في اختيار ما تحتاجه من معلومات.	٤،٧
١٠	وفرت حقيبة المحاكاة فرص متساوية للتعلم مراعية الفروق الفردية بين المتعلمين.	٤،٩

المصادر :

1- THERAJA,B.L , " *A text Book of Electrical Technology* " , Nirja Construction & Development Co. , New Delhi,1985.

٢- المشهداني،محمد خلف مسعود،"*نمذجة ومحاكاة محركات التيار المستمر ذات المغناطيس الدائم*"،رسالة ماجستير،قسم التعليم التكنولوجي،الجامعة التكنولوجية،بغداد،2006م.

3-Thompson ,Ray H,"*Systematic Design of Instruction*",http://itsinfo.tambl edu./workshop/handouts pdf-handouts addie-pdf, 2006.

٤- الأوسي ، أسعد عبد المجيد وآخرون،"*الدوائر والقياسات الكهربائية*"، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، هيئة التعليم التقني،١٩٩١.

٥- خضر،محمد زكي محمد والنعمة،مظفر أنور،" *مبادئ الهندسة الكهربائية*"،وزارة التعليم العالي والبحث العلمي،جامعة الموصل،١٩٨١.

٦- صيوان،عمار علوان،"*برنامج حاسوبي لتصميم منظومات تدفئة البنايات بالطاقة الشمسية*"،رسالة ماجستير ،قسم التعليم التكنولوجي،الجامعة التكنولوجية،بغداد،٢٠٠٠م.

7- Alessi,M. Stephen and M, Stanley,"*Computer Based Instruction Method and Development*", Premtice-Hall,Inc. Cliffs,UK,1985.

8- Paul, G.Waston,"*Using the Computer in Education*", Mc Graw-Hill press, 1978.

9- Willkins, C. and odell, P.L.,"Using Computer Simulation for Analyzing Educational Strategies", *Mathermatical Computer Modelling*, Vol.27, No.1, GB, 1998.

10- Pekarek, S.D and Skvarenina, T.L, ,"ACSL/Graphic Modeler Component Models for Electric Power Education", *IEEE Transaction on Engineering Education, Special CD-Rom Edition*, November, 1998.

11- Ruize, D. et.. al,"Teaching and Research Laboratory Simulation of Electric Power System", *29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, November 10-13*, 2008, San Juan, Puerto Rico.

١٢- الرفاعي، سمير إبراهيم عبود،"تصميم برنامج تعليمي لدراسة سريان الحمل في منظومات القدرة الكهربائية"، رسالة ماجستير ، قسم التعليم التكنولوجي ، الجامعة التكنولوجية ، بغداد ،2006م.

١٣- الخزرجي، مجلي نعمة حواس ،"تصميم برنامج تدريبي وفقا لأنموذج أليس وستيفن لدراسة استقرارية منظومة القدرة"،مجلة التقني ، المجلد الخامس عشر، العدد ١٠٦، ٢٠٠٢م.

١٤- أيشو، أدمون أبلحد ،" برنامج حاسوبي تدريبي لتحليل الأعطال الآنية"، رسالة ماجستير ، قسم التعليم التكنولوجي ، الجامعة التكنولوجية ، بغداد ،2007م.

15-Boylestad, Robert, L.,"*Introductory Circuit Analysis*", A Bell & Howell Company, U.S.A, 1982.

16-Smith, Mckenzie and Hosie, K.T.,"*Basic Electrical Engineering Science*", Longman Group Limited, London, 1980.

١٧- فيركسون ،جورج أي،"التحليل الإحصائي في التربية وعلم النفس"،ترجمة هناء محسن العكيلي ، بغداد ،دار الحكمة للطباعة والنشر،١٩٩١.