الفصل الرابع

4

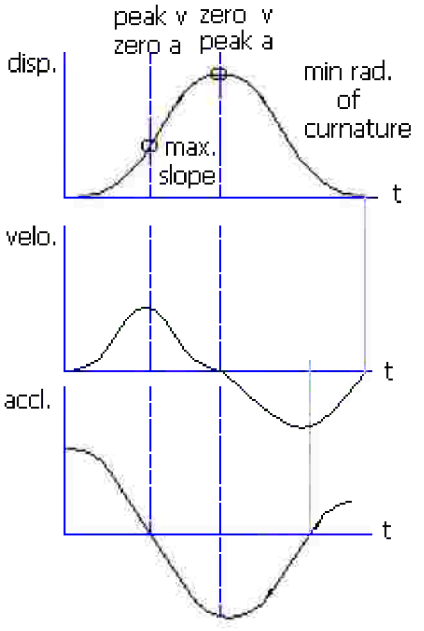
مخططات الحركة Motion curves

لقد تم في الفصول السابقة استعراض بعض الطرق لحساب السرعة والعجلة النسبيتين لأي نقطة على آلية في طور معين. إنّ هذه الطرق ستعطي قيم السرع عند أطوار مختلفة وغير متصلة ومن المستحيل معرفة القيم القصوى للسرعة أو العجلة خلال حركة الآلية بمجرد الفحص لهذه الطرق، وبالتالي من الضروري إيجاد عدة نقاط للحصول على الأطوار الحرجة للآلية. بمعنى آخر يجب الحصول على سجل لحركة نقطة معينة أو وصلة لدورة كاملة للآلية لمعرفة القيم القصوى وهو ما تقوم به مخططات الحركة.

1-4 مقدمة

تتكون مخططات الحركة لنقطة ما، أو وصلة، من ثلاثة مخططات، مخطط الإزاحة- الزمن، السرعة – الزمن، العجلة – الزمن. الزمن في كل حالة؛ عادة، هو الزمن المطلوب لدورة واحدة للقائد. توجد طريقتان عامتان للحصول على مثل هذه المخططات. تتمثل الطريقة الأولى في رسم الآلية عند عدة مواضع لها في أطوارها المختلفة (عادة 12 موضع أو أكثر) وإنشاء مخططات السرعة والعجلة لكل طور من هذه الأطوار، ومن ثم استخدام القيم المتحصل عليها في رسم مخططات السرعة والعجلة. من مزايا هذه الطريقة دقتها، وكذلك توفر قيم السرعة والعجلة لجميع النقاط على الآلية عند هذه الأطوار، إلا أن من أهم عيوبها احتياجها لوقت وجهدٍ كبيرين لإنشاء هذه المخططات وحساب هذه القيم.

تتلخص الطريقة الثانية في إنشاء مخطط الإزاحة – الزمن (عادة يطلق عليه مخطط الإزاحة) ومن ثم الحصول على مخططات السرعة والعجلة عن طريق تفاضل هذا المخطط. بهذه الطريقة يمكن الحصول على مخطط السرعة من مخطط الإزاحة وعلى مخطط العجلة من مخطط السرعة.



شكل (4-1)

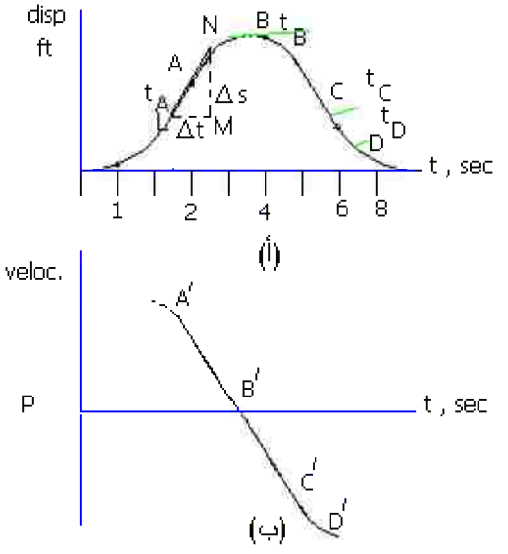
يوضح الشكل (4-1) مخططات الإزاحة لنقطة.

توضح هذه المخططات بسهولة النقاط الحرجة للعجلة والسرعة؛ بوجود قليل من الخبرة فإن مخطط الإزاحة يمكنه توضيح العديد من النقاط.

يمكن ملاحظة أن سرعة نقطة تتناسب مع ميل منحنى الإزاحة، أما عجلة النقطة فتتناسب عكسياً مع نصف قطر منحنى الإزاحة.

2-4 المخطط التفاضلي Graphical Differentiation

تعتمد هذه الطريقة على إيجاد ميل جميع المماسات للمنحنى المرسوم واستخدام هذا الميل في رسم المنحنى الموالي، والذي يطلق عليه أنه اشتقاق المنحنى الأول.



شكل (4-2)

يوضح الشكل (4-2) أ إزاحة نقطة ما (بالقدم) تتغير مع الزمن (بالثانية). عند النقطة A تم رسم المماس t_A لهذه النقطة على المنحنى، وكذلك رسم المثلث **LMN**. ميل المنحنى عند النقطة A يساوي (LM / MN) حيث MN يعبر عنها بوحدات الإزاحة، حيث **LM** بوحدات الزمن.

السرعة اللحظية عند A هي :

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{3.4}{2} = 1.7 \ \ ft/\sec$$

هذه النقطة يمكن إسقاطها على مخطط السرعة A' (شكل (4-2)ب).

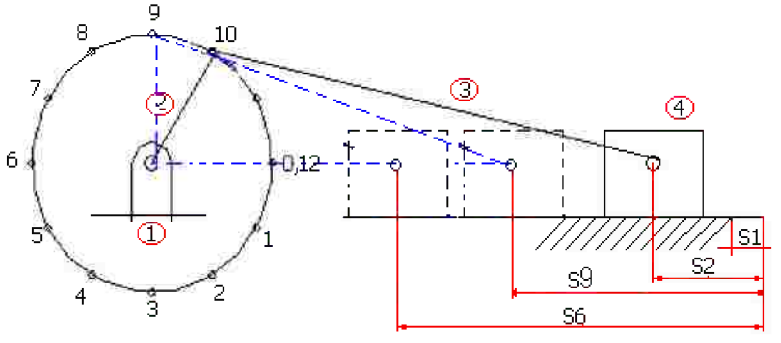
يمكن إعادة نفس العملية مع باقي النقاط على مخطط الإزاحة وهي B,C,D، ويتم إسقاطها على مخطط السرعة كنقاط مكافئة B',C',D' . هذه الطريقة في إيجاد مخطط السرعة تستلزم وقتاً، وتوجد طرق أبسط لرسم مثل هذا المنحنى.

من الواضح أنه عند رسم مثلثات عند النقاط D,C,B لها نفس القاعدة LM، فإن ارتفاعها يتناسب مع ميل هذه النقاط، وبالتالي يتناسب مع سرعتها. بمعنى آخر فإن مخطط السرعة يمكن إنشاؤه عن طريق ارتفاع هذه النقاط. وعوضاً عن إنشاء هذه المثلثات على مخطط الإزاحة، يمكن إنشاء الضلع المجاور على محور x في مخطط السرعة، كما بالشكل (4-2) ب. يمكن ملاحظة أن المثلث POR يناظر المثلث LMN. وبالتالي عند النقطة A يمكن اختيار مقياس رسم مناسب وإنشاء مخطط السرعة واستخدام هذه الطريقة في إيجاد باقي النقاط.

ويوضح المثال (4-1) استخدام هذه الطريقة.

مثال 4-1

يوضح الشكل (4-3) آلية مرفق – منزلق. إذا علمت أن المرفق يدور مع عقارب الساعة بسرعة زاوية 1 rev/sec ارسم مخططات الحركة للمنزلق.



شكل (4-3)

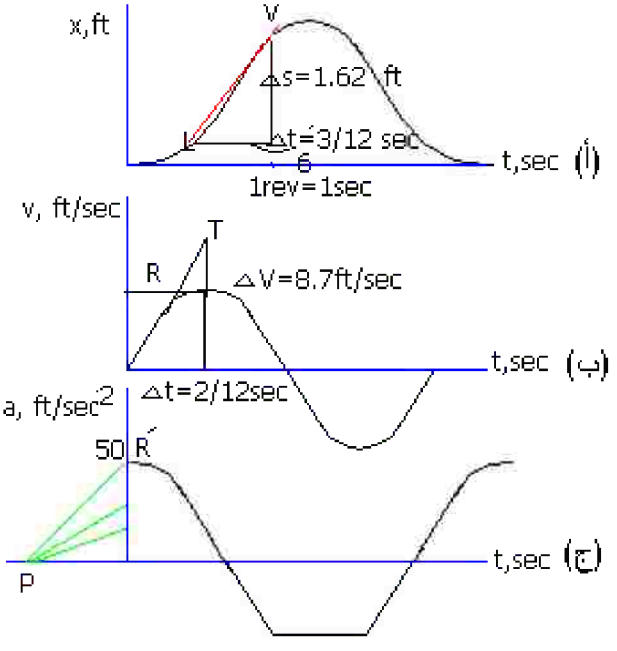
الحل :

- ارسم الآلية في مواضع مختلفة، كل °30، شكل (4-3).
- ضع النقاط المختلفة لإزاحة المنزلق على مخطط الإزاحة، شكل (4-2)أ، للمواضع لاثني عشر.
- أنشئ المثلث LMN، اختر الضلع المجاور كرقم صحيح؛ وهو في هذه الحالة 3، أي (12/3) ثانية، والارتفاع 1.62 قدم.

$$V_{max} \cong \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{1.62}{3/12} = 6.48 \ ft/sec$$

- اختر مقياس رسم مناسب لمخطط السرعة، حيث أقصى وأقل سرعة معلومتان، وضع أقصى سرعة على المخطط وهي 6.48 ft/sec، وارسم الخط RP موازي لـ LN وبالتالي تم تحديد النقطة P.
- ارسم خطوطاً عمودية على النقاط المختلفة في مخطط الإزاحة، ومن النقطة P ارسم خطوطاً عمودية على الخطوط المنشأة في مخطط الإزاحة.
- من نقاط التقاطع المتحصل عليها ارسم منحنى يمثل مخطط السرعة.
- بإتباع نفس الخطوات السابقة أنشئ مخطط العجلة (شكل (4-4)ج).
- أوجد العجلة القصوى من العلاقة :

$$a_{max} \cong \frac{\Delta \vartheta}{\Delta t} = \frac{8.7}{2/12} = 52.28 \ ft/sec^2$$



شكل (4-4) أ،ب،ج