دراسة تحليلية في تصميم وتصنيع هياكل الباصات المصنعة محلياً (نيسان)

عبد المالك إبراهيم أحمد
محمد الطاهر أحمد

مشروع تخرج كمطلوب تكميلي لنيل درجة البكالوريوس في الهندسة الميكانيكية / قوى

قسم الهندسة الميكانيكية
كلية الهندسة والتقنية
جامعة وادي النيل

سبتمبر 1999 م

الإهـــداء

إلي ..

أمـــــي

التي أنارت الدرب بالأشـــواق

إلي ..

الأستـــاذ / أسامـة المرضـــي ..

مـع فائق التقديـر

إلي ..

الزملاء والزميلات ..

طلاب جامعة وادي النيل

المحتويات	الصفحة
الملخص	1
المقدمة	2
الفصل الاول:- تحليل الهيكل	3
1-1 حساب كتلة مكونات الهيكل	3
2-1 تحديد مركز الثقل بدون العفش والركاب	4
3-1 تحديد مركز الثقل باعتبار الركاب والعفش	4
4-1مخططات قوي القص وعزم الانحناء	5
5-1 توزيع الاجهادات علي المقطع العرضي للعارضة	5
الفصل الثاني:- المقاومات الناشئة من حركة المركبة	6
1-2 مقاومة التدحرج	6
2-2 مقاومة الهواء	6
الفصل الثالث :- سرعة الانزلاق والانقلاب	8
1-3 سرعة الانزلاق والانقلاب في منعطفات مستوية	8
2-3 سرعة الانزلاق والانقلاب في منعطفات مائلة	9
الفصل الرابع:- الاهتزازات الرأسية الحرة	12
1-4 معادلات الحركة	12
2-4 ايجاد كزازة الياءات الورقية	13
3-4 تحديد عزم القصور الذاتي حول المحورz	15
4-4 تحليل الاهتزازات	16
الفصل الخامس:- مناقشة النتائج	17
الاستنتاجات	18
المراجع	19
الملاحق	20

الرسومات

	الصفحة
شكل(1-1) يوضح مركز الثقل بدون العفش والركاب	21
شكل(1-2) يوضح مركز الثقل بالعفش والركاب	21
شكل(1-3) توزيع الاحمال علي عارضة البص	22
شكل(1-4) يوضح مخططات قوي القص وعزم الانحناء	22
شكل(1-5) يوضح مقطع العارضة بدون دعامة	23
شكل(1-6) يوضح توزيع الاجهادات علي مقطع العارضة بدعامة	23
شكل(1-7) يوضح مقطع العارضة بدون دعامة	24
شكل(1-8) يوضح توزيع الاجهادات علي مقطع العارضة بدعامة	24
شكل(3-1) يوضح مركبة علي منعطف مستوي	25
شكل(3-2) يوضح مركبة تقترب من الانقلاب بمنعطف مستوي	26
شكل(3-3) يوضح مركبة علي منعطف مائل	27
شكل(3-4) يوضح مركبة علي منعطف مائل دون احتكاك	28
شكل(3-5) يوضح مركبة تقترب من الانقلاب علي منعطف مائل	28
شكل(4-1)	29
شكل(4-2) يوضح باي ورقة	30
شكل(4-3) يوضح ابعاد الهيكل	31
مخطط(1) يوضح السرعة ضد المقاومة	32

الملخص

هذه الدراسة تقوم تحليلاً هندسياً في تصميم البصات السفرية الوزن بعد معرفة الكتل المختلفة لقطع الهيكل ومنها حدد مركز الثقل للبص ، ولعارضات البص حددت ردود الأفعال في المحورين الامامي والخلفي ورسم مخططي قوى القص وعزم الأنحاء . كما تعرضت الدراسة لتحليل المقاومات الناشئة من حركة البص والعوامل المؤثرة في هذه المقاومات كما حددت السرعات الحدية للسير في الطرق المختلفة المستوية والمائلة وذلك لتحديد سر عات الانزلاق والانقلاب ,كما حددت الذبذبات الطبيعية للاهتزاز الحر

وجد أن الهيكل المصنوع محليا لا تتجاوز حمولته المسموح بها في التصميم الأصلي للشاحنه . كما أن مركز الثقل يميل كثيرا للمحور الخلفي في حالة الحمولة الكاملة وان ارتفاعه عن سطح الارض مناسبا.وجد ان اجهاد الشد في حالة وجود الدعامة لايبرر استخدامها من الحديد المطاوع وان مقاومة التدحرج يمكن تقليلها بتقليل الوزن اما مقاومة الهواء فتعتمد علي السرعة وشكل الهيكل.

المقدمة

لاشك أن سبل المواصلات التي توصل اليها العالم قد ساهمت في التطور وإحداث نقلة حضاريـــة جباره . فقد تعددت وسائل النقل البحرية والجوية والبرية نلاحظ في السودان انه تم استيراد بصات سفرية عديده في فترات زمنية متباينة ولكنها لم تلقى نجاحاً كامل وذلك لعدم مطابقتها للمواصفات التصميمة التي تتناسب مع طبيعة السودان ومن هنا يتضح أن هذا العامل من اهم العوامل التي ساهمت في نشأة صناعـة الهياكل المحلية للبصات السفرية لأن الشاحنة TK20 تناسب طبيعة السودان واتجهت الانظار اليها لكـــي تكون بصاً سفرياً حيث صار هنالك اكثر من شركة متخصصة في صناعة هياكل البصات السفرية فكـان في البداية تصميمها تقليدياً وكان الهيكل ضعيفاً والمقاعد غير مريحة وخطرة الاستعمال بالنسبة للمواطنين مما حدى حكومة السودان ممثلة في الهيئة العامة للمواصفات والمقاييس في وضع مواصفات للصنـــاديق المصنعة محلياً (بص نيسان) وذلك لضمان سلامة وراحة المواطنين .

يتناول هذا البحث دراسة في تصميم هذه الهياكل حيث تناولت الدراسة حساب الأعمال المكونـــة للهيكل على حسب المواصفات الموضوعة وطريقة التصنيع في الورشة وتم تحديد مركز الثقل للبص واثر الاحمال على المحاور والشاسيه وتحليل المقاومات الناشئة في حالة التصميم الجديـــد وتحديـــد ســـرعات الانزلاق والانقلاب في المنعطفات ذات الأقطار المتباينة كما قامت الدراسة بتحديـــد الذبذبـــات الطبيعيـــة لاهتزاز البص .

الفصل الأول

تحليل الهيكل

صمم الهيكل الحالي بناءا علي المواصفات الصادرة من الهيئة العامة للمواصفات والمقاييس وجميع مكوناته من الحديد المطاوع ذو الكثافة $7800kg/m^3$.

1-1حساب كتلة مكونات الهيكل:-

الجدول التالي يوضح كتل الإجراء المختلفة المكونة للهيكل كما جاء في المواصفات:-

القطعة	النوع	المقاس(m w)	الطول(w)	عدد القطع	الكتلة(kg)
العلبة	مواسير مربعة	50.8*50.8*4	7.4	9	370
رباط اسفل الأرضية	زاوية	50.8*50.8*4	1	48	145.9
زاوية خلفية	زاوية	50.8*50.8*4	2.5	1	7.6
رباط الجوانب	زاوية	25.4*25.4*2	1	56	42.7
رباط القوائم	زاوية	25.4*25.4*2	1	64	50.6
رباط السقف	زاوية	25.4*25.4*2	1	80	60.9
الأرضية	لوح	3.2	8.1	1	505.4
السقف	لوح	0.8+1.6	8.1	1	366
الجوانب	لوح	0.8+1.6	8.1	1	404
المؤخرة	لوح	0.8+1.6	2.5	46	62
المقاعد	مواسير	19	4	2	275
دعامة الشاسيه	زاوية	76.*76*4	9.95		166

كما وجد ان الكمية التي توضع عرضياً بين عارضتي الشاسيه ويثبت عليها القائم والتي عمقها **11mm** وعرضها **64mm** وسمك وترتها والشفه**4mm** والتي تكون بطول **2.5m** وكتلتها تساوي 18.72kgوللتسع كمرات **168**.

كما نجد أن كتلة العفش المسموح به هي**3000kg** والكتلة المتوسطة للركاب وعددهم **46** راكب تساوي 3000kgوكتلة الكبانية والشاسيه 5030kg .

ومن هنا يتضح أن مجموع كتلة مكونات البص بالعفش والركاب تساوي 13636kg وهي اقل من الحمولة المسموح بها بالنسبة للشاحنة والتي تبلغ16500kg .

2.1.2 تحديد مركز الثقل للبص بدون الركاب والعفش

إذا أمكن تقسيم الجسم إلى التقسيمات الموضحة في الشكل. (2.1) فان مركز الكتلة يمكن أيجاده من الاتي :-

العزم للكتلة الكلية حول محوره يساوي مجموع العزوم لكتل القطع المختلفة حول نفس المحور وبما أن القطع المختلفة المكونة لهيكل البص موزعة بالنظام وتماثل في الشكل لذلك يمكن اعتبار أن مركز الكتلة للجزء هو المركز الهندسي لذلك الجزء او عليه مما سبق في 2.1.1 نجد ان:

m1 = كتلة الكابينة وتساوي m1= 4556.2159 Kg ، m2 = كتلة الجزء الأعلى من الصندوق والذي يبدأ من أسفل الشباك ويشمل السقف ومكوناته والعلبة الكاملة للقائم ونجدها تساوي

$$m2 = 9 \times 26.83 + 23.4 + 60.92 + 367.38 = 693.17 \text{ kg}$$

m3 = كتلة الجزء الأسفل ويحتوي الأرضية ومكوناتها والمقاعد والجوانب واعلبة المفتوحة والؤخره و 0 .81 من كتلة الشاسيه ودعامته وهي تساوي

$$m3 = 9\ (14.27 + 18.72) + 145.86 + 7.61 + 27.22 + 42.67 + 505.44 + 302.64 + 46.8 + 101.4 + 15.6 + 257.4 + 0.81\ (624 + 166.61) = 2389.9 \text{ kg}$$

ويأخذ العزوم من مؤخرة البص :

$$\bar{X} = \frac{m1.\bar{X}1 + m2.\bar{X}2 + m3.\bar{X}3}{m} \quad \text{———— (1)}$$

حيث $\bar{X}$ بعد مركز الكتلة من مؤخرة البص

ومن الشكل (2.1) نجد أن

$$\bar{X} = \frac{9.025 \times 4556.2159 + 4.05\ (693.17 + 2389.9441)}{7639.33} = 6.47 \text{ m}$$

$$\bar{y} = \frac{m1.\bar{y}1 + m2.\bar{y}2 + m3\bar{y}3}{m} \quad \text{———— (2)}$$

$\bar{y}1=0.585m$, $\bar{y}2=2m$, $\bar{y}3=0.75m$

$$\bar{y} = \frac{0.585 \times 4556.2159 + 2 \times 693.17 + 2389.9441 \times 0.75}{7639.33} = 0.77 \text{ m}$$

2.1.3 تحديد مركز الثقل باعتبار الركاب والعفش :

عند إضافة وزن العفش وهو 3000kg إلى الكتلة m2 تصبح

$$m2 = 693.17 + 3000 = 3693.17 \text{ Kg}$$

ووزن الركاب 2700 Kg إلى الكتلة m3 تصبح

$$m3 = 2700 + 2389.9441 = 5089.9 \text{ Kg}$$

ومن المعادلات (2.1), (2. 2) نجد أن

$\bar{X}=5.75m$

$\bar{y}=1.03m$

من هنا نجد ان مركز الثقل في حالة الحمولة الكاملة يكون قريبا من المحور الخلفي شـــكل (3.1) وعلي بعد 2m تقريبا مما يعمل علي إمكانية انقلاب البص حول المحور الخلفي في حالة الصعـــود الـــي المنحدرات بسرعة عالية .

4.1:- **مخططات قوي القص وعزم الانحناءة :-**

لعارضة البص الموضحة في الشكل (1.3)وزعت الأحمال كآلاتي :-

4.6kg =وزن الهيكل موزع علي التسع قوائم.

0.4kN/m =وزن الشاسية والدعامة.

12.4kN/m=وزن الماكينة و1.85m من الشاسية .

ثم أيجاد ردود الأفعال علي النحو آلاتي:-

عند المحور الامامي RF=28KN، عند المحور الخلفي RR=40kN

ومن ثم رسم مخططي قوة القص وعزم الانحناءه شكل(1.4) حيث وجـــد ان أقصـــى عزم انحناء يوجد عند المحور الخلفي وتبلغ قيمته 42MNm .

5.1:- **توزيع الاجهادات علي المقطع العرضي للعارضه.**

1.5.1 بدون استخدام دعامة .

من الشكل (1.5) نجد ان المحور المحايد يمر بمنتصف العارضة للتماثل وعلي بعد0.135 من الاسفل ومن نظرية المحاور المتوازية يكون العزم الثاني للمساحة للمقطع.

$I=53.5.10^{-6}m^4$

ومن المعادله (مرجع 2)

$$\frac{\sigma}{y} = \frac{M_{max}}{I}$$

ومنها نجد ان $\sigma =106MN/m^2$ وهو أقصى إجهاد واقع علي المقطع

2.5.1:- باستخدام دعامه.

من الشكل (1.6) وعند استخدام دعامة بالإبعاد الموضحة نجد ان

$I=71.7.10^{-6}\ m^4$

$Y=0.135m$

ومن المعادلة عالية نجد ان $\sigma=79MN/m^2$

ومن هاتين القيمتين للإجهاد وخاصة في حالة استخدام الدعامـــة نجـد آن الإجـــهاد الأقصى المسموح به للحديد المطاوع المستخدم في عمل الدعامة اقـــل مـــن هـــذا الإجـــهاد (79MN/m) وعليه لا يبرر استخدام هذه الدعامة من الحديد المطاوع الذي يتراوح إجـــهاده الأقصى بين ($50\text{-}60MN/m^2$) وإذا كان لابد من استخداما يمكن تغيرها بـــأخرى ذات أبعـــاد اكبر .

الفصل الثاني

المقاومات الناشئة من حركة المركبة

في حالة سير المركبة تتعرض لعدة مقاومات منها

2-1مقاومة التدحرج:-

تنشأ مقاومة التدحرج أساسا تغير شكل الإطارات أو الطريق كما تشمل أيضا احتكاك المحـــور . ونجد ان مقاومة التدحرج للسيارة تزيد بزيادة الضغط المنخفض جدا في الاطارات ومقاومة التدحـــرج Rr تعرف بالقوة المطلوبة فقط لتحريك المركبة عند سرعة منتظمة معطاه على المستوى .

تزيد المقاومة بزيادة الحمل وتتأثر بدرجة حراره تشغيل الاطارات اما سرعة المركبة فيها تـــأثير صغير تحت ظروف التشغيل العادية ولكن السرعات العالية تنتج زيادة حادة في المقاومة .

واذا اعتبر وزن البص فان

$$Rr = K\ W \quad __ (2-1)$$

حيث w وزن البص ويساوي 137KN

K معامل مقاومة التدحرج ويساوي ($5.9.10^{-3}$ لطريق معبدا) مرجع (ز)

$$\therefore Rr = 808N$$

أما في حالة الطرق المتحدره فهي

$$Rr = Kw\cos 0$$

حيث θ زاوية ميلان المنحدر

2-2مقاومة الهواء:

وهي عبارة عن مقاومة تنشأ بواسطة الهواء أثناء حركة المركبة وهي ذات أثر على أداء المركبة وتعتمد على شكل وحجم المركبة والمساحة ا لمقطعة الامامية وسرعة الهواء ، وعنـــد حســـاب مقاومـــة الهواء تعتبر سرعة المركبة هي سرعة الهواء وعليه

$$Ra = K_a A V^2 \quad __ (2-2)$$

K_a معامل مقاومة الهواء بالـــ Nhr2/m2km2

وهو للشاحنات 0.045 مرجع رقم (3) .

V سرعة المركبة با km/hr

A المساحة المنقطة الامامية بال m^2 وتحسب من

A=0.9* body height*wheeltrak

مرجع رقم (١)

والبص

$$A = 0.9 * 205 * 5.5 = 504m^2$$

$$\therefore Ra = 0.24V^2$$

ومن المعادلات عالية نجد ان المقاومة الكلية لطرق مستوية تساوي مجموع المقاومات :

$$\therefore R = Rr + Ra$$
$$= 808 + 0.24V^2$$

رسم المخطط 1 الذي يوضح السرعة بالـ Km/hr ضد المقاومة بالت N من المخطط نجد ان مقاومة التدحرج تكون ثابتة عند قيمة محدودة ولا تتغير بتغيير السرعة لانها تعتمد على الوزن ومعامل مقاومة التدحرج وهما ثوابت .

أما مقاومة الهواء فتتناسب تناسباً طردياً مع مربع السرعة وهي مقاومة ذات أثر كبير ويتم تقليلها بخفض المساحة المسقطة الأمامية لهيكل البص وذلك بتقليل زاوية السقوط بالنسبة للهواء بحيث يتباطأ سير الهواء حتى ينفصل في المؤخرة بدون دوامة تعيق مسيرة البص

الفصل الثالث

سرعة الانزلاق والانقلاب

أن حركة المركبة في منعطف تكون تحت تأثير قوتين هما الوزن الي اسفل والجذب المركزي التي تعتمد علي سرعة المركبة ولكي لايحدث انزلاق وانقلاب لابد ان تكون هاتين القوتين في حالة اتزان

3-1سرعة الانزلاق والانقلاب في منعطفات مستوية

اعتبر مركبة كتلتها m تمر حول منعطف أفقي نصف قطره r بسرعة ثابتة v فان قوة الجـــذب المركزي علي هذه المركبة ستكون mv^2/r.

اجعل ردود الأفعال عند العجلات هما N_1,N_2 والقوة الاحتكاكية بين العجلات وسطح الطريـق هما $F_1.F_2$ علي الترتيب كما هو واضح في الشكل رقم(2-3) ملحق صفحة (١٣٢) .

هذه القوة الأربعة يمكن إحلالها بالمحصلة R والتي تكون مائلة مع المستوي المتعـــامد مـــع الطريـــق بزاوية احتكاك (α).

إذا لم يكن هنالك دوران حول مركز الثقل G فان محصلة القوة R يجب أن تمر خلال G كمـا هو واضح في الشكل رقم (3-b)وهكذا فان المركبة تكون متعرضة لقوتين فقط ، وزنها والمحصلـــة R وقيمة R فقط هي التي تعطي قوة الجذب المركزي الضرورية لابقاء حركة المركبـــة فـــي الممـــر الدائري وتصبح المركبة الأفقية للمركبة

$$R\sin\alpha = m\frac{V^2}{r} \quad \text{_____(8)}$$

المركبة الرأسية

$$R\cos\alpha = 9.81\ m \quad \text{_____(9)}$$

وبقسمة المعادلة (1)%(2) سنحصل علي

$$\tan\alpha = V^2/9.81r$$

من الشكل رقم (3-1) (a ,b) يمكن ملاحظة أن المركبة الأفقية لـــ R مساوية لمجموع القوي الاحتكاكية المتولدة بين العجلات والأرض وهي (F1+F2) .

عندما يتم الوصول إلى الحالات الحدية للاحتكاك فان الزاوية α ســـتصل إلـــى قيمتـــها القصـــوى Ø (زاوية الاحتكاك الحدية) وأيضاً ستصل قوة الجذب المركزي غلي أقصى قيمة ممكنة وهكـــذا ، مـــن المعادلة (10) عندما $\Theta = \alpha$ ، فان

$$\tan Ø = \mu = V^2/9.81\ r \quad \text{_____(11)}$$

حيث μ معامل الاحتكاك بين العجلات والطريق

$$\therefore V^2 = 9.81\ \mu r$$

$$V = \sqrt{9.81\ \mu r} \quad \text{_____ (12)}$$

وهذه هي السرعة القصوى لمركبة تمر في منعطف نصف قطره المعطى r ، وسيحدث انـزلاق للمركبة إذا زادت السرعة عن هذه القيمة . من الممكن لمركبة أن تنقلب حول إطاراتها الخارجية قبـــل أن تصل إلى سرعة الانزلاق . عندما تقرب المركبة من الانقلاب فان رد الفعل المتعامد N1 وقـــوى الاحتكاك F1 ستكون مساوية للصفر وهكذا فان الوزن الكلي للمركبة سينتقل إلي الإطارات الخارجيـــة كما هو واضح في الشكل رقم (3-2) .

إذا كانت المسافة بين مركزي الإطارين هي a 2 وارتفاع مركز كتلة المركبة فوق سطح الطريق هو h فان

$\tan \alpha = a/h$ ------ (13)

شكل رقم 3.3 .2 (مركبة تقترب من الانقلاب علي منعطف أفقي) بالتعويض في المعادلة (10) تعطي :-

$$\frac{a}{h} = \frac{V^2}{9.81\, ar} \quad \text{---------- (14)}$$

$$V = \sqrt{9.81\, ar/h} \quad \text{---------- (15)}$$

المعادلة (15) توضح أن ميل المركبة للانقلاب بتوقف علي أبعادها لأن زيادة قاعدة العجل أو خفض مركز الكتلة سيمكن المركبة من الدوران في منعطف بسرعة متزايدة .

3.3.2 سرعة الانزلاق والانقلاب في منعطفات مائلة :-

سيتم الآن اعتبار حالة مركبة تدور حول منعطف مائل بزاوية Θ علي المحور الأفقي .

شكل رقم (3.3.3) في هذا الشكل (3.3.3 a) N1, N2, F1, F2 مرة أخري هما ردود الأفعال المتعامدة والقوي الاحتكاكية عند العجلات علي الترتيب .

محصلة رد الفعل R لهذه القوي الأربع ما زال مائلة بزاوية α علي المستوي المتعامد مع الطريق ولكنها الآن مائلة بزاوية $(\alpha + \Theta)$ مع خط عمل وزن المركبة كما هو واضح في الشكل (3.3.3.b)

بنفس الاجراءات التي اتبعناها سابقا في المنعطفات المستوية

$R\sin(\alpha + \Theta) = mV^2/r$ ----------(16)

$R\cos(\alpha + \Theta) = 9.81m$ -----(17)

وبقسمة المعادلة (16)% (17) سنحصل علي

$\tan(\alpha + \Theta) = V^2/9.81m$ ---------(18)

هذه المعادلة يجب مقارنتها بالمعادلة (15) للطرق الأفقية .

بإعادة ترتيب المعادلة (18) وبفك $\tan(\alpha + \Theta)$ سنتحصل علي

$$V^2 9.81r = \frac{9.81r(\tan \alpha + \tan \Theta)}{1-(\tan \alpha \cdot \tan \Theta)} \quad \text{---------- (19)}$$

في حالة طريق معبد هنالك حالتان يتم اعتبارها :-

a / عندما $\alpha = 0$ ، فان رد الفعل R سيكون متعامدا مع الطريق وهكذا فانهلا يكون هناك احتكاك

$N1 = N2 = N$, $F1 = F2 = 0$

كما هو واضح في الشكل رقم (3.3.4)

من المعادلة (19)

$V = 9.81r \tan \Theta$----------(20)

بما أن $\tan \alpha = 0$

$\tan \Theta = V^2 / 9.81\, r$

الزاوية Θ في هذه المعادلة هي الزاوية التي لا يكون فيها ميل للإنـــزلاق لأنه ليـــس هنـــاك احتكاك .

ولأن N1=N2 فان المركبة لن تتقلب . أيضا في هذه الحالـــة يجـــب ملاحظـــة أن المكونـــات الأفقية لرد الفعل المتعامد N تعطي قوة الجذب المركزي وان هذا الوضع يمكن أن يتواجد في ســـرعة واحدة فقط يمكن إعطاؤها كالآتي :-

$V = \sqrt{(9.81 r \tan \Theta}$ --------(21)

b/ عندما تكون المركبة علي نقطة الانقلاب فانه لا يوجد رد فعل عند جانب الإطار الداخلي ومحصلـــة رد الفعل R ستعمل بالكامل علي الجانب الخارجي للإطارات كما هو واضح في الشـــكل رقـــم (5.3) حيث $\tan \alpha = a/h$

بالتعويض عن $\tan \alpha$ في المعادلة (19)

$$V^2 = \frac{9.81\, r\, (a/n) + \tan \Theta}{1 - (a/h) \tan \Theta} \text{ --------- (22)}$$

هذه المعادلة يمكن تطبيقها فقط إذا كان الاحتكاك كاف للسماح للمركبة بالدوران حول الجـــانب الخارجي للإطارات :

i. e $\tan \Theta > \tan \alpha$

$\mu > a/h$

أما إذا كان الاحتكاك غير كاف فان الإنزلاق سيحدث قبل الوصول إلى نقطة الانقلاب وهكذا

$\tan \Theta < \tan \alpha$

$\mu < a/h$

تحدث الحالة الحدية (liwifing condition) للإنزلاق عندما :

$\tan \alpha = \tan \Theta = \mu$

وهكذا فإن السرعة القصوي للإنزلاق هي

$$V = \sqrt{\frac{\{9.81 r \quad (\mu + \tan \Theta\}}{1 - \mu \tan \Theta}} \qquad \text{-------- (23)}$$

المعادلات 12 ، 15 يمكن تكوين الجدول رقم 3

والمعادلات 22، 23 ممكن تكوين الجداول 4، 5 لزوايا أقطار مختلفة وزوايا ميلان متغيرة في حالة المركبة بدون عفش وركاب في حالة الحمولة الكاملة

حيث r = نصف قطر المنعطف

μ = معامل الاحتكاك بين الطريق وهو للطرق المسفلتة 0.15(هندسة الطرق)

h =ارتفاع مركز الكتلة من الأرض وهو 1.88 م عند الحمولة الكاملة و1.32 م عند الحمولة غير الكاملة (بدون عفش وركاب)

a = نصف المسافة بين مركزي العجلين الخلفيين الاماميتين ويتضح من الجداول المذكورة عالية أن سرعتي الانزلاق والانقلاب تزيد بزيادة نصف قطر المنعطف وايضاً تزداد نسبياً في المنعطفات المائلة لنصف انصاف الاقطار والسرعات الموضحة في هذه الجداول هي السرعات الحدية بعدها مباشرة يمكن للمركبة ان تنزلق أو تنقلب .

الفصل الرابع

الاهتزازات الرأسية الحره

الاهتزاز حسب تعريفه هو عبارة عن حركة دورية حول وضع الاتزان وفي هذه الحالة هو مركز الكتلة G .

من الشكل رقم(4-1)

$\tan \Theta = \Delta x / a$

$\Delta X = a \tan \Theta$

إذا كانت الزاوية Θ صغيرة جدا بحيث يمكن تجاهلها

$\Delta X = a\ \Theta$ الطرف الأيسر

$\Delta X = b\ \Theta$ الطرف الأيمن

2.5.1 معادلات الحركة (Equation of motion)

/1 معادلة الحركة الخطية (Equation of traslatoinal motion)

$$-k1(x-a\Theta) - k2(x+b\Theta) = \omega mx$$
$$= -m\,\omega n^2 x$$

يمكن ترتيبها كالآتي :-

$$(m\omega n^2 - k1 - k2)x + (k1a - k2b)\Theta = 0 \text{----------(1)}$$

/2 معادلة الحركة الزاوية (Equation of angular motion)

$$k1(x-a\Theta)a - k2(x+b\Theta)b = I_G\Theta = -I_G\omega n^2\Theta$$

يمكن ترتيبها كالآتي :-

$$(k1a-k2b)x + (I_G\omega n^2 - k1a^2 - k2b^2)\Theta = 0 \text{-------- (2)}$$

بوضع المعادلتين (1)و(2) عالية في شكل مصفوفة وبايجاد المحددة لها لتحديد قيمة ωn

$$\begin{bmatrix} (m\omega n^2 - k1 - k2) & (k1a-k2b) \\ (k1a-k2b) & (I_G\omega n^2 - k1a2 - k2b2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ \Theta \end{bmatrix} = 0$$

$$mI_G\,\omega n^4 - m\omega n^2 k_1a^2 - m\omega n2\,k_2b^2 - k_1I_G\,\omega n^2 + k^2{}_1a^2 + k_1k_2b^2 - k_2I_G\omega n^2 + k_1k_2a^2 + k_2{}^2b^2 - (k_1{}^2a^2 - 2k_1k_2ab + k_2{}^2b^2) = 0$$

حيث يمكن إختصارها فى المعادلة التالية :-

$$mI_G\,\omega n^4 - \omega n^2\{m(k_1a^2 + k_2b^2) + I_G(k_1k_2)\} + k_1k_2(a+b)^2 = 0 \longrightarrow (3)$$

بقسمة طرفي المعادلة % mI_G :-

$$\omega n^4 - \{ (k_1a^2 + k_2b^2) + (k_1 + k_2) \frac{\omega n2}{m} + k_1k_2b^2(a+b)^2 = 0 \quad \longrightarrow (4)$$

لإيجاد قسمة ω_n (التردد الطبيعي) فإننا فى البداية نحتاج لإيجاد قيم I_G, k_2, k_1, b, a

2.4 إيجاد كزازة الياياات الورقية :-

يرتبط عمل الياياات الورقية (LEAF SPRINGS) شكل رقم(2.4) [illegible]

بالأطوال غير المتساوية لشرائح الياي الواحد ويوجد الاحتكاك بينهما أثناء ثنيهما ، والاحتكاك يدخل في صيغة حساب مقدار الانحناءة في الياي بواسطة العامل k>1 . وتقوس الياي يُهمل في الحسابات للعملية . وفى التقريب الأول يمكن افتراض أن الجهد المؤثر على الياي موزع بين شرائحه بالتساوي ، أي أن الجهد على الشريحة الواحدة يساوي P/i حيث i هو عدد الشرائح الكلي في الياي .

حيث $L_1 = L_2 = 0.5L$

إذا كان P هو الحمل بالـ kg ، والإجهاد المسموح به يتراوح بين $(4500 - 6000)\ kg\ f/cm^2$

إجهاد الإنحناء الأقصى : (مرجع (٩)

$$\sigma = \frac{3PL}{2ibn^2} \quad \text{_____ (1)}$$

التشوه في الياي :

$$\lambda = \frac{KPL^3}{ibh^3} \quad \text{_____ (2)}$$

حيث :

K = معامل التصحيح ويساوى 1.5 ، فالمعدن الذى يصنع منه الياي هو الصلب الكربوني ذو نسبة الكربون العالية .

E = معاير المرونة فى حالة الشد والإنضغاط = $2x10^6 KG/cm^2$

i = عدد الشرائح .

h ,b = هما عرض وسمك الشريحة الواحدة على الترتيب .

L = طول الشريحة.

$$h = \frac{1}{12} \times 10\text{-}6\ KL2\ \frac{\sigma}{\lambda} \longrightarrow (3)$$

$$i\ b = \frac{3pL}{2h^2 6} \longrightarrow (4)$$

وتتراوح قيم k بين (1.25 - 1.50) (مرجع 4)

حيث طول اليايات الورقية عند المحور الخلفي $L = 164cm$

وطول اليايات الورقية عند المحور الأمامي $L = 148cm$

للحمولة الكلية للبص :-

$m = 13630.35kg$

$h = 1cm = 0.01m$

$b = 9cm = 0.0qm$

$i = 2 \times 9 = 18$

$R_R = 40064.23N$

(عند المحور الخلفي)

باستخدام المعادلة (2) ،

$$\lambda = \frac{KPL^3}{4Eibh^3}$$

$$E = 2 \times 10^6 \times 10^4 \times 9.81 = 19.62 \times 10^{10}\ N/m^2$$

$$\lambda = \frac{1.5 \times 40[illegible] \times (1.64)^3 \times (0.5)}{4 \times 19.62 \times 10^{10} \times 18 \times 0.09 \times (0.01)^3} = 0.208m$$

التشوه الكلي في الياي $= 0.208m$

قوة الانفعال في الياي ،

$$F = K\lambda$$

$$K_1 = K_R = \frac{F}{\lambda} = \frac{40[illegible]}{0.208} = 192.4KN/m$$

ثانياً عند المحور الأمامي

$R_F = 25375.17N$

باستخدام المعادلة (2) وبوضع :

$L = 1.48\ m$

$K = 1.5$

$i = 9$

$b = 0.09$

$$\lambda = \frac{1.5 \times 2[illegible] \times (1.48)^3}{4 \times 19.62 \times 10^{10} \times 9 \times 0.09 \times (0.01)^3} = 0.214m$$

$K_2 = K_F = \frac{F}{\lambda} = \frac{28.K.10^3}{0.214}$ = [illegible]

= 130.[illegible] KN/m

تحديد عزم القصور الذاتي حول المحور Z : 3.4

من الشكل (3.4) يتضح أن :

كتلة الكابينة :

$m_1 = 4556.[illegible]$ kg

كتلة السقف :

$m_2 = 3559.[illegible]$ kg

كتلة الجزء الخلفي :

$m_3 = 68.5$ kg

كتلة الجانبين :

$m_4 = 2 \times 610.[illegible]$ kg

كتلة الأرضية :

$m_5 = 3934.[illegible]$ kg

إيجاد عزم القصور الذاتي حول المحور Z بمركز كتلة البص C.G باستخدام نظرية المحاور المتوازية بحسم مصمت .

$$Iz = \frac{mi}{12}(a^2 + d^2) + m_1 h_1^2$$

حيث h تمثل البعد العمودي بمركز الكتلة المعينة عن مركز كتلة البص C.G ولجسم مفرغ وهنا يمثل هيكل الصندوق .

$$Iz_2 = \frac{m_2}{12} E^2 + m_2 h_2^2$$

$$Iz_3 = \frac{m_3}{12} b^2 + m_3 h_3^2$$

$$Iz_4 = \left(\frac{m_4}{12}(b^2 + E^2) + m_4 h_4^2\right) \times 2$$

$$Iz_5 = \left(\frac{m_5}{12} E^2 + m_5 h_5^2\right.$$

$h_1 = 3.36$m

$h_2 = 1.75$m $= h_5 = h_4$

$h_3 = 5.8$m

$$Iz_1 = \frac{4556.2159}{12}(1017^2 + 1085^2) + 4556.2159 \times (3.36)^2$$

$$Iz_1 = 53257.076 \text{kgm}^2$$

$$Iz_2 = \frac{355902}{12} \times (801)^2 + 355902 \times (1075)^2 = 30359.976 \text{kgm}^2$$

$$Iz_3 = \frac{6805}{12} \times (2.05)^2 + 6805 \times (5.08)^2 = 2340.017 kgm^2$$

$$Iz_4 = 2 \quad \frac{610.3371}{12} \times (2.5^2 + 8.1^2) + 610.3371 \times (1.75)^2$$

$$Iz_4 = 11048.12 kgm^2$$

$$Iz_5 = \frac{3934.74}{12} \times (8.1)^2 + 3934.74 \times (1.75)^2 = 33663.33 kgm^2$$

$$Iz = 53257.076 + 30359.976 + 2340.017 + 11048.12 + 33563.33 =$$

$$Iz = 130568.52 kgm^2$$

4.4 تحليل الاهتزازات :-

بوضع :

$m = 13636.3$ kg

$I_G = 130568.52 \ kgm^2$

$K_1 = 384$ kn/m

$K_2 = 280.5$ kn/m

$a = 2.8$m

$b = 2.3$m

بتعويض القيم اعلاه في المعادلة (4)

$$\omega_n^4 - \frac{(k_1 a^2 + k2\, b^2)}{I_G} + \frac{(k_1 + k_2)}{m} \omega_n^2 + \frac{k_1 k_2 (a+b)^2}{m I_G} = 0 \longrightarrow (4)$$

$$\omega_n^4 - 80.8 \omega n^2 + 1458.5$$

من معادلة الحل العام :

$$\omega_n^2 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4ac}}{2a}$$

$a = 1$, $b = -80.8$, $c = 1458.5$

نجد أن :

$$\omega_n^2 = 40.8 \pm 35.6$$

ومنها :

$\omega_{n_1}^2 = 76.2$ rad/5 ec

$\omega_n^2 = 5.2$ rad/5 ec

وهي الذبذبات الطبيعية للاهتزاز الحر الرأسي للبص .

مناقشة النتائج

من التحليلات السابقة وجد ان وزن الصندوق لايتجاوز الوزن المسموح به في التصميم الأصلي 16.5ton في حالة الحمولة الكاملة ولكن الزيادة في طول الشاسيه الاصلي والتي صممت لزيادة عدد المقاعد الخلفية تعمل على جعل مركز الثقل ان يكون قريبا من المحور الخلفي مما يساعد على الدوران حوله في حالة السرعات العالية في الصعود الى المنحدرات الصغيرة .

كما وجد ان اقصى جهاد في مقطع عارضة البص يساوي $79MN/m^2$ في حالة وجود دعامة على طول الشاسيه الاصلي وهي مصنوعة من الحديد المطاوع التجاري والذي يتراوح اجهاده الاقصى المتعامد $50\text{-}60MN/m^2$ وعليه فان الدعامة المستخدمة بالابعاد الموجودةلاتبرر استخدام الحديد المطاوع واذا كان لابد من استخدامها في هذه الزيادة يجب استخدام دعامة بابعاد اكبر جتى يمكن من استخدام الفولاذ الطري .

وجد ان المقاولات الناشية من حركة المركبة تعتمد على الوزن كما في حالة مقاومة التدحرج التي بلغت قيمتها 808N وهي مقاومة ثابتة في كل الحالات ولكن المقاومة الناتجة من الهواء تزيد بازدياد السرعة لانها تعتمد على مربع السرعةو الشكل .

كما وجد ان بعد مركز الثقل الراسي يحدد سرعات الانزلاق والانقلاب في المنعطفات وذلك لان العزم الناتج من حركة المركبة في منعطف تعتمد علي هذا البعد بالاضافة الى البعد بين الاطارات الخلفية أو الامامية وهذا البعد وجد انه مناسب تقريباً في حالة المنعطفات الموجودة في الطرق المحلية كما أنه يعطي سرعات مناسبة للسير واذا دعت الضرورة الى تقليله يمكن التحكم في توزيع الكتل من حيث الاوزان والابعاد ليعطي ارتفاع اقل .

وجد ان هنالك قيمتان للتردد الطبيعي في حالة الاهتزازات الراسية الحره ونجد ان هنالك تفاوتاً في التقسيمات ويعزى هذا لعدم وجود مركز الثقل في المنتصف وان رد الفعل الاساسي لايساوي رد الفعل الخلفي ولذلك نجد ان الياتات في المحور الخلفي اكبر منها في المحور الامامي .

الاستنتاجات

1/الهيكل المصنوع لايتجاوز حمولته الحمولة المسموح بها في التصميم الاصلي للشاحنة .

2/مركز الثقل يميل كثيراً للمحور الخلفي في حالة الحمولة الكاملة .

3/الارتفاع الراسي لمركز الثقل مناسباً (1-3m) في حالة الحمولة الكاملة .

4/اجهاد الشد والضغط في حال وجود دعامة علي الشاسي اقل بكثير عنها في حالة عدم وجود الدعامة وان قيمته لاتبرر استخدامها .

5/مقاومة التدحرج يمكن تقليلها بتقليل الوزن اما مقاومة الهواء فتعتمد علي السرعة وشكل الهيكل .

6/سرعة الانزلاق والانقلاب تعتمد علي نصف قطر المنعطف والبعد الراسي لمركز الثقل وميلان سطح الطريق عند المنعطف .

7/التفاوت في قيم الذبذبات الطبيعية الراسية يعذي لعدم وجود مركز الثقل في المنتصف واختلاف ردود الافعال والياءات المستعملة .

المراجع

1- JOHN FENTION VEHICLE BODY LAYOUT AND ANALYSIS FULMOST BY SANTYPE INTERNATIONAL LIMITED SALISHURY , WILTS PRINTED BY : ST. Edmunds , Suffolk Mechanical Engineering Publication LTD , LONDON 1980

2- G-H RYDER , STRENGTH OF MATERIALS , HIGHER FURTHER EDUCATION DIVISION Macmillan Puplishers LTD LONDON AND BASINGSTOKE 1969

3-Dr .N.K.GIRI ,PROBLEM IN AUTOMOBILE MECHANICS , Publication By , Rolesh Chander Khanna , Khanna Publication 1988

4- شيركو شاكر فتاح نظرية السيارات , بغداد ١٩٨١

الملاحق

(أ) الجداول

جدول رقم (1) :

سرعة الانزلاق والانقلاب في منعطفات مستوية ($\theta = 0$)

سرعة الإنقلاب بالعفش والركاب (vt2)		سرعة الإنقلاب بدون العفش (v4)		سرعة الإنزلاق		r(m)
Kmm	M/s	Km/u	m/s	Km/u	m/s	
40.1	11.14	46.92	12.2	19.53	5.425	20
56.74	15.76	62.1	17.24	27.62	7.672	40
69.48	19.3	76	21.12	33.82	9.396	60
80.2	22.29	89.84	24.4	39	10.85	80
89.7	24.92	98.14	27.26	43.7	12.13	100
98.3	27.3	107.5	29.86	47.84	13.29	120

جدول رقم(2):

سرعةالإنزلاق والإنقلاب في منعطفات مائلة ($\theta = 15$)

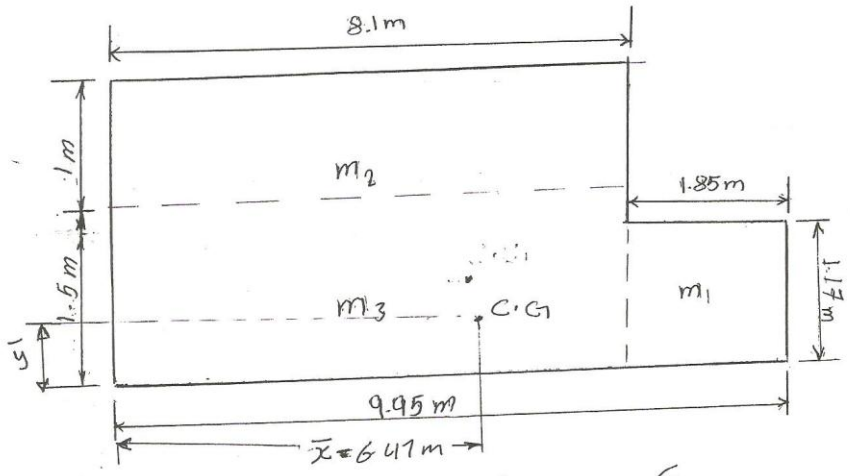
سرعة الإنقلاب بالعفش والركاب		سرعة الإنقلاب بدون العفش والركاب		سرعة الإنزلاق (vs)		r(m)
Kmm	M/s	Km/u	m/s	Km/u	m/s	
52.5	14.589	57.204	15.89	26.1	7.25	20
74.27	20.63	80.892	22.47	36.91	10.254	40
90.97	25.269	99.072	27.52	45.2	12.558	60
105	29.178	114.408	31.78	52.2	14.50	80
117.4	32.62	128	35.53	58.35	16.21	100
128.65	35.74	140	38.92	64.8	18	120

جدول رقم (3)

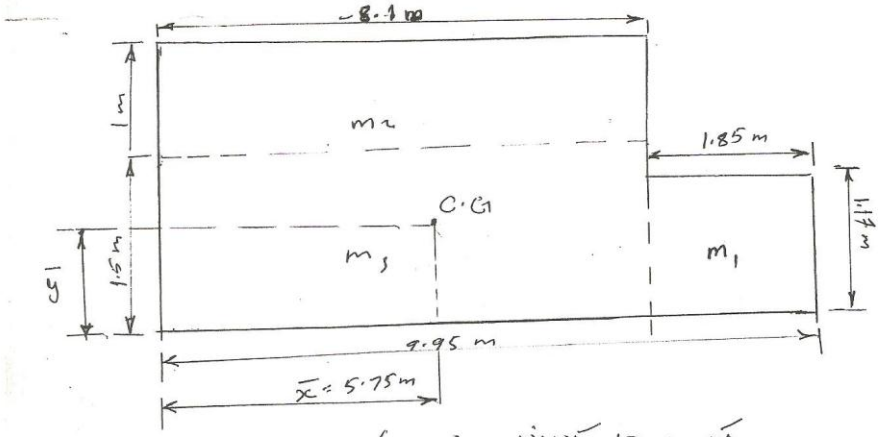
سرعة الإنزلاق والإنقلاب في منعطفات مائلة ($\theta = 30$)

سرعة الإنقلاب بالعفش والركاب		سرعة الإنقلاب بدون العفش والركاب		سرعة الإنزلاق (vs)		r(m)
Km/hr	m/s	Km/hr	m/s	Km/hr	m/s	
69.6	19.34	77.68	21.58	38.3	10.64	20
98.5	27.36	109.84	30.51	54.2	15.052	40
120.6	33.5	134.5	37.37	66.35	18.43	60
139.28	28.69	155.34	43.15	76.64	21.29	80
155.7	43.25	173.7	48.25	85.64	23.79	100
170.57	47.38	190.26	52.85	93.85	26.07	120

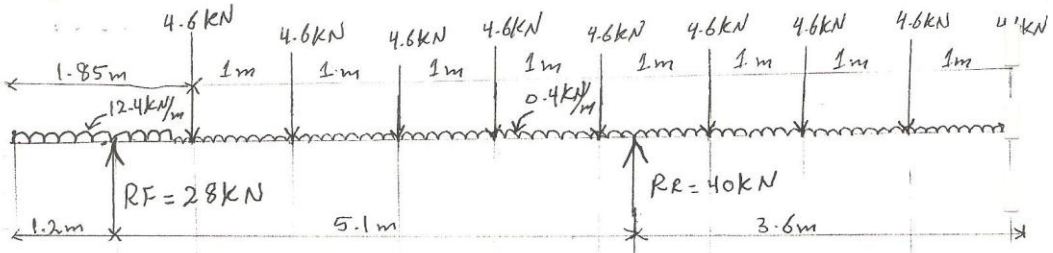
(ب) الرسومات



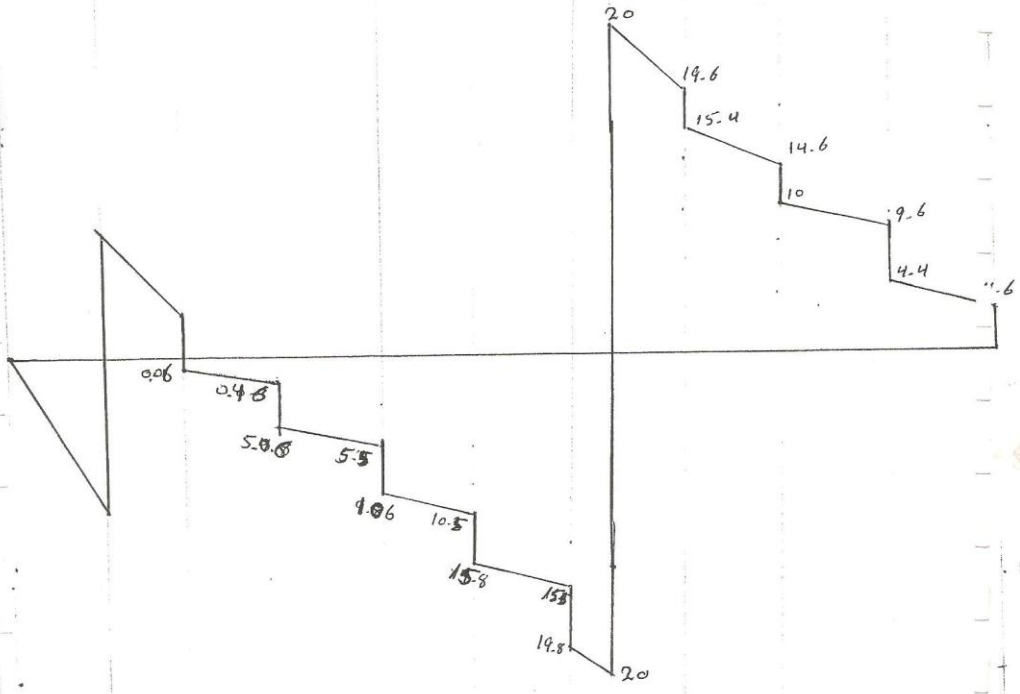
شكل (1.1) مركز الثقل بدون العفش والركاب

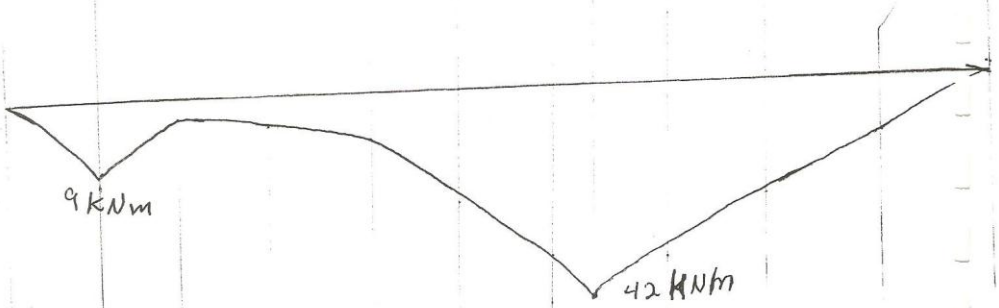


شكل (1-3) مركز الثقل بالعفش والركاب

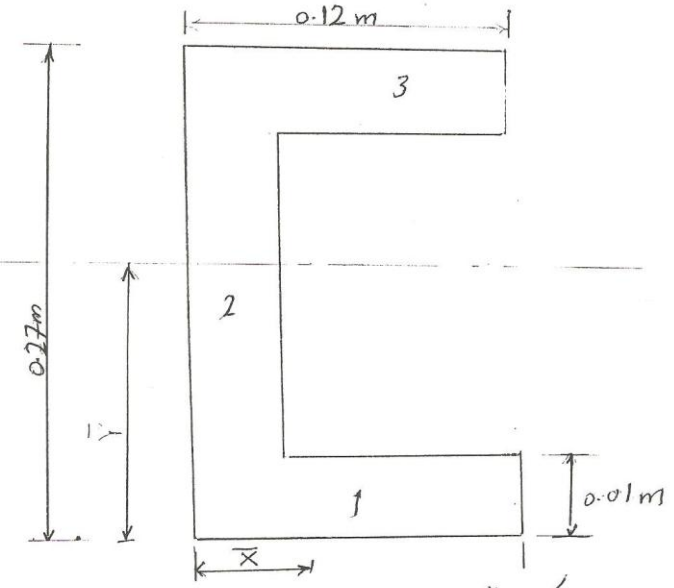


شكل (1.3) توزيع الاحمال على عارضة البص

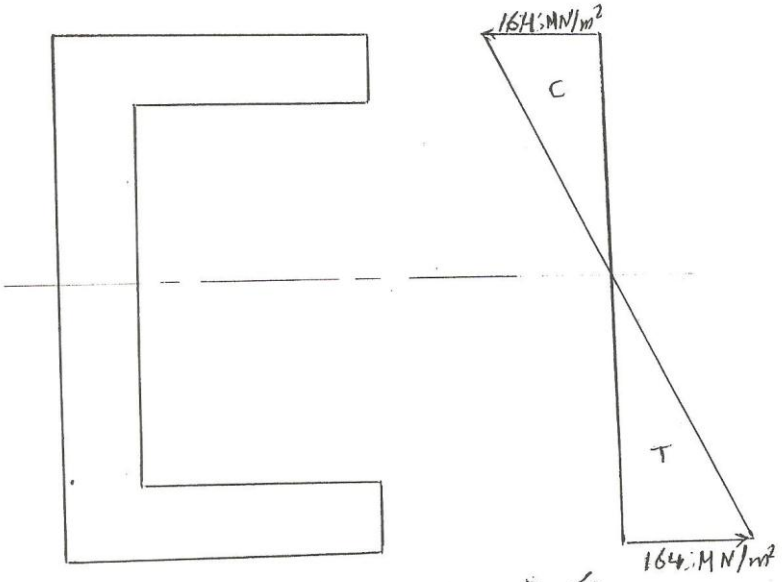




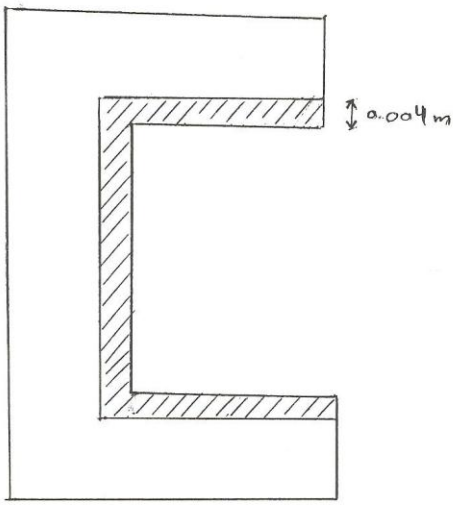
شكل (1.4) مخطط قوه القص وعزم الانحناء



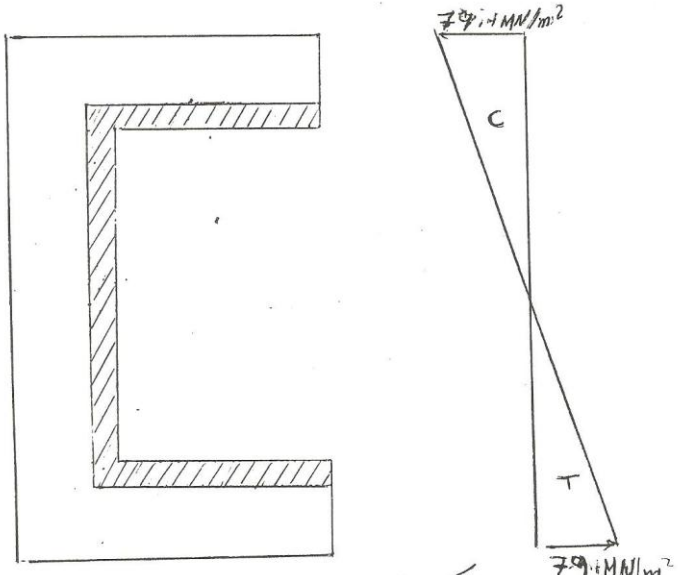
شكل رقم (1-5) مقطع العارضة بدون دعامة



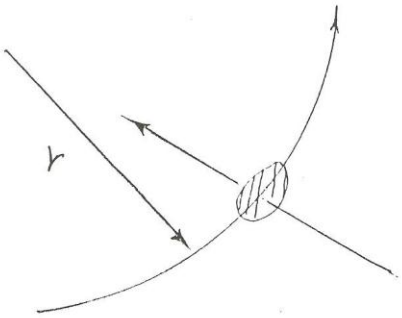
شكل رقم (1-6) توزيع الإجهادات على المقطع

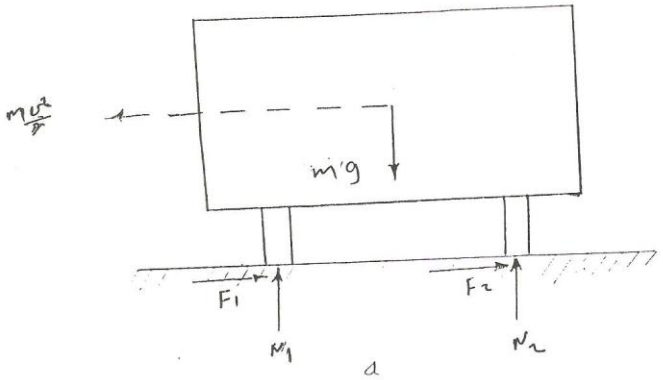


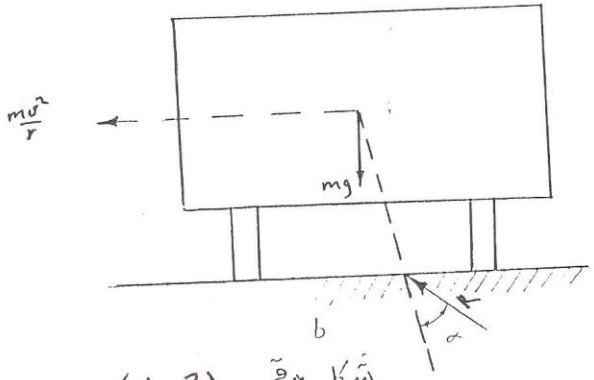
شكل رقم (1-7) مقطع الكمرة باستخدام دعامة



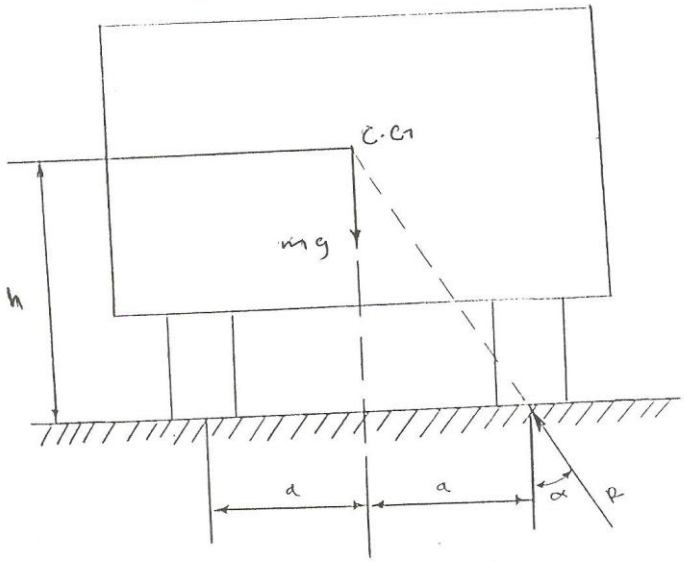
شكل رقم (1-8) توزيع الاجهادات على المقطع





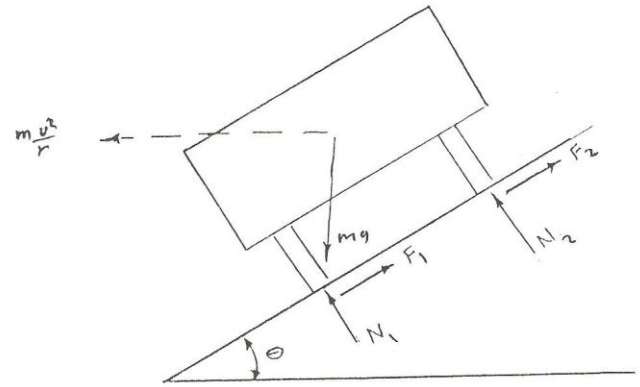


شكل رقم (1-3)
يوضح مركبة رعلى منعطف مستوى

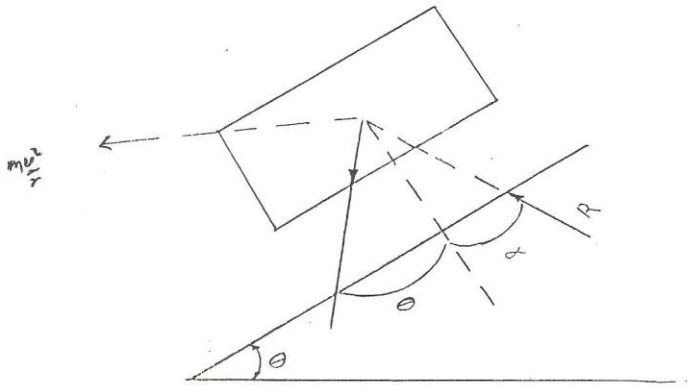


شكل رقم (2-3)

مركبة تقترب من الانقلاب على مستوى افقي



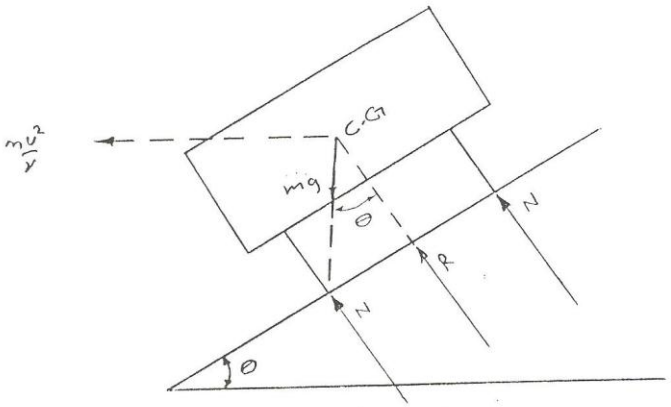
a



b

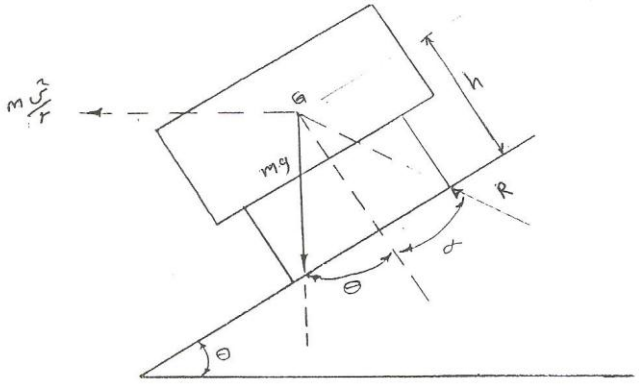
شكل رقم (3-3)

مركبة على منحدر مائل



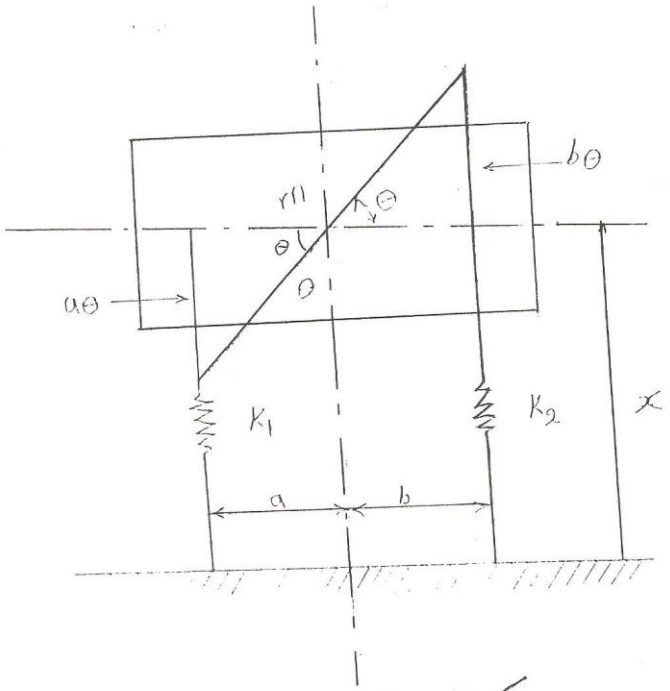
شكل رقم (4-3)

مركبة على منعطف مائل دون انقلاب

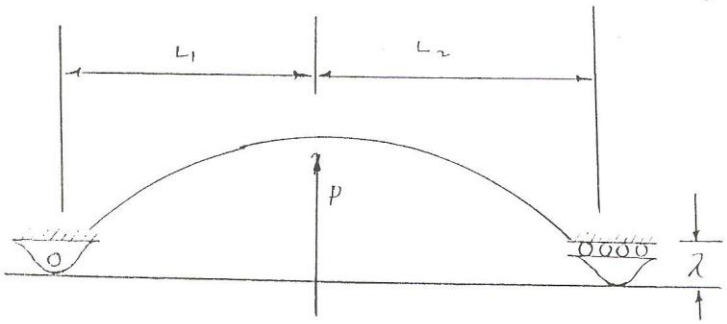


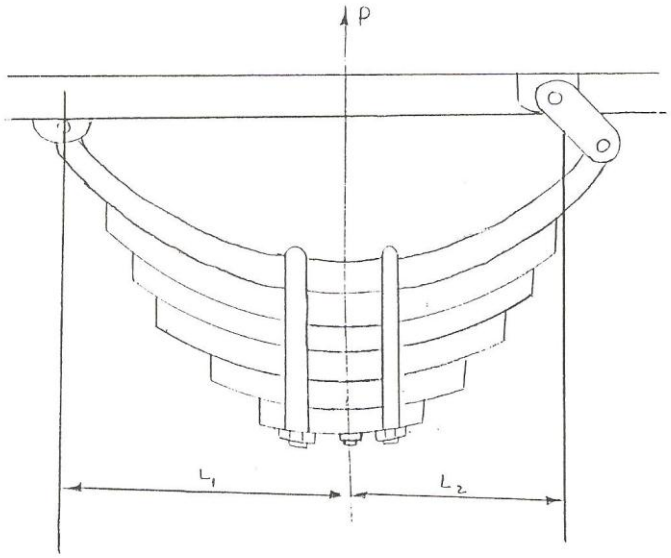
شكل رقم (5-3)

مركبة تقترب من الانقلاب على منعطف مائل

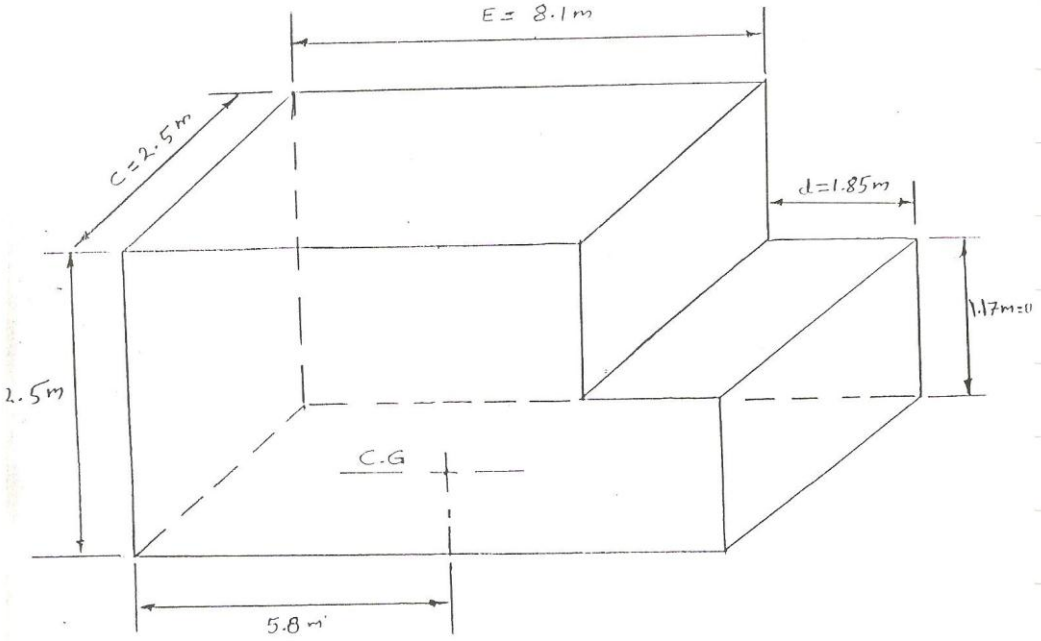


(1-4) شکل





شکل رقم (2-4)
پای ورقی



شكل (3-4)

يوضح ابعـــاد الهيكل

منحنى (1) السرعة عند المتاوحة