

تَوْبِلُ الْعَرَادِيَّةِ الْمُنْجَدِيَّةِ

Simulation of Continuous systems or digital computers

هو أحد أسلوب الاستمرار في تدريس الحاسوبات التناهائية في مناهج الهندسة الكهربائية في الجامعات المختلفة . إلا أن هناك تحديات في عمل وأمكانيات الحاسوبات التناهائية وبالاخص عند القيام بعمليات متقدمة logic Operations كما ان دقتها الحسابية اضافة لعلم احتواها على ذاكرة Memory محدودة .

لقد تم استخدام الحاسوبات الهجينة Hybrid computers في نهاية الخمسينيات وبداية السبعينيات من هذا القرن، مما طور عمل الحاسوبات التناطيرية وأعطها إمكانية إجراء العمليات المخطية التي تقوم بها الحاسوبات الرقمية. تستطيع الحاسوبات التناطيرية القيام بتمثيل الأنظمة بسرعة كبيرة. أما الحاسوبات الرقمية الأولى فقد كانت ابطة في هذدا الصنمار من الحاسوبات التناطيرية نظراً لقيام الأولى بالعمل خطوة خطوة وليس بعمليات متعددة بوقت واحد. تتحيز الحاسوبات الرقمية بالمقارنة مع الحاسوبات التناطيرية على عاليه وذاكرة كبيرة لخزن المعلومات. يمكن ان تتم الحاسوبات الهجينة فعلاً عنده اقتسم الحل بين الحاسوبات الرقمية والتناطيرية (1).

الدكتور محمد زكي محمد خضر
مدير حاسبة جامعة الموصل

١ - مقالات

هناك ثلاث طرق لتمثيل الأنظمة المستمرة
وهي التمثيل الناظري analog والقمي digital والهجيني hybrid
تتمثيل الأنظمة مستندة إلى
الحسابات الناظرية Analog computer
السائل بين المغيرات الياضية الخاصة بالمسالة والمتغيرات الفيزيائية (عادة هي
القوىيات)، باستخدام عناصر حساسية تعمل سوية بوقت واحد. وتم بموجة
الحسابية الناظرية بتوصيل مداخل وخارج العناصر الحساسية مسح بعضها
وفي مدخل تمثيل الدائرة بواسطة إسلاك توصيل . إن العنايبات الناظرية
هي حسابات فعلية لحل مسائل تمثيل الأنظمة التي توصف بمعادلات تفاضلية
ومن فوائمها التشابه النام بين ربط العناصر
الحساسية والتركيب الرياضي للمعادلات التي تصف الأنظمة الحقيقية . وهذا
 Differential Equations

يعوي استخدام الحاسيبات الرقمية في مسائل التمثيل على تكامل معادلات State Equations الحالات في حدود زمنية معينة. لذا يتغير المعادلات التفاضلية إلى معادلات جبرية في حل تسييرات في حل تمثيل الانظمة على حساب استخدامات الحاسيبات التناظرية ، الا ان استخدام الحاسيبات التناظرية له مآسيه نظراً للتشابه الكبير بالي مع الانظمة الحقيقية . سنتعرض في هذا المقال الى استخدام الحاسيبات الالكترونية الرقمية في تمثيل الانظمة المستمرة ونحاول وصف بعض اللغات المستخدمة لذلك من امثلة مثل ذلك .

Digital Simulation Languages

2 - لغات التمثيل الرقمي

ان الحل التعاقي والمتسلسل للحاسيبات الرقمية يتطلب ان تتم كافة الاجراءات بشكل متسلسل من قبل الوحدة الحاسوبية بدل العمل بوت واحد كما تقوم الحاسبة التناظرية بذلك . وعلى فرض اعطاء وقت

وستؤخذ هنا كمثال على مثل هذه اللغات . وبصورة عامة تكون المدادات التناضالية التي يجري حلها على الحاسبة الالكترونية عند تثبيل الائتمان

$$\frac{d\chi_i}{dx_i} = - \frac{t}{P} \left(\chi_1 \cdot \chi_2 \cdot \chi_3 \cdots \chi_k \cdot U_1(t) \cdot U_2(t) \cdots U_m(t) \right)$$

وتشمل هذه المادلة عدداً مقداره n من المعادلات التفاضلية الاعتيادية تتحوي التغيرات X_1, X_2, \dots, X_n وحوال الادخال (t) U_1, U_2, \dots, U_m عند حل مثل هذه المعادلات على العاشرية التماطرية، تمثل التغيرات X_1, X_2, \dots, X_n كثوليتيات خارجية من مكاملات Integrators بينما دوال الادخال X_1, X_2, \dots, X_n كثوليتيات معتمدة على الزمن t . تحسب الدوال المختلفة f_i بصورة مستمرة باستخدام جهاز الضرب Function Generators على الالة التماطرية او مولدات الدوال Multiplier.

ومضخات الجمع Summing Amplifiers . وتنسم متكاملة الدوائر Analog Integrators بصورة مستقرة بالكاملاط التناطرية Negative Feedback . اما التصرف المتحرك او الاستجابة المترددة Frequency Response للحسابات Dynamic Response لرقعية فيعتمد على الزمن المطابق لكل العمليات الرقمية وكيف تقوم بهذه العمليات بجعل مثل هذه المعادلات .

هناك عامل مهم يبرز في الحسابات الرقيبة الا وهو الفترة الزمنية time interval المستخدمة في التكامل Integral numerical integration

للمعادلات كما يعتمد الناتج على الخوارزم algorithm المستخدم في مثل هذا التكامل . تعطي بعض لغات تمثيل الانظمة امكانية استخدام خوارزم من ضمن مجموعة من الخوارزميات المتوفرة . ويمكن تحديد الفترة الزمنية للتكامل بناء عاية التكامل نفسها في الخوارزم المستخدم ومن ثم تتيح امكانية تقليل وقت التمثيل وذلك بزيادة الفترة دون ان يتعدى الخطأ المسموح به اثناء جعل . وحيثما تطلب دقة اكبر تضرر الفترة الزمنية المستخدمة .

ان السيطرة على عملية التمثيل يمكن ادخالها في لغات تمثيل الانظمة

كافي للاحاسبات القيمية لنتقوم بعملياتها فان بامكانها الوصول الى نتائج بالدقه المطلوبه في معلم الاحيان . يعتمد تمثيل الانظمة باستخدام الحاسبات الرقمية على اللغة المستخدمة لتمثيل النظام على الحاسوبه . تستطيع بعض لغات التمثيل الرقمي وصف الانظمة التي يمكن وصف تصرفيها بمعدلات تقاضيه فقط . ونستخدم لغات اخرى مخططات كذبيه Block Diagrams لوصف .

الأنظمة ، ينشأ تقابل لغات ثانية وصف الانظمة كعدد من الدول التعليمية المصطلحة مع بعضها البعض كما تقبل بعض لغات التمثيل الرقعي أكثر من طريقة واحدة لوصف الانظمة . وبصورة عامة يمكن Transfer functions

Discrete System Simulation Languages	لغات تمثيل الأنظمة المتموجة
Continuous System Simulation Languages	لغات تمثيل الأنظمة المستمرة
Discrete System Simulation Languages	لغات تمثيل الأنظمة المتموجة

— لفاف تمثيل الازنادمة المستمرة

ظهر في بداية الستينيات عدد من لغات تمثيل الانظمة المستمرة (25) . وللعلماء
تزداد هذه اللغات دون ترتيب وتقسيم فقد قام معهد التسجيل على الحاسوبات
الالكترونية بتشكيل لجنة لوضع اسس لغة تجمع محسنات كل اللغات التي
كانت معروفة وتحسن قواعد اساسية يمكن الاطلاع منها عند البدء بآية لغة
جديدة . وقد تطورت هذه المترحوات وكانت هي الاساس لكانة اللغات التي
 ظهرت فيما بعد . لقد كانت لغة CSMP التي طبقتها شركة IBM
على حاسوبات 360 و 370 و 1130 مـ من اللغات الشائعة التي ظهرت في نهاية
الستينيات وقد استند بعضها على مقتربات الجهة المذكورة اعلاه .

لقد كتبت لغات أخرى باستخدام لغة الماكينة machine language ولد بعض المعموبات عند محاولة تقليلها من حاسبة لآخر . ومن لغات تمثيل الأنظمة المستمرة التي يمكن تقليلها من حاسبة لآخر DARE-P التي كتببت بلغة فورتران ، حيث يمكن تقليلها من حاسبة لآخر بسهولة بتغييرات طفيفة .

الستمرة ضمن جزء المطق logic section	تجهز النظرف الابتدائية initial conditions	في البرنامج . ويمكن في جزء اخر . اما اذا
احتري النموذج Model	على مادلات جذرية ، فيمكن احتواها ضمن جزء النموذج modelling section او ضمن جزء ملحق بجزء النموذج .	
DARE-P	وسيمر على تفاصيل اكتر من ذلك بعد توضيح لغة DARE-P	
4 - لغة DARE-P		
لغرض توضيح تمثيل الاظلة المستمرة سناخد احد الاشلة عليها(3) . وقد اخترنا لغة DARE-P لخواصها المفيدة في قابية النقل من حاسبة لاخرى وسهولة كتابة المسائل بواسطتها واحتوانها على معظم خواص اللغات الاخخرى . ان تسمية هذه اللغة هي المروف الاولى من الكلمات (Differential Analyser - Replacement - Portable)		
وقد تم تطويرها في جامعة ارزنونا بالولايات المتحدة الامريكية . ان كل ما يتطلب استخدام هذه اللغة هو اتقان البرمج للغة فورتران Fortran وتعلم قواعد محدودة لكيفية كتابة الجمل Statements عند تمثيل المسالة . وقد بدأ تعلم ذلك في بعض مراحل الدراسة الجامعية الاولى في قسم من الجامعات .		
يحوى برنامج DARE-P الاعتيادي على ثلاثة اجزاء :		
جزء وصف النموذج Model description وجزء الظاروف الابتدائية Initial Conditions output request		
وينتهي كل جزء من هذه الاجزاء ببيانات تحوى عباره END . وفيما يلي تفصيل هذه الاجزاء .		
1.4 - وصف النموذج :		
يتض وصف النموذج بواسطه فقرات او مقاطع blocks تقوم كل فقرة بأخبار النظام عن شيء مختلف من النموذج . تبدأ كل فقرة ببيانه تبتدئي ، بعلامة الدولار في الحقل الثاني من البطاقة يليها حرف او اكشر يميز الفقرة .		

تدعى المعادلات التفاضلية والجبرية التي تصف الأنظمة بمعادلات الحالة State equations وتدخل في فقرة التفاضل . يرمن لتفاضل
بنقطة تأثير ، تمثل المعادلة dy

$$\frac{dy}{dt} = y + t \quad (2)$$

$$Y = Y + T \quad (3)$$

DARE-P

اما المادلات الجذرية فتكتب كما هي عدا وضع المتغير المعنيد على الجهة
اليسرى كما يمكن لفقرة التفاصيل ان تتحوى قطعاً توضح طريقة الحل
لابحث في البرامج اثنانوية بلغة فورتران ، الا انها
تشبيه البرامج CALL statement و يمكن لبول هذه الفعل ان
يتحقق على اي عدد من جمل فورتران على ان تبنتى بـ
PROCED Procedural segments

روتستری بے ENDPRO

اما الفقرة الشائبة التي تتصف بالمروذ فهي فقرة المقطوع . يمكن لمثل هذه الفقرة ان تتحذف جملة وتفصيلاً وعند ذلك يستعاض عنها بفقرة من البر نامح نفسه تحوي جملة واحدة هي CALL RUN والتي تقوم بحل فقرة TMAX التفضل مرة واحدة على طول الفقرة الزمنية المحددة بازمن

العنصر في جزء المتصروف أو بعديه:
يمكن لفقرة المنطق ان تحتوي على اى جملة فورتران عددا جمل الدالة
FUNCTION *نaming* (*list of parameters*)
END

جزء، وصف النموذج	Initial Condition	Model description	وجزء، الملفوف الابتدائيه output request
------------------	-------------------	-------------------	--

وينتهي كل جزء من هذه الأجزاء ب العلاقة تحوى عباره
تقضى هذه الأجزاء . END وفيها يلي

النمودج: ١٠٤ - وصف **blocks** كل فقرة تتكون من مقطعين أو فقرات متسلسلة يوصلها خط فصل ينبع من المودع . تبدأ كل فقرة ببطاقة يكتبدي، يعلمه الدوالر في الحال الثاني من البطاقة يليها حرف أو أักษر يميز الفقرة.

زمالة (٥) بدراسة وتلقي نموذج العالم هو خلاصة تداخل العوامل الرئيسية

System Library

Functions

منابع دول

وتاولت البيئة والارضام بأسئلتين وستسخن في
يضم النموذج العلاقات بين خمسة متغيرات اساسية هي عدد السكان
(AR) Natural Resources

يضم النموذج العلاقات بين خصائص متغيرات اساسية هي عدد السكان (AR) Natural Resources والمصدر الطبيعي (P) Population

يمكن لمستخدم أن يرجع اليها دون أن يقول بموجبها هو، ومعلم `هستله` المدار هي دوال لاحظيه شاعره الاستخدام . يمكن إيقاف عملية التكامل اثناء الحل في اي لحظة وذلك بواسطه جمله خاصه تبنتي بـ `TERMINATE` فإذا اخذ المتغير الذي يليمي هذه الكلمه مقدارا سالبا اوقف سير الحل فجأة.

الذاعة المستخدم CIAQ (Polution) والتأثير البيئي (POL) له تأثير اضافي على تلوث البيئة.

٢٥ - الفرض من التمهيل:

ان الهدف الرئيسي من هذا المثال هو دراسة استجابة المسوذج للعام لخمسة قيم مختلفة من نسبة الولادات الاعتيادية يجري ادخالها في النموذج

العنوان: **اسلوب التمثيل**
والعشرين.

النحوذ Flow chart

يمين الشكل (١) الخط الاسبابي الخطاب

التحول للعالم، ويتبين فيه اعتماد التغيرات بعضها على البعض. يدل على ذلك

العوامل المؤثرة بين المتغيرات الرئيسية والمستطيلات تشمل التغييرات في الأشكال: **النهايات**

والي هي التغيرات المعتمدة في المدادلات المتصاصية (بمعنى الا

المتحفية بيشلشات مدحية (ممثل معلم الوراثات بـ "الـ")

النفي والرثى بالغيرات الاستثنائية

وفوق ذلك، فإن المدارس الجديدة التي تقام في المدن والبلدات، هي مدارس دار-إيه.

في التسويق . يبيّن ، سيسن ،
تنقض وتجزء 16 معايير جبرية إضافة للمعادلات التفاضلية الخمسة .

DARE-P سناخذ ، النموزج المتحرك
لفرض بيان استخدام اللغة
للهالعالي ككتاب ونحاول حله باستخدام هذه (اللغة ٤) . لقتام ميدور وعدمن

لذا كان تضليل النموذج يعتمد على حل المعادلات التي عددها 21 معادلة

(جبرية او تفاضلية) وابعاد حاولها للنشر المطلوبه . كما يطلب تغيير قيم BR قبل وبعد عام 1980 . فقبل ذلك العام اعتبرت قيمة معدل الولادات هي التغيير الاعتيادي اما بعد ذلك العام فقد خفضت قيمة هذا المعدل على اربعة مراحل وابتعدت على ما كانت عليه في الحالة الخامسة . في المرحلة الاولى اخذت BR على مساري ماهي عليه وفي الشائنة 80/80 وفي الشائنة 40/40 وفي المرحلة الخامسة 20/20 مما كانت عليه قبل عام 1980 وقد حدد العامل U كاملا ضرب لـ BR باخذ 0.1 و 0.8 و 0.6 و 0.4 و 0.2 و 0.0 على التوالي .

4.5 - وصف البرنامجه :

يتكون البرنامج ثلاثة اجزاء :

الجزء الاول هو جزء وصف النموذج يتبعه بقية التفاضل المبينة في الشكل (2) . وهذه المقدار تتبعه D1 وتحوى سدى وعشرين مادله يتبعها خمسة مادلات تفاضلية وستة عشر مادلة جبرية . أما المعادلات التفاضلية فهي المبنية بـ P و CL و POL و AR و CIAF . يعقب المعادلات الابدي والمشرين قطعة لا يجاد قيمه U . تتبعه هذه القطعة بمقدار PROCED يعقبها الرمز الملاوب (ايجاد قيمته ، تعقبه اشارة مساواه المغيرات هي الزمن T و TM الذي هو العام 1980 ومتغير اخر في نفسة المطابق .

ان الجمل داخل القطعة التي تحسب فيها U كلها بلغة فورتران

وتنتهي بجملة ENDPRO .
تاي فقرة الفاضل فقرة المطابق وهي مكتوبة بلغة فورتران ايضا . وقد وضع فيها دارة نفذ DO LOOP لفرض اعادة الحل خمس مرات في كل حالة تعطي قيمة جديدة لـ BRR ومناك ثلاث جمل استدعاء احداثها للمودة الى الظروf الابتدائية CALL RESET والآخر لاحتفاظ بالنتائج CALL SAVE والثالثة لحل المعادلات للفترة المطلوبة CALL RUN اما الفقرة الثالثة

الواجب ادانتها في هذا النموذج فهبة الجداول ٣ وهذه الجداول هي عباره عن قيم نقاط على المنحنيات التي تربط مختلف اجزاء النموذج بعضها . ففي

النحوذ هناك علاقة غير خطية مشابهة بالمخنثات المبللة في الشكل (3) وتدخل هذه المخنثات بشكل جداول، بينما الشكل (2 ب) آخرها QLP

والذي ينتهي جزءاً، وصف النموذج مما يستوجب جملة نهاية
امال الجزء الثاني من البرنامج فهو جزء المظروف الإبتدائية . وقد أعطيت
فيه قيم 28 ثابت او قيمة ابتدائية لتفصيل . ويلاحظ ان هناك بعض الشواهد
الم الخاصة بالنظام مثل عدد النقاط المحسوبة NPOINT والزمن الكلي
التابع = 200 (بالسنوات) و TM (سنة 1980) ادخالت على اعتبار ان
END

العمل يبدأ من عام 1900 (وكمدا)
اما الجزء الثالث من البرنامج فهو جزء طلاب النتائج ويحوي جنلا لطلب
رسمل منختيات باستخدام جهاز الطبع تبتدى بـ PLOT وجملة لطلب رسم
منختيات باستخدام جهاز الرسم تبتدى بـ GRAPH

٥٠٥ — الشاعر

بيان (4) المنهج P موسوماً على جهاز الطبع . بينما تبيّن الاشكال (5) و (6) و (7) و (8) و (9) و (10) و (11) من حيثيات P و POL من دراسة المنحنيات يتضح تأثير التلاعب في نسبة الولادات فيما بعد على منحنيات عدد السكان حيث من البديهي أنّه كلما قات نسبية الولادات كلما كان الوصول إلى الحد الأعلى للسكان في العالم أقرب والآن من تناقض عدد السكان بعد تلك القمة . أما تأثير السيطرة على عدد الامهات من تلوث الولادات فواضحة على تلوث البيئة كما في الشكل (6) . امسا التأثير على استهلاك المصادر الطبيعية او على رأس المال المستخدم فلا يكاد يظهر في لشكنين (7) و (8) . اما نسبة الغذاء ونوعية الحياة كما يتضح من الشكلين (9) و (10) فواضحة التأثير بالولادات وكذلك مستوى الحياة المادية .
اما تعامل تصرف النوزج بهذا الشكل فيمكن الرجوع اليه في المقدار الأخرى حيث ان ذلك شارج عن موضوعنا ، الا انه يمكن الوصول الى نتيجة

شكل ٢١ الجزء الأساس من البرنام

سريريـهـ ان حل مشاكل اعـامـ وانقادـهـ منـ الـاـنهـيـارـ لاـ يـكـنـ فيـ تحـديـ النـسـلـ لـوـحـدـهـ بلـ فيـ قـرـاراتـ وـاجـراءـاتـ سـيـاسـيـةـ وـاـتـصـادـيـةـ باـغـةـ (ـالـعـقـيدـ).

6 - الماقـشـ

لقد تم عرض مقدمة عن لغات تمثيل الانظمة المستمرة على الحاسبة الرقمية . واعطيـت تفاصـيلـ احدـيـ هذهـ الـلـغـاـتـ لـتـوضـيـعـ بعضـ جـوـانـبـ هـذـهـ الـلـغـاـتـ وـبـالـعـمـ مـنـ وجـوـدـ لـغـاـتـ كـثـيرـةـ مشـهـورـةـ الـاـنـ ،ـ الاـنـ (ـالـلـغـاـتـ التيـ اختـتـىـتـ

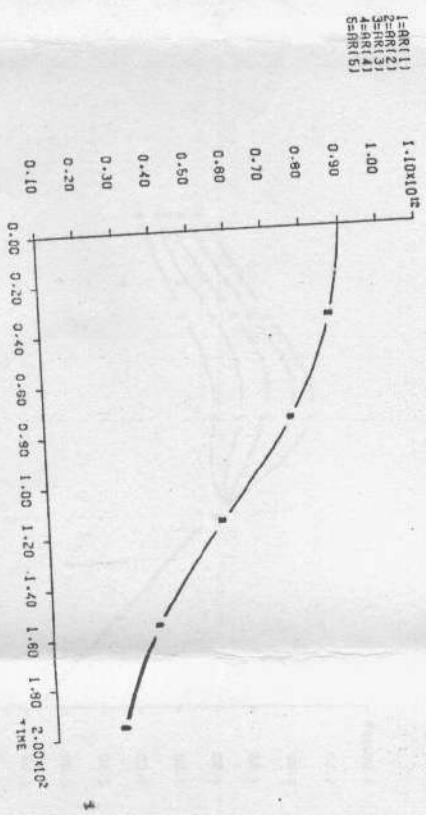
كنـسوـدـجـ DARE-Pـ وهيـ اـحـدـيـ الـلـغـاـتـ التيـ تـصـفـ بـكـثـيرـ منـ مـحـاسـنـ الـلـغـاـتـ .ـ وقدـ تمـ ايـضـاحـ هـذـهـ الـلـغـاـتـ بـعـشـالـ يـعـتـقـدـ بـالـتـصـرـفـ العـرـكـيـ لـنـسـوـدـجـ الـعـالـمـ الـفـتـرـ ماـبـينـ عـامـ 1900ـ وـقـدـ اوـضـعـ تـائـيـرـ تحـديـ النـسـلـ عـلـىـ الـنـسـوـدـجـ وـقـدـ اـخـتـيـرـ هـذـاـ النـسـوـدـجـ نـظـراـ لـتـعـدـ مـغـيـرـاتـهـ وـتـداـخـلـاتـهـ كـثـيرـاـ

واـخـتـيـرـ اـنـ عـاـىـ عـدـدـ مـنـ الـعـلـاقـاتـ الـلـاخـطـيـةـ .ـ وـقـدـ اوـضـعـ هـذـاـ المـاـلـ سـهـوـجـةـ بـرـجـيـهـ لـغـاـتـ تـمـثـيلـ الانـظـمـةـ المـسـتـمـرـةـ وـاـمـكـانـيـاتـ تـطـيـقـهـاـ عـلـىـ اـنـظـمـةـ خـدـيـسـيـةـ وـاـتـصـادـيـةـ وـدـيـمـوـغـرـافـيـةـ وـغـيـرـهاـ مـنـ اـنـظـمـهـ .ـ

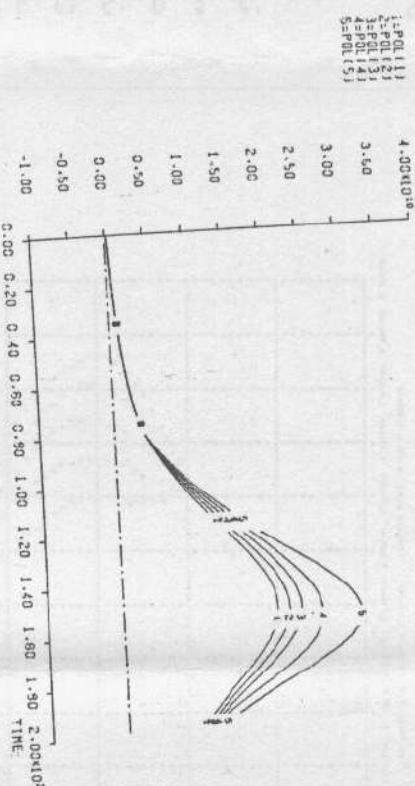
شكل رقم (4) السـكـانـ عـلـىـ جـهـازـ الـطـبـيجـ

1:111
1:112
1:113
1:114
1:115
1:116
1:117
1:118
1:119
1:120
1:121
1:122
1:123
1:124
1:125
1:126
1:127
1:128
1:129
1:130
1:131
1:132
1:133
1:134
1:135
1:136
1:137
1:138
1:139
1:140
1:141
1:142
1:143
1:144
1:145
1:146
1:147
1:148
1:149
1:150
1:151
1:152
1:153
1:154
1:155
1:156
1:157
1:158
1:159
1:160
1:161
1:162
1:163
1:164
1:165
1:166
1:167
1:168
1:169
1:170
1:171
1:172
1:173
1:174
1:175
1:176
1:177
1:178
1:179
1:180
1:181
1:182
1:183
1:184
1:185
1:186
1:187
1:188
1:189
1:190
1:191
1:192
1:193
1:194
1:195
1:196
1:197
1:198
1:199
1:200
1:201
1:202
1:203
1:204
1:205
1:206
1:207
1:208
1:209
1:210
1:211
1:212
1:213
1:214
1:215
1:216
1:217
1:218
1:219
1:220
1:221
1:222
1:223
1:224
1:225
1:226
1:227
1:228
1:229
1:230
1:231
1:232
1:233
1:234
1:235
1:236
1:237
1:238
1:239
1:240
1:241
1:242
1:243
1:244
1:245
1:246
1:247
1:248
1:249
1:250
1:251
1:252
1:253
1:254
1:255
1:256
1:257
1:258
1:259
1:260
1:261
1:262
1:263
1:264
1:265
1:266
1:267
1:268
1:269
1:270
1:271
1:272
1:273
1:274
1:275
1:276
1:277
1:278
1:279
1:280
1:281
1:282
1:283
1:284
1:285
1:286
1:287
1:288
1:289
1:290
1:291
1:292
1:293
1:294
1:295
1:296
1:297
1:298
1:299
1:300
1:301
1:302
1:303
1:304
1:305
1:306
1:307
1:308
1:309
1:310
1:311
1:312
1:313
1:314
1:315
1:316
1:317
1:318
1:319
1:320
1:321
1:322
1:323
1:324
1:325
1:326
1:327
1:328
1:329
1:330
1:331
1:332
1:333
1:334
1:335
1:336
1:337
1:338
1:339
1:340
1:341
1:342
1:343
1:344
1:345
1:346
1:347
1:348
1:349
1:350
1:351
1:352
1:353
1:354
1:355
1:356
1:357
1:358
1:359
1:360
1:361
1:362
1:363
1:364
1:365
1:366
1:367
1:368
1:369
1:370
1:371
1:372
1:373
1:374
1:375
1:376
1:377
1:378
1:379
1:380
1:381
1:382
1:383
1:384
1:385
1:386
1:387
1:388
1:389
1:390
1:391
1:392
1:393
1:394
1:395
1:396
1:397
1:398
1:399
1:400
1:401
1:402
1:403
1:404
1:405
1:406
1:407
1:408
1:409
1:410
1:411
1:412
1:413
1:414
1:415
1:416
1:417
1:418
1:419
1:420
1:421
1:422
1:423
1:424
1:425
1:426
1:427
1:428
1:429
1:430
1:431
1:432
1:433
1:434
1:435
1:436
1:437
1:438
1:439
1:440
1:441
1:442
1:443
1:444
1:445
1:446
1:447
1:448
1:449
1:450
1:451
1:452
1:453
1:454
1:455
1:456
1:457
1:458
1:459
1:460
1:461
1:462
1:463
1:464
1:465
1:466
1:467
1:468
1:469
1:470
1:471
1:472
1:473
1:474
1:475
1:476
1:477
1:478
1:479
1:480
1:481
1:482
1:483
1:484
1:485
1:486
1:487
1:488
1:489
1:490
1:491
1:492
1:493
1:494
1:495
1:496
1:497
1:498
1:499
1:500
1:501
1:502
1:503
1:504
1:505
1:506
1:507
1:508
1:509
1:510
1:511
1:512
1:513
1:514
1:515
1:516
1:517
1:518
1:519
1:520
1:521
1:522
1:523
1:524
1:525
1:526
1:527
1:528
1:529
1:530
1:531
1:532
1:533
1:534
1:535
1:536
1:537
1:538
1:539
1:540
1:541
1:542
1:543
1:544
1:545
1:546
1:547
1:548
1:549
1:550
1:551
1:552
1:553
1:554
1:555
1:556
1:557
1:558
1:559
1:560
1:561
1:562
1:563
1:564
1:565
1:566
1:567
1:568
1:569
1:570
1:571
1:572
1:573
1:574
1:575
1:576
1:577
1:578
1:579
1:580
1:581
1:582
1:583
1:584
1:585
1:586
1:587
1:588
1:589
1:590
1:591
1:592
1:593
1:594
1:595
1:596
1:597
1:598
1:599
1:600
1:601
1:602
1:603
1:604
1:605
1:606
1:607
1:608
1:609
1:610
1:611
1:612
1:613
1:614
1:615
1:616
1:617
1:618
1:619
1:620
1:621
1:622
1:623
1:624
1:625
1:626
1:627
1:628
1:629
1:630
1:631
1:632
1:633
1:634
1:635
1:636
1:637
1:638
1:639
1:640
1:641
1:642
1:643
1:644
1:645
1:646
1:647
1:648
1:649
1:650
1:651
1:652
1:653
1:654
1:655
1:656
1:657
1:658
1:659
1:660
1:661
1:662
1:663
1:664
1:665
1:666
1:667
1:668
1:669
1:670
1:671
1:672
1:673
1:674
1:675
1:676
1:677
1:678
1:679
1:680
1:681
1:682
1:683
1:684
1:685
1:686
1:687
1:688
1:689
1:690
1:691
1:692
1:693
1:694
1:695
1:696
1:697
1:698
1:699
1:700
1:701
1:702
1:703
1:704
1:705
1:706
1:707
1:708
1:709
1:710
1:711
1:712
1:713
1:714
1:715
1:716
1:717
1:718
1:719
1:720
1:721
1:722
1:723
1:724
1:725
1:726
1:727
1:728
1:729
1:730
1:731
1:732
1:733
1:734
1:735
1:736
1:737
1:738
1:739
1:740
1:741
1:742
1:743
1:744
1:745
1:746
1:747
1:748
1:749
1:750
1:751
1:752
1:753
1:754
1:755
1:756
1:757
1:758
1:759
1:760
1:761
1:762
1:763
1:764
1:765
1:766
1:767
1:768
1:769
1:770
1:771
1:772
1:773
1:774
1:775
1:776
1:777
1:778
1:779
1:780
1:781
1:782
1:783
1:784
1:785
1:786
1:787
1:788
1:789
1:790
1:791
1:792
1:793
1:794
1:795
1:796
1:797
1:798
1:799
1:800
1:801
1:802
1:803
1:804
1:805
1:806
1:807
1:808
1:809
1:810
1:811
1:812
1:813
1:814
1:815
1:816
1:817
1:818
1:819
1:820
1:821
1:822
1:823
1:824
1:825
1:826
1:827
1:828
1:829
1:830
1:831
1:832
1:833
1:834
1:835
1:836
1:837
1:838
1:839
1:840
1:841
1:842
1:843
1:844
1:845
1:846
1:847
1:848
1:849
1:850
1:851
1:852
1:853
1:854
1:855
1:856
1:857
1:858
1:859
1:860
1:861
1:862
1:863
1:864
1:865
1:866
1:867
1:868
1:869
1:870
1:871
1:872
1:873
1:874
1:875
1:876
1:877
1:878
1:879
1:880
1:881
1:882
1:883
1:884
1:885
1:886
1:887
1:888
1:889
1:890
1:891
1:892
1:893
1:894
1:895
1:896
1:897
1:898
1:899
1:900
1:901
1:902
1:903
1:904
1:905
1:906
1:907
1:908
1:909
1:910
1:911
1:912
1:913
1:914
1:915
1:916
1:917
1:918
1:919
1:920
1:921
1:922
1:923
1:924
1:925
1:926
1:927
1:928
1:929
1:930
1:931
1:932
1:933
1:934
1:935
1:936
1:937
1:938
1:939
1:940
1:941
1:942
1:943
1:944
1:945
1:946
1:947
1:948
1:949
1:950
1:951
1:952
1:953
1:954
1:955
1:956
1:957
1:958
1:959
1:960
1:961
1:962
1:963
1:964
1:965
1:966
1:967
1:968
1:969
1:970
1:971
1:972
1:973
1:974
1:975
1:976
1:977
1:978
1:979
1:980
1:981
1:982
1:983
1:984
1:985
1:986
1:987
1:988
1:989
1:990
1:991
1:992
1:993
1:994
1:995
1:996
1:997
1:998
1:999
1:1000
1:1001
1:1002
1:1003
1:1004
1:1005
1:1006
1:1007
1:1008
1:1009
1:1010
1:1011
1:1012
1:1013
1:1014
1:1015
1:1016
1:1017
1:1018
1:1019
1:1020
1:1021
1:1022
1:1023
1:1024
1:1025
1:1026
1:1027
1:1028
1:1029
1:1030
1:1031
1:1032
1:1033
1:1034
1:1035
1:1036
1:1037
1:1038
1:1039
1:1040
1:1041
1:1042
1:1043
1:1044
1:1045
1:1046
1:1047
1:1048
1:1049
1:1050
1:1051
1:1052
1:1053
1:1054
1:1055
1:1056
1:1057
1:1058
1:1059
1:1060
1:1061
1:1062
1:1063
1:1064
1:1065
1:1066
1:1067
1:1068
1:1069
1:1070
1:1071
1:1072
1:1073
1:1074
1:1075
1:1076
1:1077
1:1078
1:1079
1:1080
1:1081
1:1082
1:1083
1:1084
1:1085
1:1086
1:1087
1:1088
1:1089
1:1090
1:1091
1:1092
1:1093
1:1094
1:1095
1:1096
1:1097
1:1098
1:1099
1:1100
1:1101
1:1102
1:1103
1:1104
1:1105
1:1106
1:1107
1:1108
1:1109
1:1110
1:1111
1:1112
1:1113
1:1114
1:1115
1:1116
1:1117
1:1118
1:1119
1:1120
1:1121
1:1122
1:1123
1:1124
1:1125
1:1126
1:1127
1:1128
1:1129
1:1130
1:1131
1:1132
1:1133
1:1134
1:1135
1:1136
1:1137
1:1138
1:1139
1:1140
1:1141
1:1142
1:1143
1:1144
1:1145
1:1146
1:1147
1:1148
1:1149
1:1150
1:1151
1:1152
1:1153
1:1154
1:1155
1:1156
1:1157
1:1158
1:1159
1:1160
1:1161
1:1162
1:1163
1:1164
1:1165
1:1166
1:1167
1:1168
1:1169
1:1170
1:1171
1:1172
1:1173
1:1174
1:1175
1:1176
1:1177
1:1178
1:1179
1:1180
1:1181
1:1182
1:1183
1:1184
1:1185
1:1186
1:1187
1:1188
1:1189
1:1190
1:1191
1:1192
1:1193
1:1194
1:1195
1:1196
1:1197
1:1198
1:1199
1:1200
1:1201
1:1202
1:1203
1:1204
1:1205
1:1206
1:1207
1:1208
1:1209
1:1210
1:1211
1:1212
1:1213
1:1214
1:1215
1:1216
1:1217
1:1218
1:1219
1:1220
1:1221
1:1222
1:1223
1:1224
1:1225
1:1226
1:1227
1:1228
1:1229
1:1230
1:1231
1:1232
1:1233
1:1234
1:1235
1:1236
1:1237
1:1238
1:1239
1:1240
1:1241
1:1242
1:1243
1:1244
1:1245
1:1246
1:1247
1:1248
1:1249
1:1250
1:1251
1:1252
1:1253
1:1254
1:1255
1:1256
1:1257
1:1258
1:1259
1:1260
1:1261
1:1262
1:1263
1:1264
1:1265
1:1266
1:1267
1:1268
1:1269
1:1270
1:1271
1:1272
1:1273
1:1274
1:1275
1:1276
1:1277
1:1278
1:1279
1:1280
1:1281
1:1282
1:1283
1:1284
1:1285
1:1286
1:1287
1:1288
1:1289
1:1290
1:1291
1:1292
1:1293
1:1294
1:1295
1:1296
1:1297
1:1298
1:1299
1:1300
1:1301
1:1302
1:1303
1:1304
1:1305
1:1306
1:1307
1:1308
1:1309
1:1310
1:1311
1:1312
1:1313
1:1314
1:1315
1:1316
1:1317
1:1318
1:1319
1:1320
1:1321
1:1322
1:1323
1:1324
1:1325
1:1326
1:1327
1:1328
1:1329
1:1330
1:1331
1:1332
1:1333
1:1334
1:1335
1:1336
1:1337
1:1338
1:1339
1:1340
1:1341
1:1342
1:1343
1:1344
1:1345
1:1346
1:1347
1:1348
1:1349
1:1350
1:1351
1:1352
1:1353
1:1354
1:1355
1:1356
1:1357
1:1358
1:1359
1:1360
1:1361
1:1362
1:1363
1:1364
1:1365
1:1366
1:1367
1:1368
1:1369
1:1370
1:1371
1:1372
1:1373
1:1374
1:1375
1:1376
1:1377
1:1378
1:1379
1:1380
1:1381
1:1382
1:1383
1:1384
1:1385
1:1386
1:1387
1:1388
1:1389
1:1390
1:1391
1:1392
1:1393
1:1394
1:1395
1:1396
1:1397
1:1398
1:1399
1:1400
1:1401
1:1402
1:1403
1:1404
1:1405
1:1406
1:1407
1:1408
1:1409
1:1410
1:1411
1:1412
1:1413
1:1414
1:1415
1:1416
1:1417
1:1418
1:1419
1:1420
1:1421
1:1422
1:1423
1:1424
1:1425
1:1426
1:1427
1:1428
1:1429
1:1430
1:1431
1:1432
1:1433
1:1434
1:1435
1:1436
1:1437
1:1438
1:1439
1:1440
1:1441
1:1442
1:1443
1:1444
1:1445
1:1446
1:1447
1:1448
1:1449
1:1450
1:1451
1:1452
1:1453
1:1454
1:1455
1:1456
1:1457
1:1458
1:1459
1:1460
1:1461
1:1462
1:1463
1:1464
1:1465
1:1466
1:1467
1:1468
1:1469
1:1470
1:1471
1:1472
1:1473
1:1474
1:1475
1:1476
1:1477
1:1478
1:1479
1:1480
1:1481
1:1482
1:1483
1:1484
1:1485
1:1486
1:14

الشكل ٦ المصادر الطبيعية

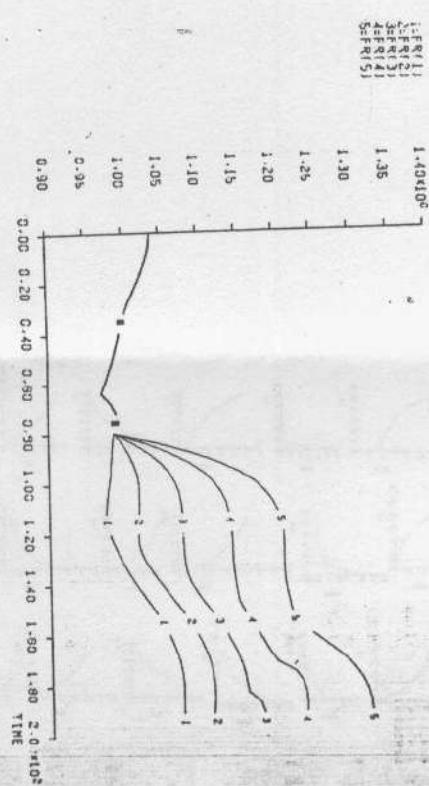


الشكل ٦ المصادر الطبيعية

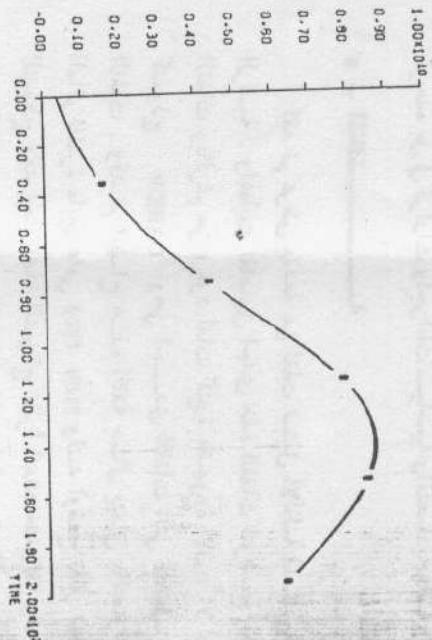


الشكل ٦ المصادر الطبيعية

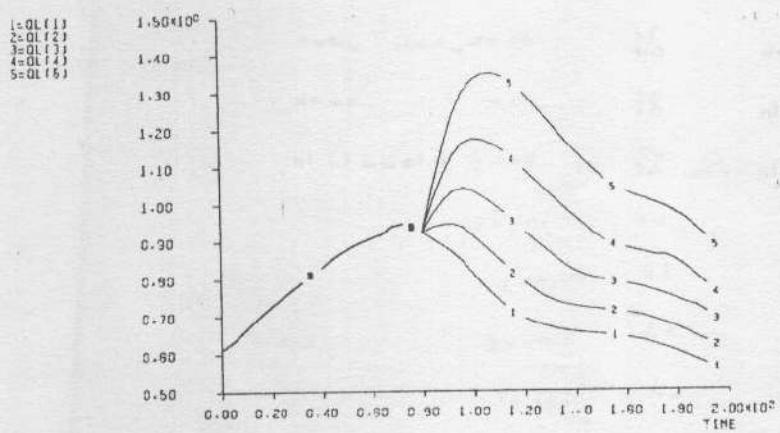
الشكل ٨ نسبية الغاز



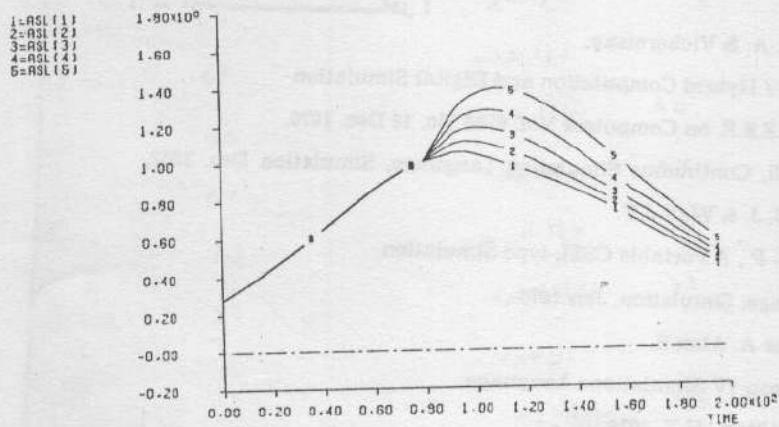
الشكل ٨ رأس المال المصدر



الشكل ٨ رأس المال المصدر



الشكل 10 نوعية الحياة



الشكل 11 مستوى الحياة المادية

- 1— Korn G. A. & Vicheretsky.
Analog / Hybrid Computation and Digital Simulation
Trans I.E.E.E. on Computers Vol. C-25 No. 12 Dec. 1976.
- 2— The SCI, Continuous Simulation Language, Simulation Dec. 1987,
- 3— Lucas J. J. & Wait J.V.
DARE-P , A Portable CSSL-type Simulation
Language, Simulation, Jan 1975
- 4— Pritsker A. Alen B.
The Gasp 1V Simulationn Language
John Witey , N.Y. 1974
- 5— Meadows & Meadows
Warid Dyhamines
Mc Graw Hill , 1973