

## التصميم بمساعدة الحاسوب

### ودراسة الحالة الديناميكية العابرة لجمال الرفع في الرافعة

الدكتور سمير نمر كفا\*

الدكتور لطيفة عبد الحفيظ الحموي\*\*

( قبل للنشر في 2002/6/26 )

#### □ الملخص □

يقدم هذا البحث مساهمة في تطوير المبادئ النظرية الخاصة بالتصميم بمساعدة الحاسوب من خلال نمذجة الحالات الديناميكية العابرة التي تنشأ أثناء عمل ميكانيزم الرفع في الرافعة وتقييمها حتى يستطيع المصمم استنتاج النتائج غير الآمنة ليتمكن من السيطرة عليها والتحكم بها .  
تبين من خلال البحث وبعد إجراء دراسة للحالة الديناميكية العابرة العملية -النظرية بأن أعظم الأحمال الديناميكية تنشأ عند رفع الحمل عن الأرض وبأنه كلما كان زمن انفصال الحمل عن الأرض أكبر كلما كان المعامل الديناميكي أقل . وعند تقييم الحالة الديناميكية العابرة لا تؤثر عملياً قوى التخماد على المعامل الديناميكي يشكل البحث خطوة لإنشاء أنظمة تعليمية للتصميم بمساعدة الحاسوب في حال استخدام النتائج ومنظومة البرمجية الرئيسية .

---

\* أستاذ مساعد في قسم التصميم والإنتاج بكلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية ، جامعة تشرين ، اللاذقية . سورية  
\*\* مدرسة في قسم التصميم والإنتاج بكلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية ، جامعة تشرين ، اللاذقية . سورية.

## **Computer Aided Design And The Dynamic Transient process Study For The Lifting Cables In Crane**

**Dr. Samir Nmr Kafa\***

**Dr.Latifa A. El Hamwi\*\***

**(Accepted 26/6/2002)**

### **□ ABSTRACT □**

This research offers an idea to develop the theoretical principals of CAD by using a simulated model of the dynamic transient states. The dynamic transient state is due to the work of lifting mechanism in the crane. Then, the designer can predict any unsafe results and control them.

The comparison between theoretical and practical transient dynamic states shows that the maximum dynamic loads occur whenever the load is lifting off the ground, and that the dynamic factor decreases whenever the load picking up time increases.

Practically it is found that the damping forces don't affect the dynamic factor.

This paper is a step towards establishing an educational system for computer-aided design using the main program and results.

---

\* Associate Professor of design and production department, faculty of mechanical and electrical engineering , Tishreen University, Lattakia - Syria.

\*\* Lecture at design and production department, of faculty mechanical and electrical engineering, Tishreen University, Lattakia - Syria.

## مقدمة:

إن التوجهات الاقتصادية والاجتماعية الأساسية لتطور البلدان الصناعية يتركز حالياً على مسألة إنقاص كتل الآلات ومعداتها بحدود من 12-18% وأيضاً تخفيض حجم الطاقة بحدود 7-12% [1]. إن واحدة من أهم طرق حل هذه المشاكل هي محاولة إنشاء طرق حسابية وتصميمية للآلات أكثر كمالاً ودقة وترتكز على نظرية تعكس رياضياً عمل الآلة .

عند البحث في نظرية الرافعة تدرس مسائل التحميل الديناميكي لعناصر التركيبات المعدنية والميكانيزمات في فترة حركتهم غير المستقرة (عند الإقلاع ، الكبح ، ارتكاز الرافعة على المرتكزات .....الخ) [2]. وتستعمل الأحمال الديناميكية المحددة بالارتباط مع الستاتيكية من أجل حساب العناصر المتأثرة بالقوى في الروافع وفق الحالات الحدية مثل ضياع القدرة الحدية على المتانة أو غياب الاستقرار عند التأثير غير الدوري للأحمال الكبيرة ، وضياع القدرة الحدية لعناصر الروافع من جراء التحطم على التعب عند التأثير الدوري للأحمال على عمر الخدمة.

إضافة إلى ذلك في آلات الرفع يفترض البحث في حساب المقادير التي تؤمن كفاءة العمل الوظيفية للرافعة أو ميكانيزماتها من جراء دورة واحدة للعمل أو من أجل الفترة الواقعة بين الحالة الحالية للرفع والصيانة العامة. كما يدرس استقرار الرافعة مهما كان نوعها ، كفاءة عملها ، زمن تباطؤ الاهتزازات المرنة للرافعة ، الحسابات الدقيقة لقيم تخامد الاهتزازات أو عناصر تركيبة المخمد نفسها ، تحديد وتيرة تباطؤ الاهتزاز ، دراسة نظام القيادة الآلية المستخدم في الروافع .....الخ [3].

في الوقت الحالي يتم بحث الأنظمة الديناميكية لتحميل الروافع وطرق حساباتها الديناميكية من قبل العديد من الباحثين وفي الكثير من المؤلفات مما ألقى الضوء على مثل هذه المسائل ، بالرغم من أن الكثير من هذه البحوث لا تملك المعطيات التجريبية اللازمة والطرح الملائم الذي يؤدي إلى نتائج حسابية كافية وذات وثوقية عالية

وجاء هذا البحث كمحاولة لدراسة هذه المشكلة لعدم كفاية الدراسات الموجودة من جهة ، ولأهمية الحالة الديناميكية العابرة التي تُظهر تأثيراً كبيراً على وظيفة وحدات الآلة ككل من جهة أخرى .

ولأن الباحثين اعتقدوا دائماً بأن الطرق الحسابية هي أفضل الوسائل المستخدمة في الدراسة الدقيقة لتلك الحالات ولتقييم عمل وحدات الآلية ، والآن أصبح بالإمكان استخدام تقانات عالية الدقة وذلك باستخدام الحاسوب والطرق الرياضية المتطورة التي تتيح إمكانية نمذجة الحالة ودراسة التأثيرات عليها .

وكما هو معروف تنشأ الحالات الديناميكية العابرة أثناء العمل الطبيعي للآلة وفي حالات الأعطال ، ومن المنطقي ألا تكون دراستها هدفاً قائماً بحد ذاته ولكن لابد منها قبل كل شيء من أجل المعرفة الواضحة لأسباب نشوئها وجوهرها الفيزيائي ، وكذلك الأمر لإعداد التوجيهات العملية وطرق التقييم الكمي لها ، وهذا يساعد في التنبؤ بالنتائج الخطيرة لمثل هذه الحالات العابرة وبالتالي تلافي حدوثها .

إن دراسة فعالية عناصر أي آلية تتم بالطرق الرئيسية التالية :

1-التجربة الطبيعية 2-استخدام النماذج الفيزيائية 3-استخدام النماذج الرياضية.

تعتبر التجارب الطبيعية على الآلات من الإجراءات المعقدة والباهظة التكاليف والخطرة إضافة إلى أنها لا تسمح بإجراء الاختبارات المتعددة الجوانب بسبب الصعوبات وأحياناً لا يمكن إظهار وتطبيق جميع أنظمة العمل

اللازمة بشكل عملي . أما استخدام النماذج الفيزيائية الصغيرة الحجم فهو لا يسمح بإظهار جميع خصائص العمليات التي تحدث واستخدام النماذج الكبيرة الحجم ذات الاستطاعة الكبيرة غالباً ما يكون مكلفاً وبالتالي من الصعب وغير الممكن عملياً التطبيق بوجود أنظمة عمل كثيرة .

على ضوء ذلك يصبح من المهم جداً بحث مسائل إعداد النماذج الرياضية باستخدام الحاسوب لعناصر الآلات كونها تسمح بإنتاج أنظمة الأعطال وما بعد الأعطال بثوثقية عالية آخذين بعين الاعتبار جميع العوامل التي تبدي تأثيراً واضحاً على وظائف عمل الآلة [ 4 ] .

## هدف البحث :

إن هدف البحث هو إلقاء الضوء على إعداد ودراسة النماذج الرياضية التي يتم وضعها وتوصيفها بواسطة جملة معادلات تفاضلية عادية وذلك باستخدام طرق التكامل العددي على نموذج الحالة الديناميكية العابرة في ميكانيزم الرفع في الرافعة ، وكذلك معرفة مضمونها الفيزيائي من أجل التحديد الواضح لأسباب نشوئها ووضع الطرق والوسائل العلمية لتقييمها الكمي حتى يستطيع المصمم استنتاج النتائج الخطيرة لنشوئها وفهم الحالات العابرة ليتمكن من السيطرة عليها والتحكم بها .

## صحة ومصادقية الأوضاع الأساسية العلمية ونتائج البحث الناتجة عنها :

تستند مصداقية وصحة نتائج البحث على درجة مستوى تطبيقها واستخدامها في الواقع العملي لإنشاء وبناء الروافع ، وذلك بمقارنة نتائج التصميم بمساعدة الحاسوب مع التصاميم المنفذة بالطرق التقليدية.

يستند أيضاً تطور تصميم وحساب أنظمة الرفع بمساعدة الحاسوب ، على نتائج التحليل النظري للإجهادات الديناميكية أثناء عملية الرفع و إمكانية إنقاص هذه الإجهادات بناءً على معطيات ونتائج تجريبية .

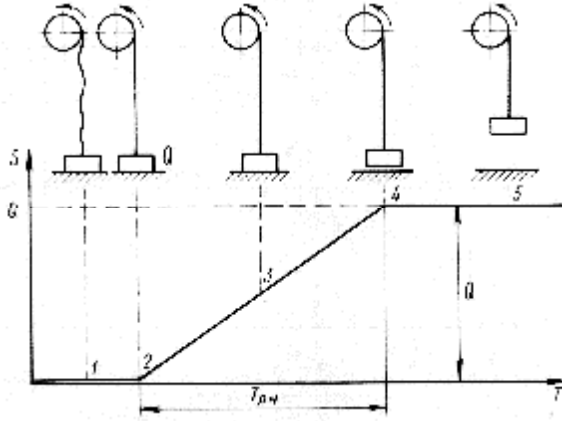
## القيمة التطبيقية للبحث :

تتلخص في تحقيق شروط لرفع جودة الحلول التصميمية في أنظمة الرفع وتطوير الطرق التحليلية ، مما يسمح بإمكانيات جديدة لتصميم واختيار الرافعة وتحديد شروط استثمارها ، كما تعطي إمكانية جيدة لتطابق بارامترات الرافعة مع الأتقال المراد رفعها أثناء دورة عمل كاملة.

## تحليل المسألة :

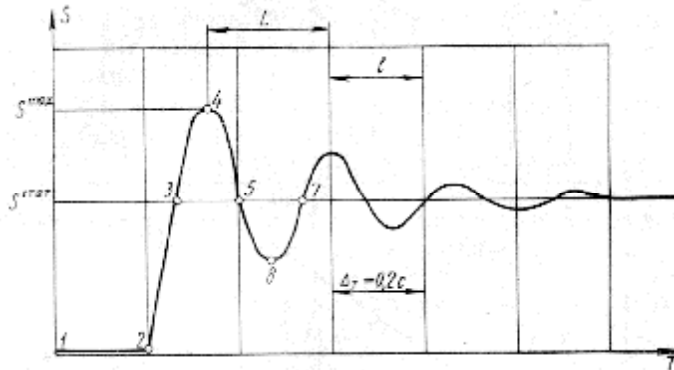
يبين الشكل المرفق /1/ سير العمليات الديناميكية أثناء عمل ميكانيزم الرفع ففي لحظة البداية يوضع الحمل على الأرض والحبل في حالة ارتخاء ، أما الاسطوانة فلا تدور في تلك اللحظة. بعد تشغيل المحرك الخاص بالاسطوانة فإن الحبل يبدأ بالشد (النقطة 1 والجهد في الحبل معدوم) . عندما ينتهي ارتخاء الحبل بشكل كامل (النقطة 2) ويستمر دوران الاسطوانة يزداد الجهد (النقطة 3) ، بعدها تصل عملية الشد إلى لحظة يكون فيها

الجهد (S) في الحبل مساوياً لوزن الحمل (النقطة 4) ، في هذه اللحظة يفقد الحمل اتصاله بالأرض ويصبح الجهد في الحبل ثابتاً و مساوياً لوزن الحمل (النقطة 5).



الشكل رقم / 1 /  
يبين سير العمليات الديناميكية أثناء  
التحميل البطيء (الستاتيكي)  
لميكانيزم الرفع .

تدعى الفترة الزمنية بين النقاط (2،4) الشكل /1/ بزمن ازدياد الحمل  $T_{PH}$  ، و يتعلق هذا الزمن بالكثير من العوامل منها سرعة الرفع ، ارتفاع الحمل ، الخ..... يتصف المخطط السابق للجهد S بعلاقته مع الزمن (حتى يصل إلى القيمة المساوية لـ Q) بأنه ذو تحميل ستاتيكي بطيء ، أي عندما تزداد سرعة حركة الحبل بشكل بطيء فإن تأثير قوى العطالة على تغير الجهد في الحبل ( $S = Q$ ) يكون غير ملحوظاً . أما في حال استثمار الرافعات فإن الميكانيزمات تعمل عند سرعات عالية ولهذا يجب أن تختبر أجزائها وعقدتها على



الشكل رقم / 2 /  
يبين سير العمليات الديناميكية  
أثناء التحميل السريع (الديناميكي)  
لميكانيزم الرفع .

الأحمال الديناميكية الكبيرة والشكل رقم /2/ يوضح تغير الجهد في الحبل (S) عند التحميل الديناميكي (السريع).

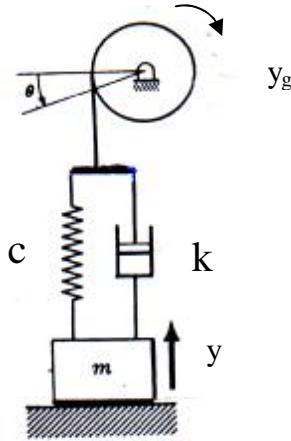
يمثل القسم 1-2/ كما في الحالة الأولى/ بفترة ارتخاء الحبل (الجهد معدوم) و في القسم 2-3 يزداد الجهد في الحبل الملفوف على الاسطوانة من الصفر إلى الجهد الستاتيكي Q ، في النقطة 3 ينفصل الحمل عن الأرض ويبدأ بتسارع معين بالارتفاع ، في القسم 3-4 نجمع قوة ثقالة الحمل إلى قوة العطالة بتسارع حركة الحمل مما يقود إلى زيادة مضطربة للجهد في الحبل .في النقطة 4 تبلغ سرعة الحمل قيمة سرعة حركة الحبل ، ويصبح الجهد في الحبل أعظماً ( $S = S_{max}$ ) .

في القسم 4-5 تصبح السرعة وفق تسارع حركة الحمل أكبر من سرعة حركة الحبل ، ويقود الحمل الذي يبدو وكأنه يعانق الحبل إلى تناقص في الجهد  $Q$  وتبحث هذه المراحل المعبرة عن تغير الجهد عند التحميل الديناميكي (السريع) عن طريق نمذجتها رياضياً وتنفيذها على الحاسوب [5] .

## صياغة الموديل الرياضي للمسألة :

تتضمن الدراسة الأساسية الموديل الديناميكي لميكانيزم الرفع [2,3,6] الموضح

بالشكل /3/ .



الشكل رقم /3/

يبين الموديل الديناميكي لميكانيزم الرفع

حيث:

$m$  - كتلة الثقل المرفوع .

$k$  - جساءة الحبل .

$c$  - معامل تخامد الاهتزازات .

$v$  - سرعة الرفع الناشئة عن المحرك وهي في الدراسة تأخذ قيمة ثابتة.

لنفرض أن الثقل المرفوع وهيكل الرافعة جاسئين بشكل مطلق والحبل مشدود ، عندها تكون الشروط

الأولية للحالة هي :

$$t = 0 , y_g = 0 , y_g' = v_0$$

$$m y'' = k(y_g - y) + c(y_g' - y') \quad (1)$$

الحالة الديناميكية لمرحلة رفع الثقل تحدد بالعلاقة التالية :

نضع :

عندها يمكن تحديد شد الحبل بالعلاقة :

$$y = y_g = 0$$

$$S = k(y_g - y) \quad (2)$$

و يجب أن لا تأخذ أبداً قيمة سالبة .

$$Z = \{Z_i\} = \{y_g, v_g, y, v\}$$

ولأجل اختصار التوصيف نشكل مصفوفة ستاليز حيث :

وعندها تكتب منظومة العلاقات (1) بالشكل :

ومنه نجد أن :

7 [ لأجل إيجاد حلول منظومة المعادلات التفاضلية (3) نستخدم طريقة رانج-كوتا من الدرجة الثانية ]

[ 8 . يكتب الحل الحسابي لهذه الطريقة كما يلي :

$$Z_i \dot{\phi} = f_i(t, z_1, z_2, \dots, z_4) \quad , \quad i = 1, 2, \dots, 4 \quad (3)$$

$$\begin{aligned} f_1 &= z_2 & \ddot{y} \\ f_2 &= 0 & \dot{y} \\ f_3 &= z_4 & y \\ f_4 &= [k(z_1 - z_3) + c(z_2 - z_4)]/m & \ddot{b} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} z_{k+1,i} &= z_{k,i} + \bar{k}_{1,i} + k_{2,i} \quad ; \quad i = 1, \dots, 4 & \ddot{y} \\ \bar{k}_{1,i} &= 0.5 Dt \quad f_i(t_k, z_{k,1}, \dots, z_{k,4}) & \dot{y} \\ \bar{k}_{2,i} &= 0.5 Dt \quad f_i(t_k + Dt, z_{k,1} + 2\bar{k}_{1,1}, \dots, z_{k,m} + 2\bar{k}_{1,4}) & \ddot{b} \end{aligned} \quad (5)$$

حيث إن :

- قيم الحل للمنظومة  $Z_i(t)$  في اللحظة الزمنية  $t_k$  و  $t_{k+1}$  المرتبطة بخطوة

$Z_{k,i}, Z_{k+1,i}$

تكاملية  $.Dt$

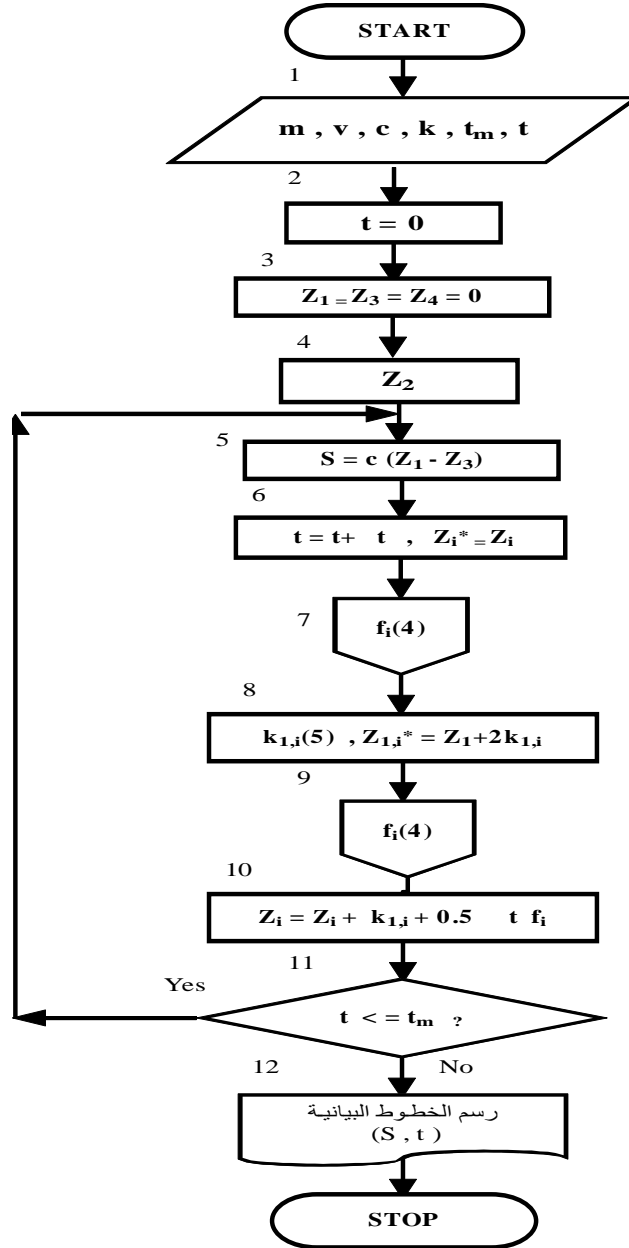
حيث :

$$t_{k+1} = t_k + Dt \quad (6)$$

## بناء خوارزمية حل المسألة:

إن المخطط الصندوقي لخوارزمية تكامل منظومة المعادلات التفاضلية /3/ موضح في الأشكال المرفقة

./B - A - 4/



الشكل / A - 4 / يبين المخطط الصندوقي لخوارزمية حل منظومة المعادلات التفاضلية العادية (3) .

إن الشكل / A - 4 / يوضح الخوارزمية الرئيسية ، حيث إن الصندوق رقم /1/ يتمثل بإدخال المعطيات الابتدائية التي لا تتغير خلال عملية الحساب وهي كتلة الحمل  $m$  ، الخطوة التكاملية لاستمرار عملية النمذجة  $t_m$  ، جساءة الحبل  $c$  ، معامل التخماد  $k$  و  $v$  سرعة الرفع .  
 أثناء تنفيذ الصندوق رقم /2/ نضع  $t = 0$  بدء الزمن وبعده يحدد الصندوق رقم /3/ الشروط الابتدائية ثم ينفذ مباشرة الصندوق /4/ ، حيث يتم إدخال قيمة السرعة  $Z_2$  .



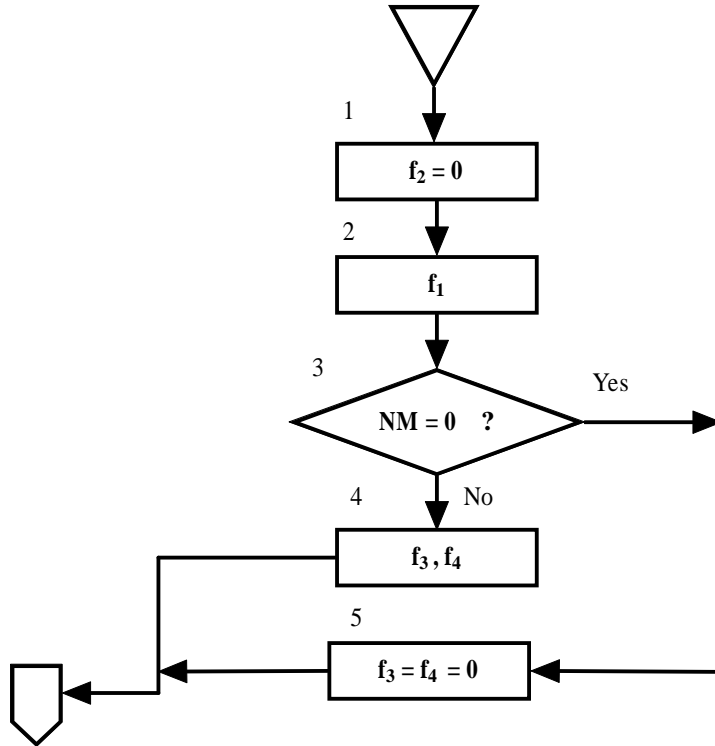
يُتيح تنفيذ الصندوق رقم /5/ إمكانية حل منظومة المعادلات التفاضلية عند الخطوة الزمنية  $t$  المعروفة وإيجاد قيمة الإجهاد في الحبال  $S$  .

يحضر الصندوق رقم /6/ للحساب في خطوة زمنية جديدة  $t$  ، كما أن النجمة تبين القيم المطلقة للأجزاء اليسارية للمعادلات (4) التفاضلية العادية .

توضح حلول الأجزاء اليسارية للمعادلات في الشكل رقم /4 - B/ وتصاغ بشكل برنامج فرعي موضح بالصندوقين /7 و9/ من الشكل /4 - A/ .

بعد تنفيذ الصندوق رقم /1/ من الشكل /4 - B/ ينفذ الصندوق رقم /2/ الذي يضمن سرعة ثابتة للرفع

. Z<sub>2</sub>



الشكل (4 - B) يبين المخطط الصندوقي لخوارزمية حساب الأجزاء اليسارية للمعادلات (4) .

أثناء عدم رفع الثقل وبعد الصندوق رقم /3/ ينفذ الصندوق /5/ حيث الأجزاء اليسارية لآخر معادلتين من المنظومة (3) تأخذ قيمة مساوية للصفر .

ينفذ الصندوق /4/ بعد انفصال الحمل عن الأرض ، وبالرجوع إلى الشكل /4 - A/ فإن الخوارزمية تقوم بتنفيذ الصناديق /8 و 10/ ، وتنتقل إلى الصندوق رقم /11/ فإذا كان الزمن  $t_m$  غير محقق فيعاد التنفيذ إلى الصندوق رقم /5/ وفي الحالة المعاكسة تكتمل نمذجة عمل ميكانيزم الرفع وينتهي التنفيذ .

## كتابة البرنامج :

يمكن حل الخوارزمية الموصوفة سابقاً باستخدام الحاسوب وهذا يتطلب كتابة البرنامج بإحدى لغات البرمجة العاملة على IBM-PC وقد اختيرت اللغة / تريبو باسكال Turbo Pascal 7.0-OO / لكتابة هذا البرنامج [ 9 , 10 ].

## وصف البرنامج :

تتألف الحزمة البرمجية من برنامج رئيسي واحد ELEKTRO وبرنامج فرعي RECHT يقرأ البرنامج الرئيسي المدخلات ويحفظ النتائج في ملف HH.RES وينفذ جزءاً من الخوارزمية السابقة ثم يرسم الخطوط البيانية لإجهاد الحبال بعلاقتها مع الزمن أما البرنامج الفرعي فهو يعمل من خلال البرنامج الرئيسي كإجراء ويقوم بحساب الأجزاء اليسارية من المعادلات التفاضلية المنمجة للمسألة.

## إختبار البرنامج :

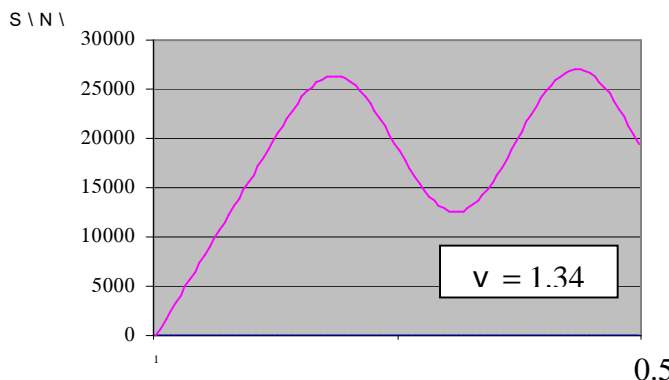
يمكن تشغيل البرنامج الوصف للموديل الديناميكي قيد الدراسة على أي حاسوب IBM-PC أو متوافق معه وبنتيجة التشغيل نحصل على ما يلي :

1. ترجمة الموديل الرياضي - المخطط الصندوقي وخوارزمية حل المسألة من خلال حلول البرنامج .
  2. بنتيجة الحساب يرسم مخطط بياني يتيح لنا بشكل واسع التعرف على تغير الإجهاد في الحبال بالنسبة للزمن كما تقوم بتقييم الحالة الديناميكية من خلال تحديد المعامل الديناميكي للجملية في حالة الرفع ، حيث يبدو واضحاً من المخطط البياني بأن الجهد الديناميكي في الحبل  $S_{max}$  أكبر بكثير من الستاتيكي .
- يعبر عن التناصب الذي يوضح بكم يزيد الجهد الأعظمي  $S_{max}$  عن الستاتيكي بالمعامل الديناميكي التالي [ 2 , 5 ]:

$$Y = \frac{S_{max}}{S_{stat}} \quad (7)$$

إن مصداقية عمل البرنامج تختبر من خلال المثال الموضح بالمعطيات التالية [ 1 ] :

كتلة الحمل المراد رفعه  $m = 2000 \text{ kg}$  أي  $Q = 19.6 \text{ KN}$  جساءة الحبال  $k = 1270 \text{ KN/m}$  و السرعة الاسمية للرفع  $v = 0.129 \text{ m/sec}$  .

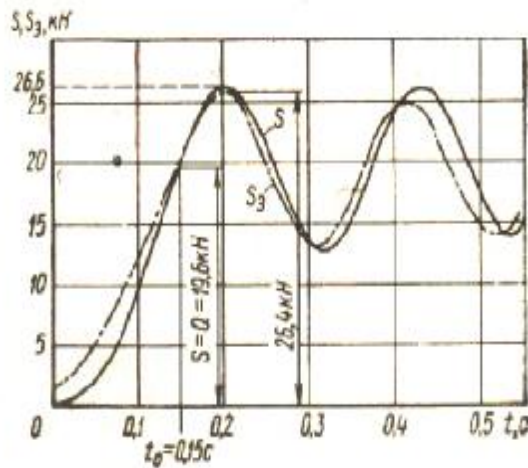


الشكل رقم / 5 /  
يبين نتائج النمذجة  
بدون اعتبار التخميد .

يبين الشكل /5/ نتائج نمذجة الحالة الديناميكية العابرة حيث توضح الخطوط البيانية تغير الإجهاد في الحبال S مع الزمن t ، يأخذ المعامل الديناميكي في القنوات الرافعة القيمة  $\Psi = 1.3414$  . بمقارنة النتيجة السابقة مع النتائج التجريبية لنفس المعطيات والمبينة في الشكل رقم/6/ يتبين بأن قيمة المعامل الديناميكي متطابقة تقريباً  $1.34 = \Psi$  . والجدير بالذكر أنه يمكن الحصول مباشرة على المعامل الديناميكي تحليلاً من خلال العلاقة التالية :

$$Y = 1 + \frac{v}{g\sqrt{m/c}} \quad (8)$$

وليس من الصعب التأكد بأن قيمة المعامل الديناميكي  $\Psi$  من العلاقة (8) تتطابق تقريباً مع قيم  $\Psi$  الموضحة بالأشكال السابقة / 5 ، 6 / .

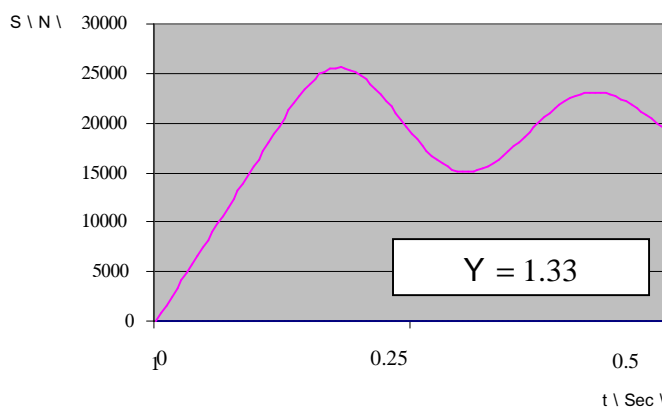


الشكل رقم / 6 /

يبين تغير الشد في الحبال حيث :  
الخط \_\_\_\_\_ قيم نظرية  
والخط \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ قيم تجريبية

إن النتائج المبينة في الأشكال رقم / 5 ، 6 / هي بمعامل تخامد قيمته مساوية للصفر

أي  $c = 0$  .



الشكل رقم / 7 /  
يبين نتائج النمذجة  
مع اعتبار التخامد .

بُحث أيضاً تأثير قيمة التخماد على قيمة المعامل الديناميكي وذلك عند الحصول على نتائج النمذجة للمعطيات السابقة ولكن باعتبار أن معامل التخماد يملك القيمة  $c=4000 \text{ Nm/sec}$  حيث تتوضح النتائج بالمخطط رقم / 7 / وتبين أن الإضافة الديناميكية في حال عدم وجود قيمة للتخماد تزيد حوالي 10% عنه في حال اعتبار التخماد وتعتبر هذه الزيادة قليلة وغير مؤثرة عملياً .

## نتائج البحث :

يمكن من الدراسة استخلاص النتائج التالية :

- 1- يقود استخدام الحاسوب في تصميم الآلات الرافعة إلى تغيير نوعي في منظومة تحليل المشاريع التصميمية حيث يعتمد على موديلات مستخدمة يعاد صياغتها وتشكيلها بما يتناسب ومقياس التصميم المراد .
- 2- بنتيجة دراسة الحالات العابرة العملية -النظرية المدرجة والمرافقة لعمل ميكانيزم الرفع ، فقد أجري للمنظومة الجزئية تحليل ديناميكي للآلات الرافعة وتبين بأن أعظم الأحمال الديناميكية تنشأ عند رفع الحمل عن الأرض .
- 3- يتعلق تدقيق الحساب الديناميكي للأحمال في المرحلة الأولى بتدقيق الخاصية المرنة للحبال في منطقة الإجهادات القليلة وبالتالي يتعلق بتدقيق الشروط الابتدائية لمرحلة بعد انفصال الحمل .
- 4- كلما كان زمن انفصال الحمل عن الأرض أكبر بالنسبة للمجال الزمني للاهتزازات كلما كان المعامل الديناميكي أقل .
- 5- لا تؤثر عملياً قوى التخماد على المعامل الديناميكي وبالتالي على تقييم الحالة الديناميكية العابرة للميكانيزم .
- 6- يحمل الإنشاء البرمجي للمخططات الحسابية تغييراً نوعياً في ميزة العمل الهندسي بالتبادل مع طرق برمجة التصميم والأبحاث ، حيث تسمح إمكانية استكشاف تقييم المخططات بالكامل بتحقيق الخبرة التي تم الحصول عليها عند التصميمات التقليدية و تخفض من احتمال ظهور الأخطاء ، تضمن موثوقية وصحة النتائج الإجمالية ، تخلق راحة نفسية عند إدخالها في العمليات الهندسية .
- 7- يمكن استخدام المنظومة البرمجية الرئيسية ونتائج البحث في إطار البرنامج الموضوع لإنشاء أنظمة تعليمية للتصميم بمساعدة الحاسوب والتعليم عن بعد عبر الإنترنت.

## المراجع:

.....

1. Lobov N.A, Dynamic of hosting cranes, Moscow, Mashinostroenie. 1987.
2. Vaenson A.A, Hosting – conveying machines, Moscow, Mashinostroenie. 1989. /Russian language /
3. Handbook of cranes, part /1-2/, Leningrad, Mashinostroenie.1988.
4. Bikov V.P, Methods CAD for machine design, Leningrad, Mashinostroenie. 1989. / Russian language /
5. Vasilov V.A, Introduction in specialization “Hosting-conveying machines “, Leningrad. 1978. / Russian language /
6. Unstetigforderer 2, Veb verlagtechnik, Berlin, 1981. / Germany language /
7. Berezin P.S, Numerical Methods, T<sub>2</sub>. -M. Fizmatguz. 1962. / Russian language/
8. John H.Mathews, Numerical methods for mathematical, Science, And engineering, 1992. / Russian language /
9. Borodish. U.S., Pascal for P.C., Minsk, 1991. / Russian language /
10. William M. Newman, Principles of interactive computer graphics, McGraw-Hill, 1979.
11. Kafa S, Computer Aided design and discussion of system lifting grefers, Leningrad. 1992.