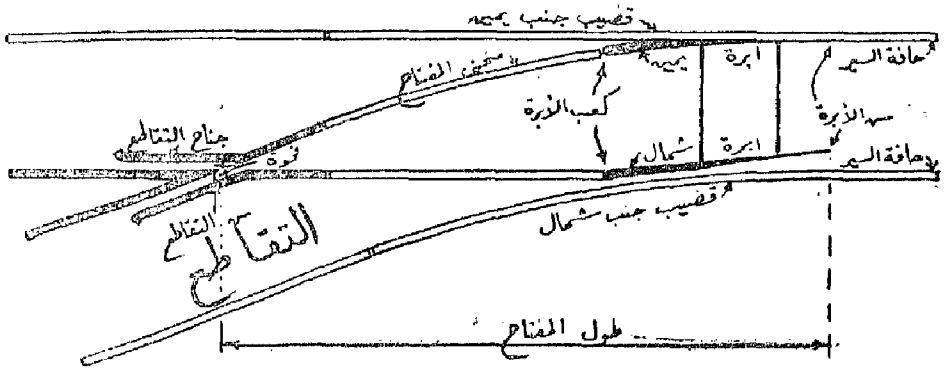
الباب التاسع

التفريعات

المفتاح Turnout :

أساس التفريعات فى السكك الحديدية هو المفتاح والمفتاح وسيلة يستطيع بها القطار أن ينتقل من سكة إلى أخرى وهو يتكون من جزءين أساسيين الإبرتان والتقاطع وهما مبينان فى الشكل نمرة (١١٨). ويصل إحدى الإبرتين بالتقاطع قضيب منحن يطلق عليه إسم قضيب منحنى المفتاح .



شكل نمرة (١١٨)

والإبرة عبارة عن جزء من قضيب قشطت جوانبه وشكلت كى تبقى حافة السير مستمرة عندما تتكئ على قضيب الجنب فى حالتها المقفولة . والمفتاح إبرتان تتصل الواحدة منهما بالأخرى بذراعين الأول من جهة السن يسمى ذراع الحركة[1] والآخر خلفه للمحافظة على البعد بين الإبرتين .

والتقاطع هو الجزء الذى يتقاطع فيه قضيب منحنى المفتاح مع القضيب الأصلى ويلزم لذلك ترك فجوة فى كل من القضيبين وذلك بثنى كل منهما عند التقاطع لمسافة قصيرة فى اتجاه مواز للقضيب الآخر من أجل إمرار شفة العجلة ويسمى هذان الطرفان المنثنيان جناحى التقاطع .

الابرة Blade or Point :

الإبرة على نوعين النوع العادى والنوع الخاص .

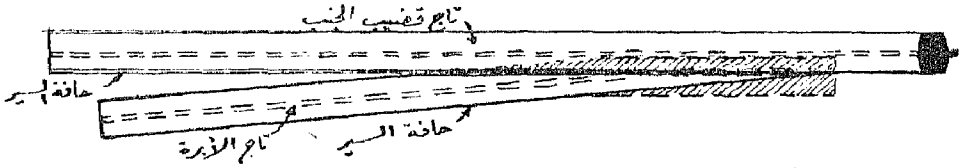
النوع العادى : هو جزء من قضيب يميل على القضيب الأصلى بزاوية صغيرة ثنى جزؤه الأمامى وقشط

---

(١) ذراع الحركة هو الذراع الذى يتصل بمواسير التجميع أو بالثقل الذى يحول المفتاح فى الاتجاه المراد . ويطلق على الابرتين معا بالانجليزية لفظة Switch .

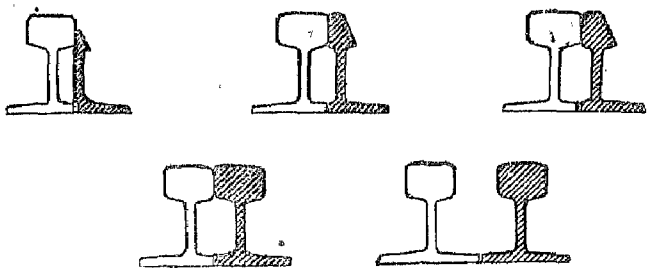
نصف تاجه كى ينطبق على القضيب الأصلى . أما تاجه من الناحية الأخرى فيقشط مستقيما بحيث يتقابل مع حافة سير القضيب الأصلى فى نقطة .

وتبين الأجزاء المهشرة فى الشكل نمرة (١١٩) الأجزاء المقشوطة من التاج . أما القاعدة فتقشط



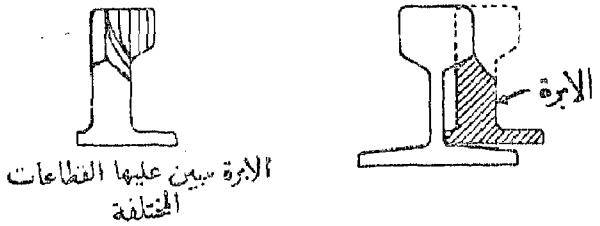
شكل نمرة (١١٩)
الإبرة العادية

تبعا للتاج كما تقشط قاعدة القضيب الأصلى فى جزء الإبرة المنطبق لترتكز عليه قاعدة الإبرة وهذا النوع هو المستعمل فى السكك الحديد المصرية . وفيما يلى بعض القطاعات على طول الإبرة انظر شكل نمرة (١٢٠) .



شكل نمرة (١٢٠)
قطاعات فى مواضع مختلفة على طول الإبرة

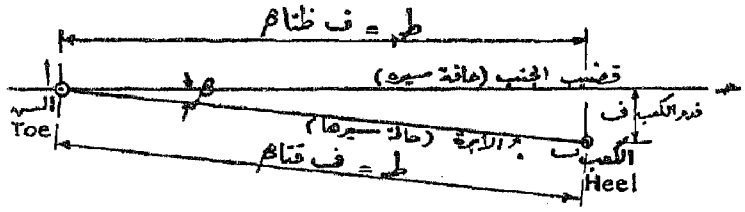
النوع الخاص : مستعمل فى فرنسا وألمانيا وتجهز إبرته من قضيب مخصوص سميك الروح كما هو موضح فى الشكل نمرة (١٢١) . وهذا النوع أكثر كلفة بطبيعة الحال من النوع السابق غير أنه أقوى منه فى الاتجاه العرضى .



شكل نمرة (١٢١)
الإبرة الخاصة

وتنقسم الإبرة من حيث شكل حافتها إلى نوعين :

الأول : الإبرة المستقيمة وهى التى تكون حافة سيرها مستقيمة وهى المستعملة فى أغلب السكك الحديدية ومنها مصر وهى مبينة فى الشكل نمرة (١٢٢) بالخط المستقيم ا ب الذى يعبر عن حافة سيرها



شكل نمرة (١٢٢)
الإبرة المستقيمة

أما الخط الآخر ا ح فيعبر عن حافة سير قضيب الجنب[١] .

وبمعلومية طول الإبرة « ط » ومقدار فدو كعبها heel clearance « ف » وهو خلوص الكعب مضاف إليه عرض تاج الإبرة عند الكعب يمكننا حساب زاوية الانفراج « β » . وتعمل الإبرة فى العادة بطول ١٢ قدما و ١٥ قدما أى (٣٦٥٧ و ٤٥٧٢ مترا) وتبلغ زاوية انفراجها[٢] ١° ٥١' ٣٤" و ١° ٥١' ٥٧" على التوالى .

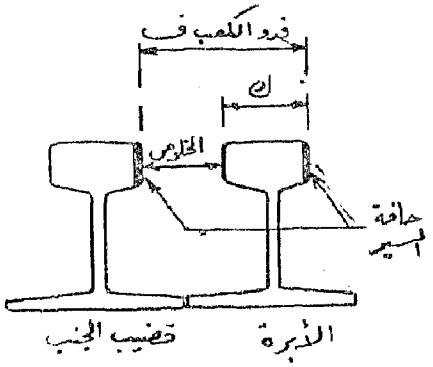
وقد تحدد زاوية الإبرة وفدو الكعب ويمكن فى هذه الحالة استنتاج طولى الإبرة ط فى اتجاهها ؟ ط، فى اتجاه السكة الأصلية .

طـــول الإبرة ط = ف قتا β

والطول فى اتجاه السكة الأصلية ط، = ف ظتا β

حيث « ف » فدو الكعب انظر شكل نمرة (١٢٣) .

ويتوقف مقدار فدو الكعب على عرض تاج القضيب فهو ١٢٥ ملليمترا فى حالة قضيب الفنيول ٤٧ المستعمل فى السكك الحديد المصرية .



شكل نمرة (١٢٣)
فدو الكعب

وللابرة المستقيمة العيبان الآتيان :

(١) كلما صغرت زاوية الإبرة كبر طول المفتاح وذلك يزيد فى تكاليفه . وكلما كبرت زاوية الإبرة كبرت صدمة العجلات عند دخول المفتاح .

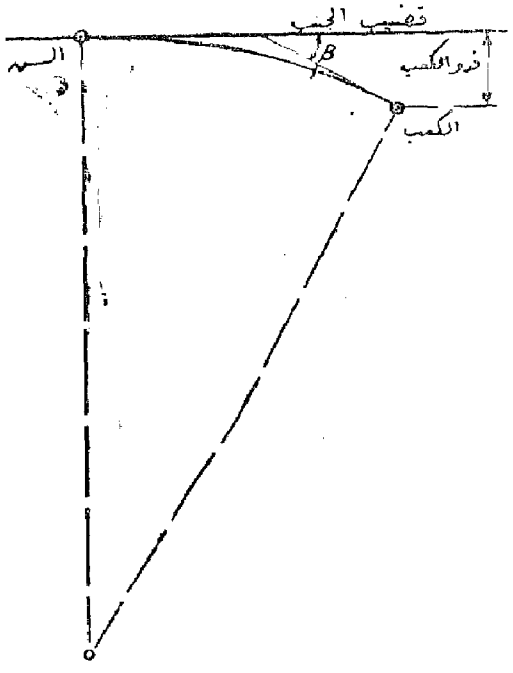
(٢) كلما صغرت زاوية الإبرة كبر طولها وذلك يسبب ضعفها فى الاتجاه العرضى .

ويمكن تلافى هذين العيبين باستعمال الإبرة المنحنية .

الثانى : الإبرة المنحنية وهى إبرة حافة سيرها منحنية انحناء دائريا يمس قضيب الجنب عند نقطة السن شكل نمرة (١٢٤) وتستعمل لتلافى العيبين السابقين ولها الميزات الآتية :

(١) تقابل العجلة الإبرة بزاوية أقل من زاوية الإبرة المستقيمة وذلك عند السن وتخرج منها بزاوية أكبر عند الكعب .

(٢) نظرا لكبر زاوية كعب الإبرة يقل طول المفتاح .



شكل نمرة (١٢٤)
الابرة المنحنية

(١) عند حساب التقريبات المختلفة يكتفى برسم حافات سيرها أو بمعنى آخر الخطوط الهندسية التى تساعد على الحل .

(٢) تسمى زاوية الانفراج هذه بزاوية الإبرة .

(٣) لا يشعر الراكب بصدمة العجلات مع الإبرة إذ هى تمس قضيب الجنب ولا تقطعه .

غير أنه قد رؤى مع ذلك أن طول الإبرة بهذا الشكل كبير إلى حد يخشى منه ضعفها فى الاتجاه العرضى ولتلافى هذا العيب عمد إلى تقصيرها بجعلها تقابل قضيب الجنب فى زاوية صغيرة يتسبب عنها بطبيعة الحال صدمة لا مفر منها غير أنها طفيفة .

ويقلل طول الإبرة بإحدى الطريقتين الآتيتين :

الطريقة الأولى : طريقة الدائرة الماسة شكل نمرة (١٢٥) وسميت كذلك لأن منحنى الإبرة يمس قضيب الجنب . ولا يقع سن الإبرة فى هذه الحالة عند نقطة التماس بل يؤخذ إلى الوراء مسافة ثم يرسم من الموقع الجديد مماس لمنحنى الإبرة فتتكون الإبرة إذن من جزءين جزء دائرى وجزء مستقيم .

الطريقة الثانية : طريقة الدائرة القاطعة شكل نمرة (١٢٦) . وفى هذه الحالة يقطع منحنى الإبرة قضيب الجنب فى زاوية صغيرة . وإذن فالإبرة بكاملها دائرية .

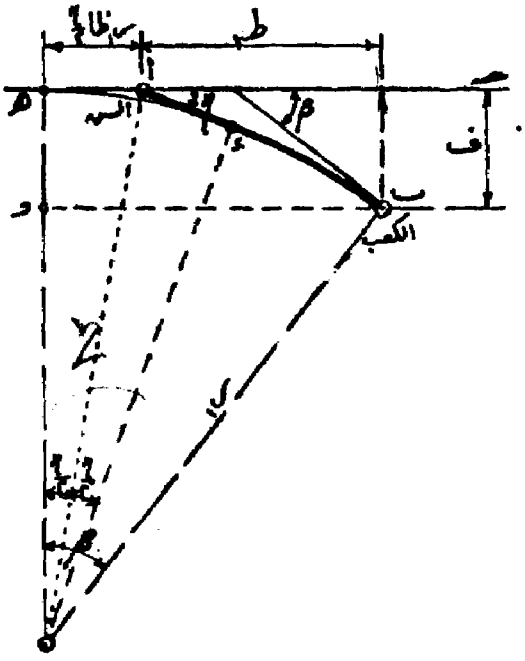
الإبرة ذات الدائرة الماسة :

ا ب فى الشكل نمرة (١٢٥) يمثل الإبرة ، هـ ء ب الدائرة الماسة ، هـ ا حـ قضيب الجنب .

الجزء ا ء من الإبرة مستقيم ويعمل زاوية صغيرة مقدارها « η » مع قضيب الجنب يطلق عليها اسم زاوية سن الإبرة وهذه يتراوح مقدارها فى العادة بين ٣٠′ ، ٤٥′ فى الخطوط الرئيسية وتزيد إلى ١° فى الخطوط الأخرى . أما الجزء ء ب فهو دائرى .

ويصنع الكعب ب زاوية مقدارها « β » مع قضيب الجنب ويطلق على هذه الزاوية اسم زاوية كعب الإبرة .

ولحساب هذا النوع من الإبر تحدد فى العادة زاوية السن « η » وكذا نصف القطر $م_1$ ومقدار فدو الكعب « ف » ويطلب استنتاج طولى الإبرة ط ، $ط_1$ وكذا زاوية الكعب « β » وإليك الحساب .



شكل نمرة (١٢٥)
الإبرة ذات الدائرة الماسة

$$و ب = \sqrt{ف (٢ م_1 - ف)}$$

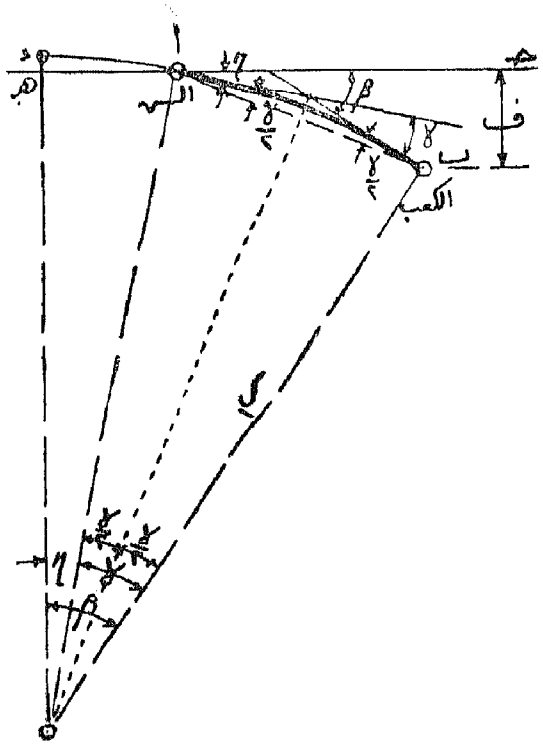
$$ط_1 = و ب - هـ ا = و ب - م_1 \text{ ظا } \frac{\eta}{٢} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (١)$$

$$\text{ظا } \beta = \frac{\text{و ب}}{\text{ر}_1 - \text{و هـ}} = \frac{\text{و ب}}{\text{ر}_1 - \text{ف}}$$

$$\therefore \beta = \text{ظا}^{-1} \frac{\text{و ب}}{\text{ر}_1 - \text{ف}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (٢)$$

$$\text{ط} = \text{ر}_1 \text{ ظا} \frac{\eta}{٢} + \text{ر}_1 \times \frac{(\eta - \beta)}{١٨٠} \times \pi \qquad (٣)$$

الإبرة ذات الدائرة القاطعة :



شكل نمرة (١٢٦)
الإبرة ذات الدائرة القاطعة

ا ب ف الشكل نمرة (١٢٦) يمثل الإبرة ، ا ء ب الدائرة القاطعة ، ا هـ ا حـ قضيب الجنب . والإبرة بأكملها دائرية يصنع سنها ا مع قضيب الجنب زاوية مقدارها « η » وكعبها زاوية مقدارها « β » .

وتتراوح الزاوية « η » فى العادة بين ٣٠ ، ٩٠° كما ذكر قبلا . ولحساب هذه الإبرة إما أن يحدد طولها «ط» ونصف قطر دائرتها «ر١» وفدو كعبها « ف » ثم يستنتج من ذلك زاويتا السن والكعب .

$$\text{الزاوية المركزية للابرة} = \frac{\text{ط}}{\text{ر}_1} \times \frac{١٨٠}{\pi}$$

$$\text{ا ب} = ٢ \text{ ر}_1 \text{ حا} \frac{\gamma}{٢}$$

$$\text{حا} \left(\frac{\gamma}{٢} + \eta \right) = \frac{\text{ف}}{\text{ا ب}} = \frac{\text{ف}}{٢ \text{ ر}_1 \text{ حا} \frac{\gamma}{٢}}$$

$$\therefore \frac{\gamma}{٢} + \eta = \text{حا}^{-1} \frac{\text{ف}}{٢ \text{ ر}_1 \text{ حا} \frac{\gamma}{٢}}$$

ومنها تستنتج $\eta = ظا^{-١} \dfrac{ف}{٢ نق_{١} ظا \frac{\gamma}{٢}} - \dfrac{\gamma}{٢}$ (١)

وإذن $\beta = \eta + \gamma$ . . . . . (٢)

وإما أن تحدد الزاويتان « η و β » وفدو الكعب « ف » فيمكن استنتاج نصف القطر «$نق_{١}$» وطول الإبرة «ط» .

$\gamma = \eta - \beta$ (١)

$\therefore نق_{١} = \dfrac{ف}{٢ ظا \frac{\gamma}{٢} ظا (\eta + \frac{\gamma}{٢})}$ (٢)

$ط = \dfrac{\gamma \pi}{١٨٠} نق_{١}$ . . . . (٣)

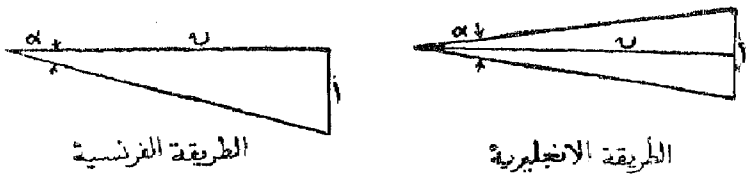
والطول $أ هـ = نق_{١} ظا \eta$

$و ى هـ = نق_{١} (١ - جتا \eta)$

وتحتاج الإبر المنحنية إلى عناية فائقة فى إعدادها ولذا فقد عمدت أكثر مؤسسات السكك الحديدية إلى استعمال الإبر المستقيمة .

المفتاح من الخط المستقيم

بعد حساب الإبر المختلفة على الصور المتقدمة ومعرفة خواصها يلزمنا حساب المفتاح لإمكان تنفيذه على الطبيعة . ويعرف المفتاح فى العادة بزاوية تقاطعه « α » . وهناك طريقتان لتعريف زاوية التقاطع الطريقة الفرنسية والطريقة الإنجليزية . فى الطريقة الفرنسية تعرف الزاوية بميلها الحقيقى ١ : م كما هو مبين فى الشكل نمرة (١٢٧) وأما فى الطريقة الإنجليزية فتعرف الزاوية بضعف ميل نصفها[١] .



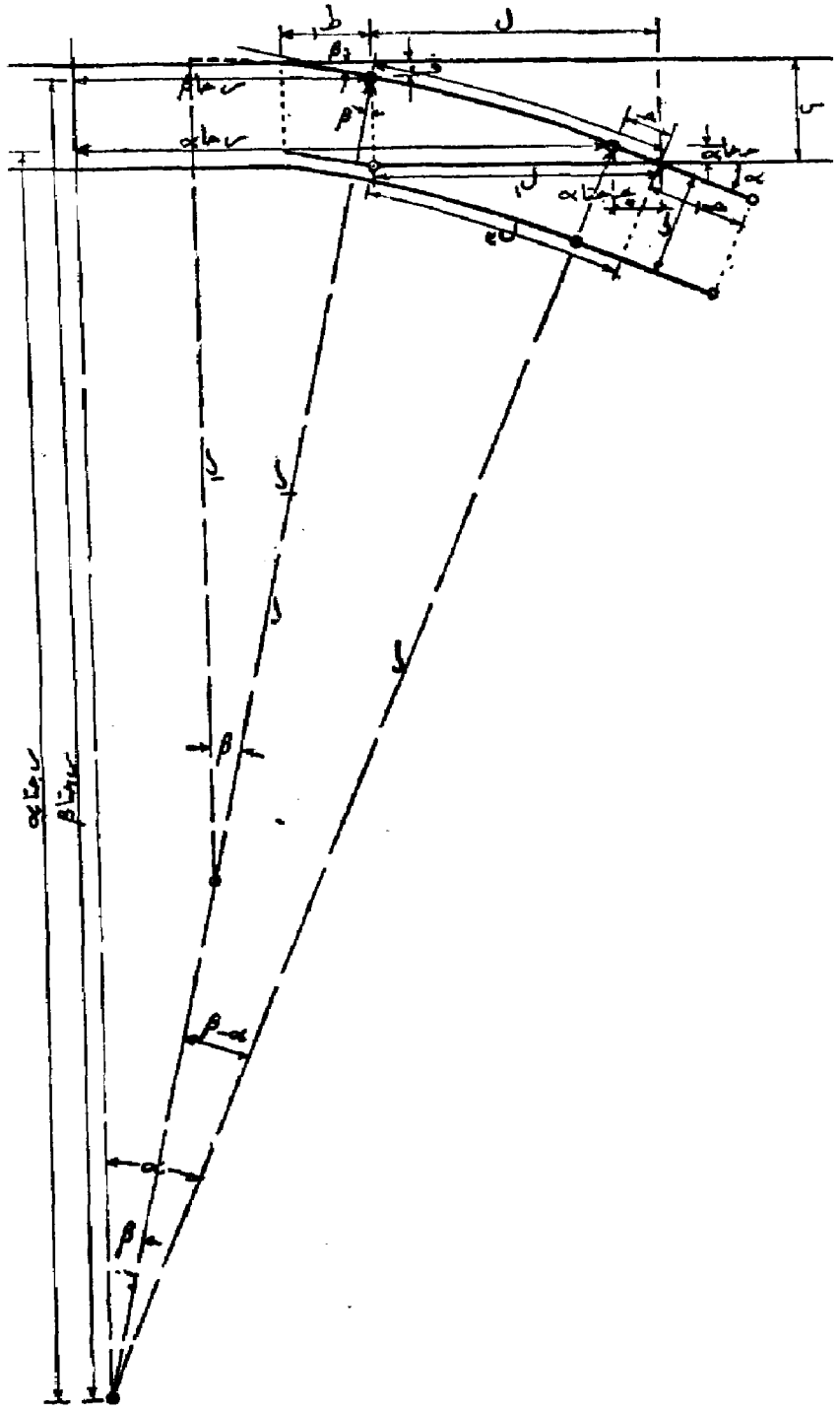
الطريقة الفرنسية — الطريقة الانجليزية

شكل نمرة (١٢٧)

(١) هناك طريقة ثالثة لقياس زاوية التقاطع تسمى طريقة تساوى الساقين فتعبر سن التقاطع عن رأس مثلث متساوى الساقين قاعدته الوحدة وضلعه العدد ن المقابل للوحدة . غير أن هذه الطريقة ليست شائعة شيوع الطريقتين السابقتين .

وسنتبع فى حساب التفريعات الطريقة الفرنسية ونوجه النظر إلى أن الطريقة الإنجليزية موضحة بجلاء فى الجزء الأول من كتاب هندسة السكك الحديدية للزميل الأستاذ اسماعيل أحمد بدوى فلا داعى لتكرارها هنا .

والشكل نمرة (١٢٨) يبين مفتاحاً من المستقيم إبرته من ذات الدائرة القاطعة تعمل زاوية مقدارها



شكل نمرة (١٢٨)

المفتاح من المستقيم

« β » عند الكعب ومنحنى مفتاحها يعمل زاوية مقدارها « α » عند سن التقاطع . ويعمل قضيبا التقاطع فى العادة مستقيمين من الناحيتين لمسافة « حـ » فى اتجاه منحنى المفتاح ، « حـ١ » فى الاتجاه الآخر وذلك لأن التقاطع مثل الإبرة يجهز بفلنكاته قبلا كقطعة واحدة ثم يوضع فى مكانه فى السكة[1] .

ويمس منحنى المفتاح التقاطع عند نهاية البعد « حـ » . وتتراوح قيمة « حـ » فى العادة بين متر وثلاثة أمتار ويراعى فى هذا الطول أن يكون كافياً لإمكان تثبيت البلنجات عند نهايتى التقاطع دون أن تتعارض مع بعضها .

والمعروف لدينا الآن هو خواص الإبرة وكذا خواص التقاطع أو بمعنى آخر ميل منحنى المفتاح عند بدايته وميله عند نهايته والمطلوب معرفته هو نصف قطر المنحنى الذى يعطى هذه الزوايا داخل اتساع السكة .

فإذا كانت ر = نصف قطر منحنى المفتاح .

و س = اتساع السكة .

فإننا إذا سرنا من نقطة الكعب فى الاتجاه المتعامد ورجعنا ثانية إلى نفس النقطة وساوينا ذلك بالصفر ينتج ما يأتى :

ر جتا β − ر جتا α + حـ حا α − س + ف = صفر

$$\therefore \text{ر} = \frac{\text{س} - \text{ف} - \text{حـ حا } \alpha}{\text{جتا } \beta - \text{جتا } \alpha} \qquad (١)$$

وإذا سرنا من نفس النقطة فى الاتجاه الموازى ورجعنا ثانية إلى نفس النقطة وساوينا ذلك بالصفر ينتج أن :

ل + ر حا β − ر حا α − حـ جتا α = صفر

$$\therefore \text{ل} = \text{حـ جتا } \alpha + \text{ر} (\text{حا } \alpha - \text{حا } \beta) \qquad (٢)$$

وهذا البعد « ل » يعين موضع نقطة سن التقاطع بالنسبة لكعب الإبرة[2] . أما كعب الإبرة الأخرى فيوضع مقابلا لكعب الإبرة الأولى إما فى اتجاه عمودى مع اتجاه السكة المستقيمة أو فى اتجاه مركز منحنى المفتاح .

ففى الحالة الأولى تكون ل١ = ل

وفى الحالة الثانية ل١ = ل + (س − ف) ظا β

وأما طول منحنى المفتاح من كعب الإبرة إلى سن التقاطع ل٢ فإنه

$$\text{حـ} + \pi \left(\frac{\beta - \alpha}{١٨٠}\right)\left(\frac{\text{ك}}{٢} + \text{ر}\right) = \qquad (٣)$$

---

(١) يعمل التقاطع فى بعض الأحيان منحنيا غير أنه يفضل أن يكون مستقيما .

(٢) طول المفتاح يساوى ل + ط١ .

وطول المنحنى المقابل حتى النقطة المواجهة للكعب أى ل٢ على الشكل

$$(٤) \qquad \beta \text{ ظا } (\Delta + س) - ح + \pi \left(\frac{\beta - \alpha}{١٨٠}\right)\left(\frac{ل}{٢} - \Delta - س\right) = ص$$

و Δ كما ذكرنا فى الباب الرابع هو مقدار الزيادة فى اتساع السكة فى المنحنيات فإن كان لها اعتبار ذكرت وإلا أهملت كما هو الشائع .

وهناك بعض مفاتيح يستمر منحنيها حتى سن التقاطع أى لا يكون تقاطعها مستقيما وتستعمل المعادلات السابقة فى حلها إنما يعوض عن البعد ح فيها بصفر .

أما البعد ح١ فسنأتى على ذكر طوله فيما بعد وذلك بعد حساب التحويلة إذ يستنتج منها .

التقاطع Crossing :

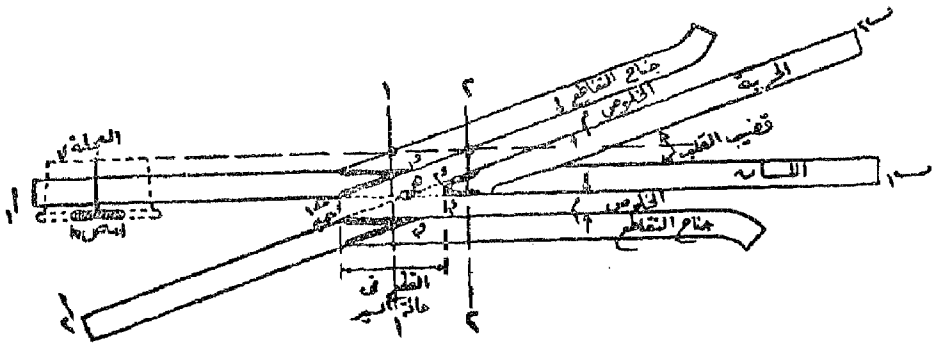
شرحنا فيما سبق الإبرة وخواصها وسنشرح فيما يلى التقاطع .

ا١ ب١ و ا٢ ب٢ هما حافتا السير المتقاطعتان فى سن التقاطع النظرى ه . ولكى تمر العجلة من ا١ إلى ب١ مثلا يلزم لشفتها أن تخترق القضيب ا٢ ب٢ ولا يتم ذلك إلا بقطع جزء من هذا القضيب كما هو موضح فى الشكل بالخط ح٢ و٢ ليعطى الخلوص اللازم لمرور شفة العجلة . وكذلك يقطع القضيب ا١ ب١ عند الخط ح١ و١ ليعطى مثل هذا الخلوص فى الاتجاه الآخر . ويبلغ الخلوص « م » فى العادة ٤٥ ملليمترا تقريبا .

وحيث لا يصح أن يترك سن التقاطع كنقطة فإن هذا السن ه يؤخذ إلى الوراء مسافة تسمح بإعطاء السمك الكافى ى١ ى٢ الذى يقوى على تحمل صدمات العجلات دون تأثره ويسمى ى١ ى٢ بالسن العملى ويبلغ سمكه فى المتوسط نحو ١٥ ملليمترا وقد يقل عن ذلك فيصل إلى ٨ ملليمترات ويزداد فيصل إلى نحو ١٩ ملليمترا .

جناح التقاطع Wing Rail :

عند ما تسير العجلة فى الاتجاه من ا١ إلى ب١ تمر أولا على نقطة ح١ ثم تصل إلى و١ وتنتقل إلى ى٢ . وحيث أنه لا يوجد ما يحمل العجلة بين و١ و ى٢ مما يجعل سقوطها فى هذا الجزء أمراً محتما ولا يخفى ما يتبع ذلك من أخطار فإن القضيب ا١ ب١ يثنى عند ح١ فى اتجاه القضيب ا٢ ب٢ لمسافة قصيرة تسمى بالجناح وفائدته حمل العجلة فوق التقاطع . وواضح من الشكل أن جناح التقاطع يساعد فى حمل العجلة ابتداء من النقطة ح١ ثم يحملها بمفرده ما بين القطاعين ١ و ٢ انظر شكل نمرة (١٣٩) فينقلها فى هذه الأثناء إلى سن التقاطع ى١ ى٢ . وكذلك الحال ما بين ا٢ و ب٢ فإن الجناح الآخر للتقاطع ينقل العجلة عبر الفجوة من ح٢ إلى سن التقاطع العملى .



شكل نمرة (١٣٩)
تفاصيل التقاطع

قلب التقاطع Vee Crossing :

يطلق على القضيبين المتقابلين فى سن التقاطع اسم قلب التقاطع وينتهى أحدهما بسن التقاطع العملى ويطلق عليه اسم الحربة point leg وأما الآخر فيسمى اللسان splice leg .

المعوجة Guard Rail :

عندما تقع العجلة فى الفراغ بين حـ١ ء١ فإن المسافة «ص» التى تستند فيها شفتها على حافة السير شكل نمرة (١٣٠) تكون دائما أقل من الفراغ حـ١ ء١ ولبيان ذلك نأخذ مثلا عجلة نصف قطرها ٤٠ سنتيمترا وبروز شفتها ٢٫٥ سنتيمترا تمر على تقاطع ميله ١ : ١٠ واتساع فجوته م = ٤٥ ملليمترا .

$$\therefore \text{ص} = ٢\sqrt{(٤٢٥)^{٢} - (٤٠٠)^{٢}} = ٢٨٨ \text{ ملليمترا}$$

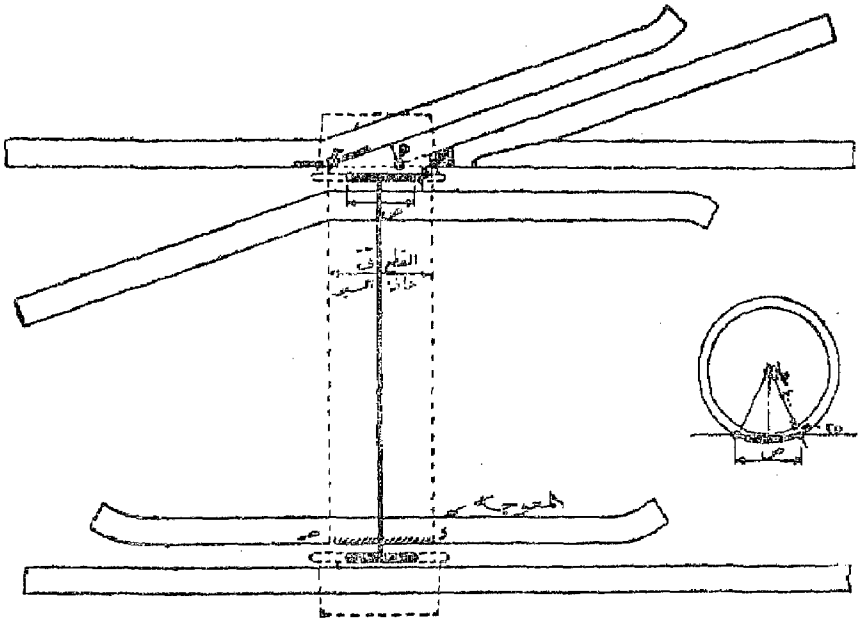
$$\text{ح}_{١}\text{ء}_{١} = \text{ح}_{١}\text{هـ} + \text{هـ ء}_{١}$$

$$= \frac{\text{م}}{\alpha \text{ حا}} + \frac{\text{ء}_{١}\text{ء}_{٢}}{٢ \text{ حا} \frac{\alpha}{٢}}$$

$$= \frac{٤٥}{٠٫٠٩٩٥٠٣٠} + \frac{١٥}{٢ \times ٠٫٠٤٩٨١٣٤} = ٦٠٣ \text{ ملليمترا}$$

من ذلك يتضح أن الفراغ حـ١ ء١ أكبر من المسافة ص التى تستند فيها شفة العجلة على حافة السير وإذن فلا يوجد ما يحول دون تحرك الدنجل عرضياً فى ذلك الفراغ بل لا مفر من اندفاع الدنجل فى اتجاه الفجوة وذلك بالنسبة للقوة المركزية الطاردة فتصعد العجلة فوق سن التقاطع مما يتسبب عنه خروج العربة عن القضبان ولا يخفى ما فى هذا من خطر على سلامة الركاب . من أجل ذلك يجهز التقاطع بقضيب داخلى يوضع بجوار القضيب المقابل ويسمى المعوجة فائدته منع الدنجل من التحرك عرضيا فى مكان الفجوة وذلك بإرشاد العجلة الأخرى . والجزء الشغال من المعوجة هو الجزء المقابل للفجوة حـ١ ء١ فقط وهو مبين

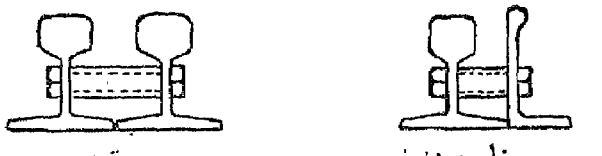
فى الشكل نمرة (١٣٠) بالجزء المهشر حـ ء . غير أن المعوجة تعمل أطول من ذلك فتصل إلى ثلاثة أمتار وأربعة وذلك حتى تتحمل ضغط القوة المركزية الطاردة .



شكل نمرة (١٣٠)

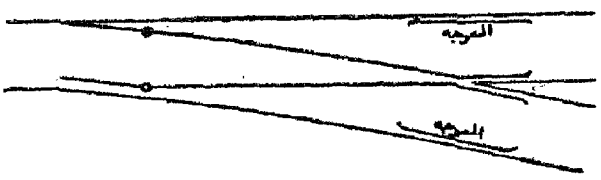
المعوجة

والمعوجة عبارة عن قضيب عادى قشط جزء من قاعدته كما يقشط جزء مماثل له من قاعدة القضيب الأصلى تربط فيه المعوجة بواسطة مسامير قلووظ تمر داخل مواسير قصيرة تعطى الخلوص المطلوب انظر شكل نمرة (١٣١) . والمعوجة فى بعض جهات أوربا تعمل من زاوية مخصوصة ذات شفة bulb angle يرتفع ساقها الرأسى من ٢٠ — ٢٥ ملليمتراً فوق القضيب وذلك زيادة فى الحيطة .



شكل نمرة (١٣١)

والشكل نمرة (١٣٢) يبين المعوجتين اللازمتين للتقاطع المفرد . والتقاطع المفرد هو التقاطع الذى وصفناه سابقاً ويسمى مفرداً لأن له سن تقاطع واحدة . وهناك تقاطع آخر يسمى بالتقاطع المجوز شكل



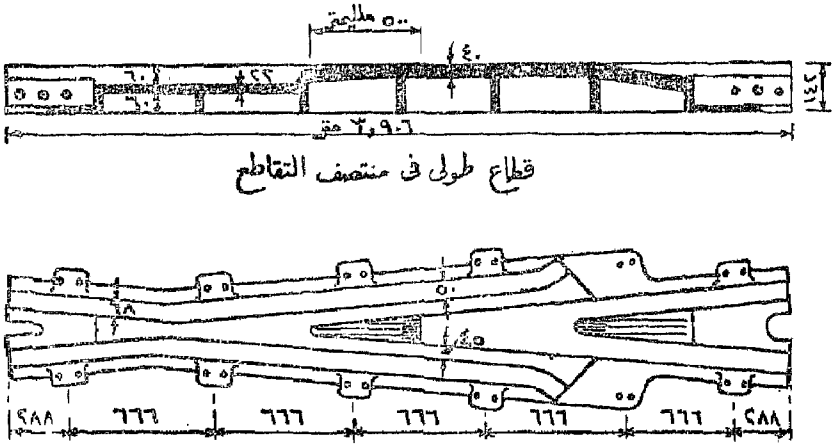
شكل نمرة (١٣٢)

نمرة (١٤٠) سنأتى على ذكره فى حينه ويسمى مجوزاً لأن له سنى تقاطع .

والتقاطعات على نوعين :

(١) التقاطع المعمول من القضبان العادية وهو الذى أتينا على شرحه فى السطور السابقة ومزاياه أنه رخيص ويمكن تجهيزه فى الورش بسهولة غير أن سنه تتلف بسرعة من تأثير الصدمات المتكررة التى تحدثها مرور العجلات كما سيتضح عند بحث النوع الجاهز .

(٢) التقاطع الجاهز وهو تقاطع من صلب المنجنيز المصبوب وهو مبين فى الشكل نمرة (١٣٣) ومزيته قدرته على تحمل الصدمات نظراً لنوع الصلب المصنوع منه .



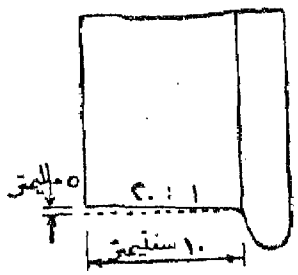
قطاع طولى فى منتصف التقاطع

مسقط افقى

شكل نمرة (١٣٣)

تقاطع جاهز ١ : ١٠ فى السكك الحديد المصرية

والصدمة التى تنتاب سن التقاطع ناتجة من شكل أطواق العجلات فان الفرق فى المنسوب بين طرفى المخروط يبلغ نحو الخمس ملليمترات انظر شكل نمرة (١٣٤) وعند ما تصل العجلة إلى سن التقاطع تكون محمولة بالجناح عند نقطة بالقرب من حافة طوق العجلة تعلو بنحو ثلاثة ملليمترات أو أربعة عن نقطة الشفة وإذن تصدم العجلة سن التقاطع وهى أوطى منه بهذا القدر فيتسبب عن ذلك إضرار بطوق العجلة وتلف لسن التقاطع وإقلاق لراحة الركاب .

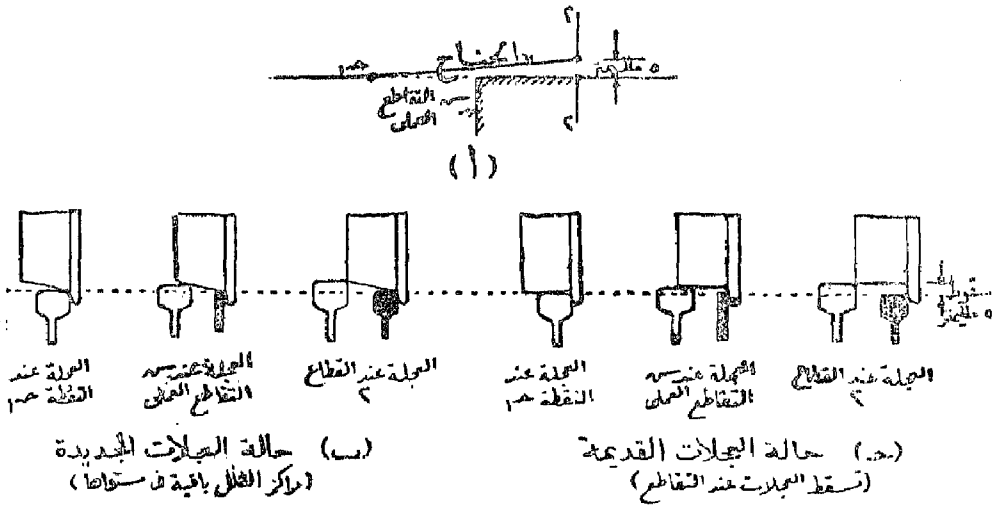


شكل نمرة (١٣٤)

ولتلافى ذلك يتبع فى تشكيل التقاطع الجاهز إحدى الطرق الآتية :

أولا : رفع الجناحين بالتدريج بمقدار خمس ملليمترات ابتداء من النقطتين ح١ و ح٢ شكل نمرة (١٢٩) إلى القطاع « ٢ » (حيث تترك العجلة الجناح) . وقد وضحنا بالرسم فى الشكل نمرة (١٣٥) ا قطاعا طولياً يبين الجناح وهو يرتفع بين النقطة ح١ والقطاع « ٢ »

وقد ظهر بينهما سن التقاطع . وأوضحنا فى الشكل نمرة (١٣٥) ب وضع العجلة فوق سن التقاطع عند القطاع «٢» حيث يتضح أن العجلة عندما تترك الجناح تكون قد ارتكزت على سن التقاطع مما لا يتسبب



شكل نمرة (١٣٥)

رفع جناح التقاطع

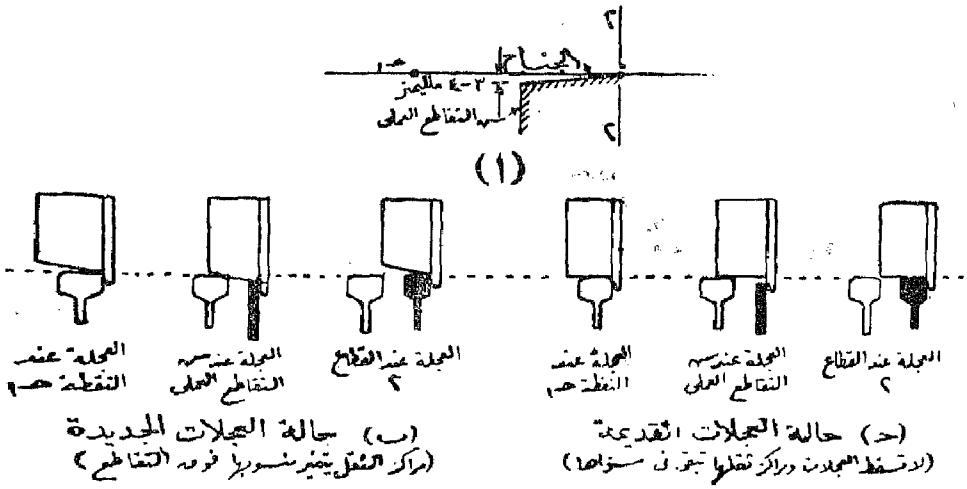
عنه أى صدمة أو اعتراض . هذا من جهة ومن جهة أخرى فان العجلة تمر على التقاطع دون أن يرتفع مركز ثقلها الأمر الذى لا يتطلب من القاطرة بذل وحدات جديدة من الشغل . هذه هى حالة العجلات الجديدة ذات الطوق المخروطى . أما العجلات القديمة التى قد بلغ بها التآكل أن أصبح طوقها أسطوانياً وهذه مبينة فى الشكل نمرة (١٣٥) حـ فإنها عند ما تمر على التقاطع المذكور ترتفع فوق الجناح ابتداء من النقطة حـ١ وعند بلوغها القطاع « ٢ » يكون قد ارتفع مركز ثقلها بمقدار خمسة ملليمترات . وعند ما تترك العجلة الجناح تسقط هذه الملليمترات الخمسة فوق سن التقاطع فينتج عن ذلك صدمة عنيفة تؤذى التقاطع وتقلق راحة الركاب . وإذن فطريقة رفع جناح التقاطع تناسب العجلات الجديدة ولا تناسب العجلات القديمة .

ثانياً — خفض سن التقاطع وحفظ الجناح أفقيا .

يظهر ذلك جليا من القطاع الطولى شكل نمرة (١٣٦) ا حيث يظل الجناح أفقيا بينما تنخفض سن التقاطع العملية بمقدار ثلاثة أو أربعة ملليمترات ثم ترتفع الحربة بالتدريج إلى أن تصير أفقية عند القطاع «٢» .

وبالنظر إلى الشكل نمرة (١٣٦) ب يتضح أنه عند ما تصل العجلة فوق سن التقاطع العملية تماما تتكئ عليها وفى هذا الوضع تكون قد هبطت ثلاثة ملليمترات أو أربعة وهنا تترك الجناح وتصعد على الحربة إلى أن تصل إلى القطاع « ٢ » حيث تستمر أفقية . وواضح من ذلك أن مراكز ثقل العربات تنخفض عند مرورها على التقاطع ثم ترتفع مرة أخرى وهذا يحتاج إلى بذل وحدات أكثر من الشغل .

هذه هى حالة العجلات الجديدة أما حالة العجلات القديمة فظاهرة من الشكل نمرة (١٣٦) حـ إذ تظل العجلات محتفظة بمنسوبها إلى أن تصل إلى القطاع «٢» حيث تترك الجناح وتتكئ على الحربة .

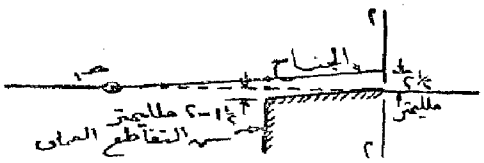


شكل نمرة (١٣٦)

خفض سن التقاطع

من هذا يتضح أن طريقة خفض سن التقاطع تناسب العجلات القديمة أكثر من العجلات الجديدة.

ثالثاً — رفع الجناح بالتدريج بنصف المقدار وخفض سن التقاطع بنصف المقدار أيضاً شكل نمرة (١٣٧) .



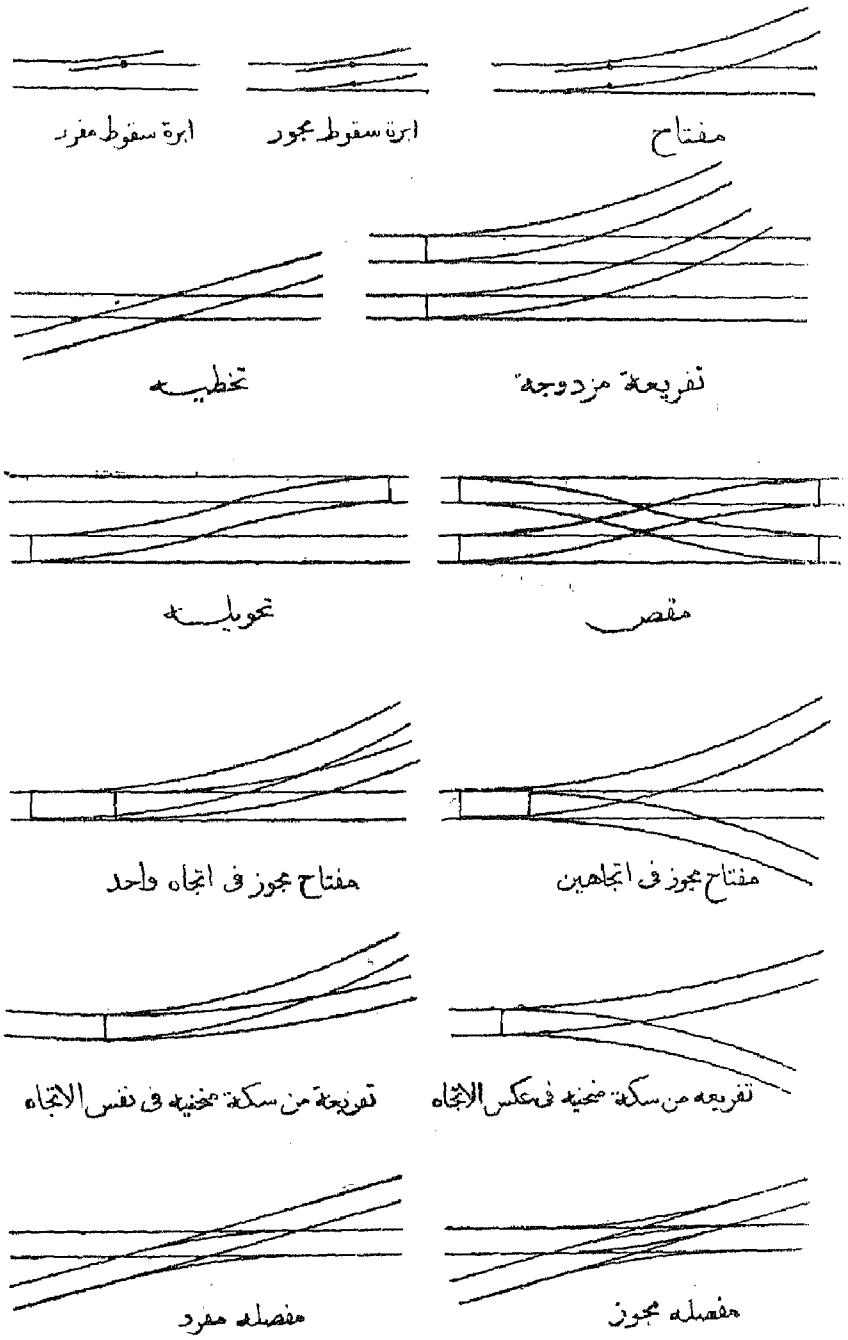
شكل نمرة (١٣٧)

حيث أن طريقة رفع الجناح تناسب العجلات الجديدة ولا تناسب القديمة وحيث أن طريقة خفض سن التقاطع تناسب العجلات القديمة ولا تناسب الجديدة . وحيث أن عجلات العربات تحوى القديم والجديد لذا فيحسن التوسط بين الحالتين برفع الجناح بنصف المقدار وخفض سن التقاطع بنصف المقدار أيضا .

ولا تسمح أكثر السكك الحديدية بترك عجلات عرباتها تسير على سككها وهى متآكلة بحيث يصبح طوقها أسطوانيا بدل أن يكون مخروطيا إذ عندما يصل التآكل حدا معينا ترسل هذه العربات إلى الورش لخرط عجلاتها من جديد حتى تكون دائما مخروطية الشكل .

التفريعات المختلفة

التفريعات هى وسائل مختلفة لنقل القطار من سكة إلى أخرى فى حيز ضيق . وأصل التفريعات كلها هو المفتاح وفيما يلى اللوحة شكل نمرة (١٣٨) وهى تبين أهمها .



شكل نمرة (١٣٨)

التفريعات المختلفة

إبرتا السقوط المفرد والمجوز Trap Points :

تستعمل إبرة السقوط المفرد وكذا المجوز شكل نمرة (١٣٨) على خطوط التخزين بالمحطات والخطوط المؤدية إلى الاحواش وذلك لمنع القطار المخزن من الوصول إلى السكة الطوالى فى حالة تحركه خطأ .

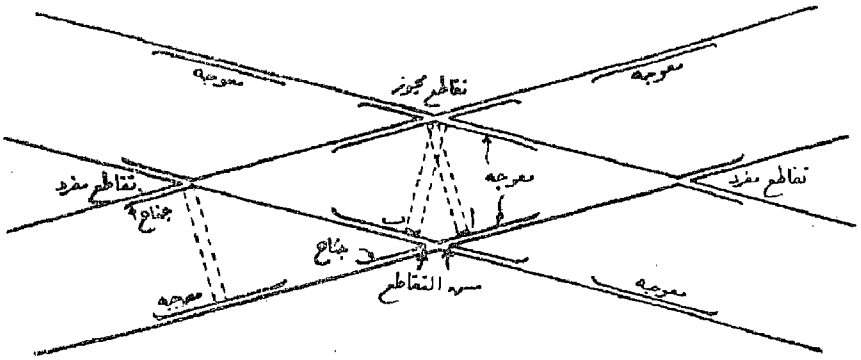
المفتاح ذو السنبرك Spring Points :

يستعمل هذا المفتاح فى أسفل الانحدار للخطوط الجبلية حيث يخشى أن تنفصل عربة فتسبب تصادما

للقطار التالى وعلى ذلك فالمفتاح ذو الزنبرك يوجه العربة المنفصلة فى نزولهـا إلى خط التخزين إذ يكون المفتاح معدا بفعل الزنبرك لعكس اتجاه السير والمثل الموجود منه فى مصر هو فى خط حلوان .

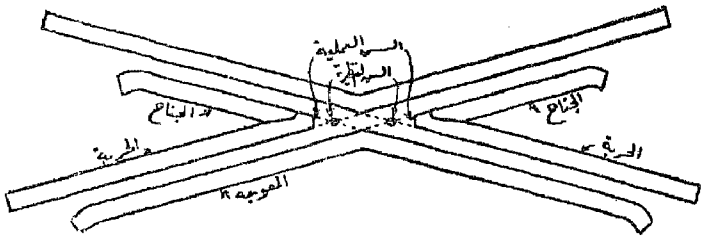
التخطية Diamond Crossing

هى ذلك الجزء المحصور بين خطين متقاطعين . وتتكون التخطية من تقاطعين مفرد وتقاطعين مجوز انظر شكل نمرة (١٣٩) . والتقاطع يكون مفرداً أو مجوزا حسب زاويته فإن كانت حادة كان التقاطع



شكل نمرة (١٣٩)
تفاصيل التخطية

مفردا وإن كانت منفرجة كان مجوزا وللتقاطع المفرد سن واحدة أما التقاطع المجوز فله سنان . وكما يلزم للتقاطع المفرد معوجة ترشد العجلة الأخرى فى سيرهـا فوق الفجوة كذلك فى التقاطع المجوز غير أن لهذا الأخير فجوتان كل فى اتجاه قضيب وتلزم لكل منهما معوجة ا ف ب كما فى الشكل . وتوصل هاتان المعوجتان ببعضهما فتكونان معوجة واحدة . وبالشكل نمرة (١٤٠) رسم إيضاحى للتقاطع المجوز وقد بينت فيه تيجان القضبان فقط .



شكل نمرة (١٤٠)
التقاطع المجوز

التفريعة المزدوجة Double Junction

إذا أردنا التفرع من خط مزدوج بخط آخر مزدوج فان هـذا التفرع يطلق عليه اسم التفريعة

المزدوجة والتفريعة المزدوجة موضحة فى الشكل نمرة (١٣٨) ويراعى عند تصميمها الاعتبارات الآتية :

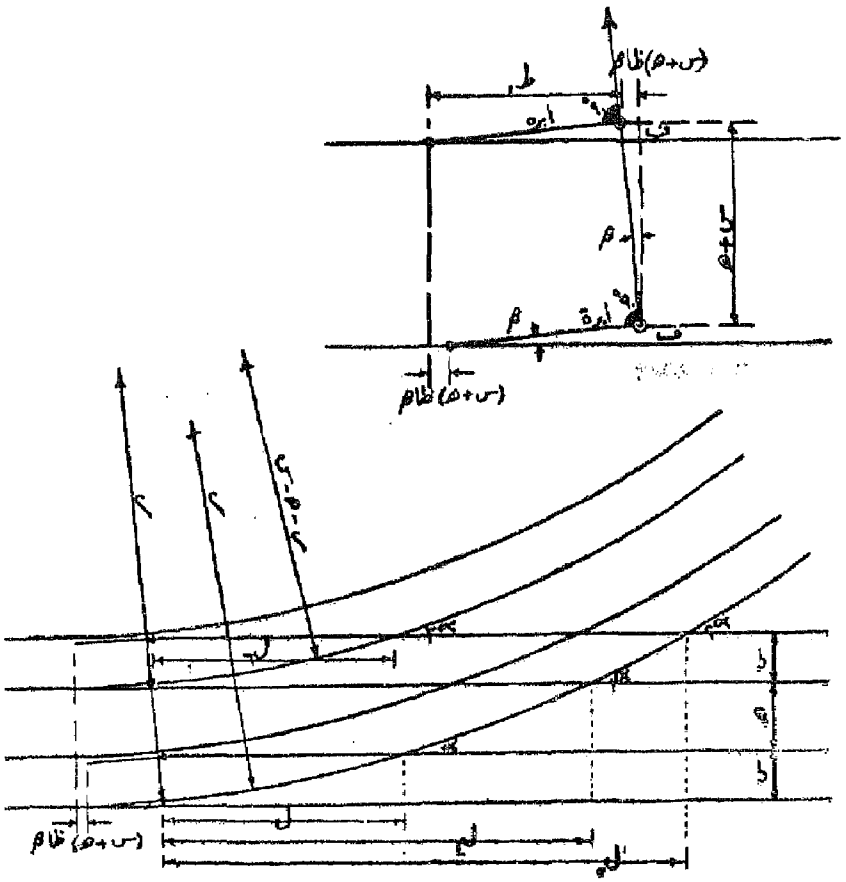
أولا : أن تكون منحنيات الخط السريع أسهل من منحنيات الخط الآخر أى ذات نصف قطر أكبر . هذا إذا كانت التفريعة المزدوجة تتفرع من خط منحن أما إذا كانت تتفرع من خط مستقيم فيحسن أن تتخذ الحركة السريعة الخط المستقيم .

ثانياً : يحسن أن تكون منحنيات الإبر وكذا منحنيات الفاتيح سهلة حتى ولو دعا ذلك إلى عمل منحنيات حادة بعد التقاطعات وذلك لإمكان تنفيذ الارتفاع النسبى فى هذه المنحنيات الأخيرة دون الأولى .

ثالثاً : يحسن أن يكون الخطان مستقيمين ما أمكن عند التخطية وذلك حتى تكون التقاطعات جميعاً واحدة .

التفريعة المزدوجة ذات التقاطعات المنحنية :

يبين الشكل نمرة (١٤١) تفريعة مزدوجة تقاطعاتها منحنية ولكى يظل الخطان المتفرعان متوازيين يجب أن تتقدم إبرة الخط الداخلى عن الخارجى بمقدار (س + هـ) ظا β . حيث س اتساع السكة ، هـ



شكل نمرة (١٤١)

تفريعة مزدوجة ذات تقاطعات منحنية

المسافة بين حافتى السير المتوسطتين ، β زاوية كعب الإبرة .

والمطلوب استنتاجه فى هذه الحالة هو ميول التقاطعات α ، α_1 ، α_2 ، α_3 وكذا أبعادها ل ، ل$_4$ ، ل$_5$ ، ل$_6$ عن كعب الإبرة وذلك بمعلومية نصف القطر .

التقاطع α :

المعادلة (١) صفحة ١٧٥ هى

$$ر = \frac{س - ف - حـ جا \alpha}{جتا \beta - جتا \alpha}$$

وحيث أن حـ فى هذه الحالة تساوى صفراً ينتج أن

$$جتا \alpha = جتا \beta - \frac{س - ف}{ر}$$ ومنها تستنتج قيمة الزاوية α .

$$ل = ر (حا \alpha - حا \beta)$$ ،

التقاطع α_1 :

$$جتا \alpha_1 = جتا \beta - \frac{س + هـ - ف}{ر}$$ ومنها تستنتج قيمة الزاوية α_1 .

$$ل_4 = ر (حا \alpha_1 - حا \beta)$$ ،

التقاطع α_2 :

$$جتا \alpha_2 = جتا \beta - \frac{٢ س + هـ - ف}{ر}$$ ومنها تستنتج قيمة الزاوية α_2 .

$$ل_5 = ر (حا \alpha_2 - حا \beta)$$ ،

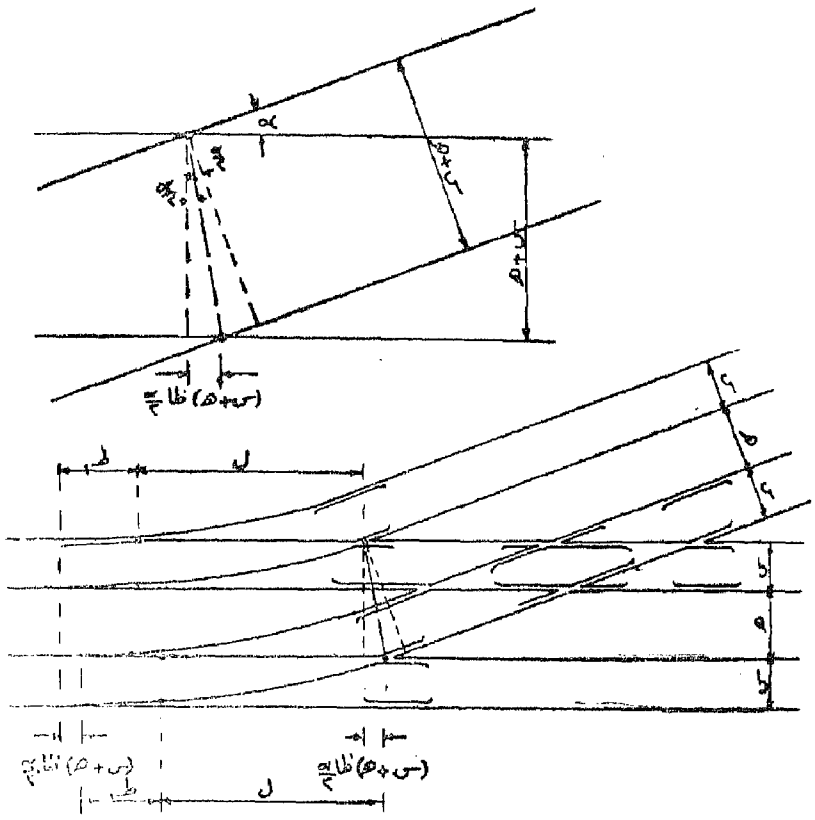
التقاطع α_3 :

$$جتا \alpha_3 = جتا \beta - \frac{س - ف}{ر - هـ - س}$$ ومنها تستنتج قيمة الزاوية α_3 .

$$ل_6 = (ر - هـ - س)(حا \alpha_3 - حا \beta)$$ ،

التفريعة المزدوجة ذات التقاطعات المستقيمة :

يبين الشكل نمرة (١٤٢) تفريعة مزدوجة تخطيتها مستقيمة . ولكى تسير الخطوط متوازية يجب أن



شكل نمرة (١٤٢)

تفريعة مزدوجة ذات تقاطعات مستقيمة

تتقدم إبرة الخط الداخلى عن الخارجى بمقدار (س + هـ) ظا $\frac{\alpha}{2}$ حيث α زاوية التقاطع أو التخطية .

وفى هذه الحالة ل = حـ جتا α + ر (حا α — حا β)

ك ل$_{٤}$ = ل + هـ ظتا α

ك ل$_{٥}$ = ل + (هـ + س) ظتا α

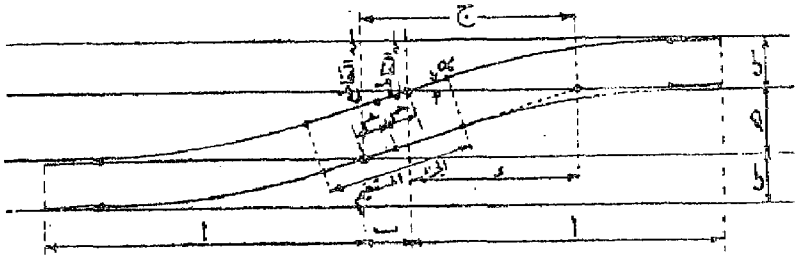
ك ل$_{٦}$ = ل

التحويلة Cross-over Road

التحويلة هى خط يصل بين خطين متوازيين وإذن فهى عبارة عن مفتاحين متعاكسين يقع كل منهما على خط ويتصلان من جهة التقاطع بجزء مستقيم فى العادة يوصل بين التقاطعين بنفس الميل .

والشكل نمرة (١٤٣) يبين تحويلة فيها ا ك ا هما المفتاحان المتعاكسان ك ب هو الجزء المستقيم الذى يميل بنفس ميل التقاطع ليصل بين المفتاحين وهو الجزء الذى لو عرف طوله ب فى اتجاه الخطين الأصليين لأمكن معرفة طول التحويلة وأمكن رسمها وبالتالى تنفيذها .

طول التحويلة = ضعف طول المفتاح + الطول الموازى بين سنى التقاطع النظريتين فى اتجاه السكتين المتوازيتين .



شكل نمرة (١٤٣)

تحويلة بين سكتى الطوالى

$$= ١٢ + ب$$

ولكن ١ $= ط_{١} + ل$

$؟$ $ب$ $= ج - ء$

$= هـ$ ظتا α $-$ س قتا α

∴ طول التحويلة $= ٢ (ط_{١} + ل) + هـ$ ظتا α $-$ س قتا α

ويتوقف طول التحويلة على عاملين الأول زاوية التقاطع والثانى البعد بين محورى السكتين المتوازيتين أو بمعنى آخر البعد بين حافتى سير القضيبين الداخلين للسكتين والمرموز له فى الشكل بالحرف هـ .

أما زاوية التقاطع فتختلف من ١ : ٨ إلى ١ : ١٢ فى السكك الحديد المصرية فهى ١ : ٨ بين سكك مخازن التخزين ؟ ١ : ١٠ بين الخطوط الفرعية ؟ ١ : ١٢ بين الخطوط الرئيسية .

وأما البعد بين حافتى سير القضيبين الداخلين فيساوى ٢ر٠٦٨ متر بين سكتى الطوالى ذات قضبان الفنيول ٤٧ ؟ ٢ر٥٦٨ متر بين سكك مخازن التخزين التى لا تفصلها أعمدة إنارة وبين سكك الطوالى ومخازن التخزين التى لا يفصلها قائم سيما فور .

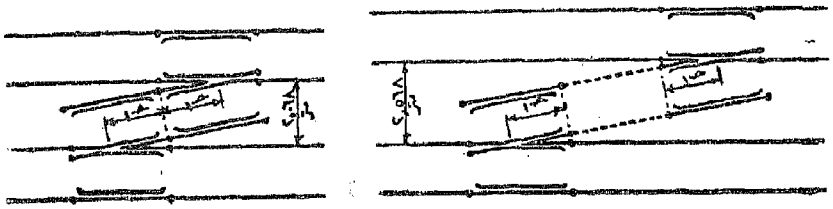
وأطوال التحاويل فى خطوط السكك الحديد المصرية للقضيب ٤٧ هى كما يأتى :

زاوية التقاطع	طول المفتاح إلى سن التقاطع العملية $ا_{١}$ مترا	البعد بين سنى التقاطع العمليتين $ب_{١}$ مترا	طول التحويلة بالمتر لسكة فدوها(١)	
			٢ر٠٠ متر	٢ر٥٠ متر
١ : ٨	٢٠ر٣٧٦	٤ر٧٣٠	٤٥ر٤٨٢	٤٩ر٤٨٢
١ : ١٠	٢٥ر٣٩٣	٥ر٩٥٠	٥٦ر٧٣٦	٦١ر٧٣٦
١ : ١٢	٢٩ر٦١٩	٧ر١٧١	٦٦ر٤٠٩	٧٢ر٤٠٩

(١) يطلق على المسافة بين محورى القضيبين الداخلين لسكتين متجاورتين لفظة الفدو .

تقاطع التحويلة :

لو قسم القضيبان المستقيمان الموصلان بين سنى التقاطع إلى قسمين متساويين حـ١ لأمكن إعداد التقاطعات بحيث إذا وضعت فى مكانها بين الخطين ألفت الجزء المستقيم الموصل بين السنين . ويعمل الطول حـ١ فى العادة مساوياً للطول المستنتج بين سكتى الخط الطوالى ويزاد بأطوال مكملة عند ما تبتعد محاور السكتين إلى ٤٫٠٠ متر أو أكثر . انظر شكل نمرة (١٤٤) . وبهذه الطريقة يكون التقاطع لكل



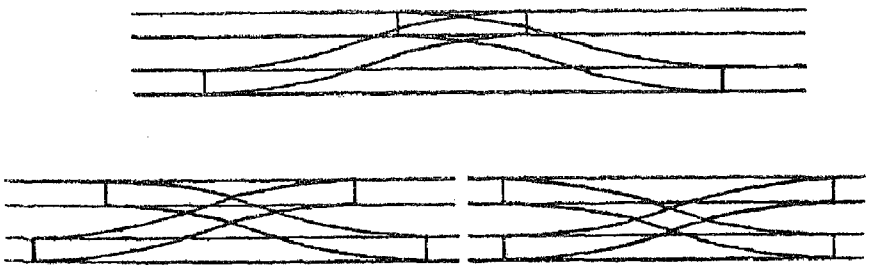
شكل نمرة (١٤٤)

زاوية ثابتاً ويمكن إعداده قبلا وهو الذى يستعمل فى المفاتيح أيضاً .

المقص Scissors Cross-over Road

المقص عبارة عن تحويلتين متعاكستين تتقابلان فى تخطية[1] . وتقع التخطية بكاملها إما فى المستقيم أو فى منحنى المفتاح أو بينهما وعلى ذلك فقد تقع الإبر فى خط واحد أو متباعدة .

ويفضل دائماً الاستعاضة عن المقص بتحويلتين منفصلتين إذا سمح التخطيط بوضعهما وذلك لأن المقص يحتوى على تقاطعات كثيرة ويحتاج إلى صيانة مستمرة . والشكل نمرة (١٤٥) يبين ثلاثة مقصات مختلفة .

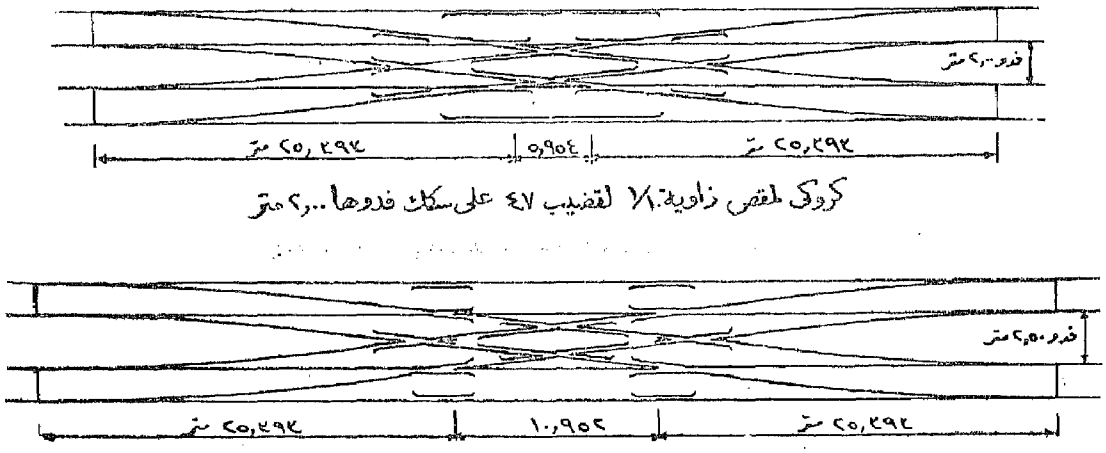


شكل نمرة (١٤٥)

أما الشكل نمرة (١٤٦) فيبين كروكيين لمقصين فى السكك الحديد المصرية لسكك فدوها ٢٫٠٠ متر و ٢٫٥٠ متر على التوالى وقضبانها فنيول ٤٧ كيلو جرام وقد بينت بها أجزاء القضبان المختلفة .

---

(١) يطلق على المقص فى بعض الاحيان اسم التحويلة المزدوجة .



كروك لمقص زاوية ١/٨ لقضيب ٤٧ على سكك فدوها ٢,٠٠ متر

كروك لمقص زاوية ١/٨ لقضيب ٤٧ على سكك فدوها ٢,٥٠ متر

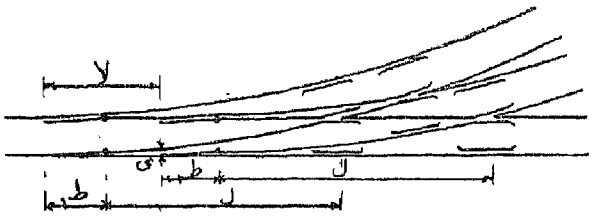
شكل نمرة (١٤٦)

المفتاح المجوز (المزدوج) Double Turnout

المفتاح المجوز عبارة عن مفتاحين يتلو أحدهما الآخر بحيث تقع إبرتا المفتاح الثانى قبل تقاطع المفتاح الأول .

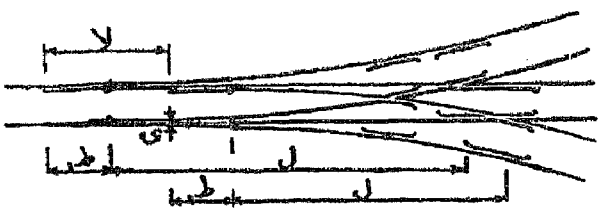
وهناك ثلاثة أنواع للمفاتيح المزدوجة :

النوع الأول : وهو الذى تتفرع فيه السكتان إلى ناحية واحدة من السكة الأصلية شكل نمرة (١٤٧) .



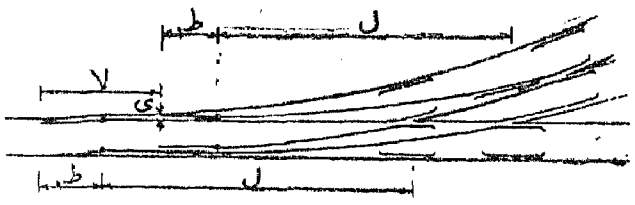
شكل نمرة (١٤٧)

النوع الثانى : وهو الذى تتفرع فيه السكتان كل إلى ناحية من السكة الأصلية شكل نمرة (١٤٨) .



شكل نمرة (١٤٨)

النوع الثالث : وهو الذى تتفرع فيه إحدى السكتين من الأخرى وليس من السكة الأصلية شكل نمرة (١٤٩) .

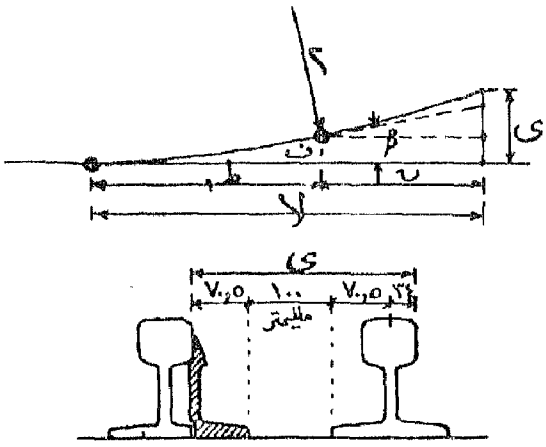


شكل نمرة (١٤٩)

وللمفاتيح المزدوجة عيوبها التى منها زيادة عدد التقاطعات ولكنها ذات فائدة فى الأحوال التى يضيق فيها المكان فتستعمل غالباً فى تجميعات السكك فى الأحواش إن لزم الأمر تجميعها فى أقصر حيز ولكنها لا تستعمل فى الخطوط الطوالية وإن كان يجوز استعمالها

إن وضعت غير مواجهة .

ولإمكان تخطيط المفاتيح المزدوجة يلزم معرفة البعد بين الإبر المتعاقبة وهو البعد المرموز له بالحرف « ر » فى الأشكال السابقة والذى يجب أن يسمح للابرة التالية بالتحرك بين القضيبين بمقدار مشوارها دون أن يعوقها القضيب الآخر أنظر شكل نمرة (١٥٠) .



شكل نمرة (١٥٠)

فى حالة القضيب ٤٧ مثلا تكون المسافة

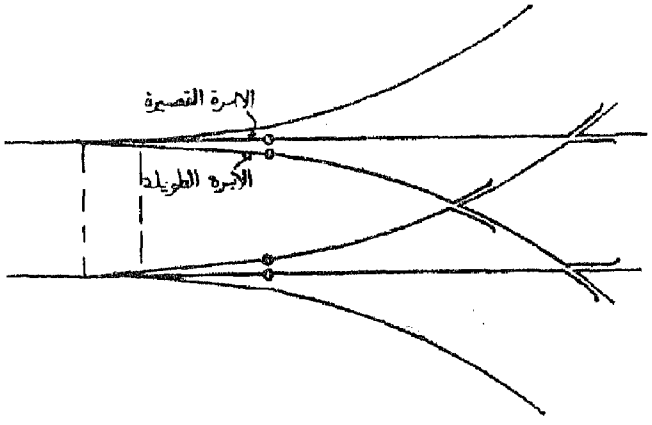
ى ≤ ٣٤ + ٧٠٫٥ + ١٠٠ + ٧٠٫٥

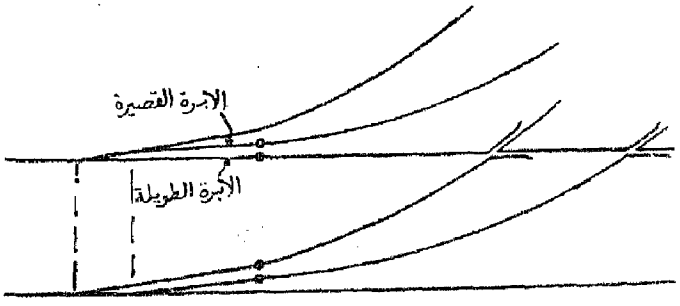
≤ ٢٧٥ ملليمتر أو ٣٠٠ ملليمترا تقريبا

$$\text{ى} = \text{ف} + \text{ر} \text{ ظا } \beta + \frac{\text{ر}^2}{2\text{ر}}$$

حيث ر هو البعد بين كعب الإبرة السابقة وسن الإبرة اللاحقة .

من هذه العلاقة يمكن استنتاج الطول ر ومن ثم الطول لا = ر + ط١ .





شكل نمرة (١٥١)

مفاتيح بجوز ذات إبرتين

المفتاح المجوز ذو الإبرتين Three Throw

هوعبارة عن مفتاحين تقع إبرهما معا وفيه تكون الإبرتان المتوسطتان طويلتين والخارجتان قصيرتين وتقع كعوب الإبر الأربعة على فلنكة واحدة بينما تقع أسنتها على فلنكتين متجاورتين . وهذا المفتاح على نوعين انظر شكل نمرة (١٥١) .

النوع الأول : وهو الذى تتفرع فيه السكتتان كل إلى ناحية من السكة الأصلية وميزته أن سنى تقاطعه يقعان تجاه بعضهما تماما بينما يقع تقاطعه الأوسط بين القضيبين المنحنيين وفى منتصف المسافة بين القضيبين المستقيمين .

النوع الثانى : وهو الذى تتفرع فيه السكتتان إلى ناحية واحدة من السكة الأصلية . وعيبه أن اتساع السكة يزداد عند موقع سنى إبرتى السكة المنحنية الداخلية عند ما يكون الاتجاه معدا لها . هذا علاوة على أن انحراف إبرة السكة الخارجية ضعف الانحراف العادى .

وميزة المفتاح المجوز ذو الإبرتين أن طوله أقصر من المفتاح المجوز الذى ذكر قبلا ويقتصر استعماله فى الأحواش عندما يتعذر استعمال المفتاح المجوز السابق للتفرع إلى السكك المختلفة لضيق المكان .

التفريعة من الخط المنحنى

هناك حالتان للتفريعة من الخط المنحنى :

(١) التفريعة فى نفس الاتجاه .

(٢) التفريعة فى عكس الاتجاه .

التفريعة فى نفس الاتجاه :

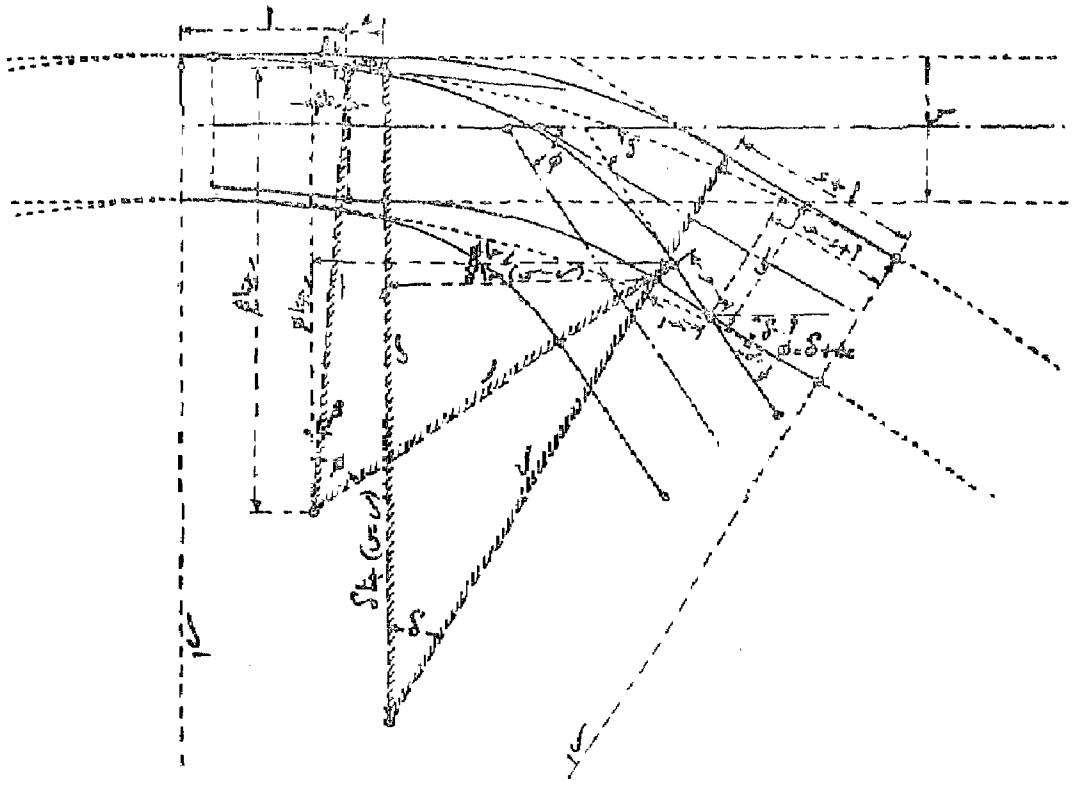
شكل نمرة (١٥٢)

قد يضطر الحال فى بعض الأحيان إلى عمل تفريعة من الخط المنحنى فإذا كان نصف قطر المنحنى هو «ر١» وأريد التفرع بنصف قطر «ر» وفرضنا أن الخطين سيتقابلان فى زاوية تقاطع مقدارها «ى» وأن القضيبين المتقاطعين يعملان زاويتين مقدارهما δ ، ϕ = ى + δ مع محور السكة المستقيمة الوهمية فإنه للقيام بذلك يعمل تغيير فى تخطيط المنحنى الأصلى ر١ فى الجزء الذى يحوى التفريعة يبدأ وينتهى بخط مستقيم طوله ا + ع يتوسطه منحنى نصف قطره يقل إلى «ر» .

وتختار الزاوية « δ » فى العادة وهذه مضاف إليها زاوية التقاطع « α » تحددان زاوية التقاطع مع السكة المستقيمة الوهمية .

أما المقداران حـ١ ، حـ فيحددان كما ذكرنا سالفاً وأما البعد « ع » الذى يعين نهاية المنحنى فيتحدد من ترتيب الفلنكات ووضع الوصلة فى نقطة مناسبة وبالرجوع إلى الشكل يمكن كتابة العلاقتين الآتيتين

$$ف + ر \text{ جتا } \beta - ر \text{ جتا } (\alpha + \delta) + حـ \text{ جا } (\alpha + \delta) - حـ_1 \text{ جا } \delta$$
$$+ (ر - س) \text{ جتا } \delta - ر = \text{صفر} \qquad (١)$$



شكل نمرة (١٥٢)

تفريعة من خط منحنى فى نفس الاتجاه

$$\text{ك}_{\text{ع}} + (\text{ر} - \text{س}) \text{ حا } \delta + \text{ح}_{\text{ر}} \text{ جتا } \delta - \text{ح} \text{ جتا } (\alpha + \delta) - \text{ر}_{\text{ر}} \text{ حا } (\alpha + \delta) + \text{ر}_{\text{ر}} \text{ حا } \beta = \text{صفر} \quad (٢)$$

من هاتين العلاقتين يمكن حساب نصف القطر « ر » وذلك بمعلومية نصف قطر التفريعة « ر » فإن لم يكن المقدار الناتج مناسباً أمكن تعديل المقادير المحددة سابقاً إلى أن نتحصل على رقم مناسب لنصف القطر ر .

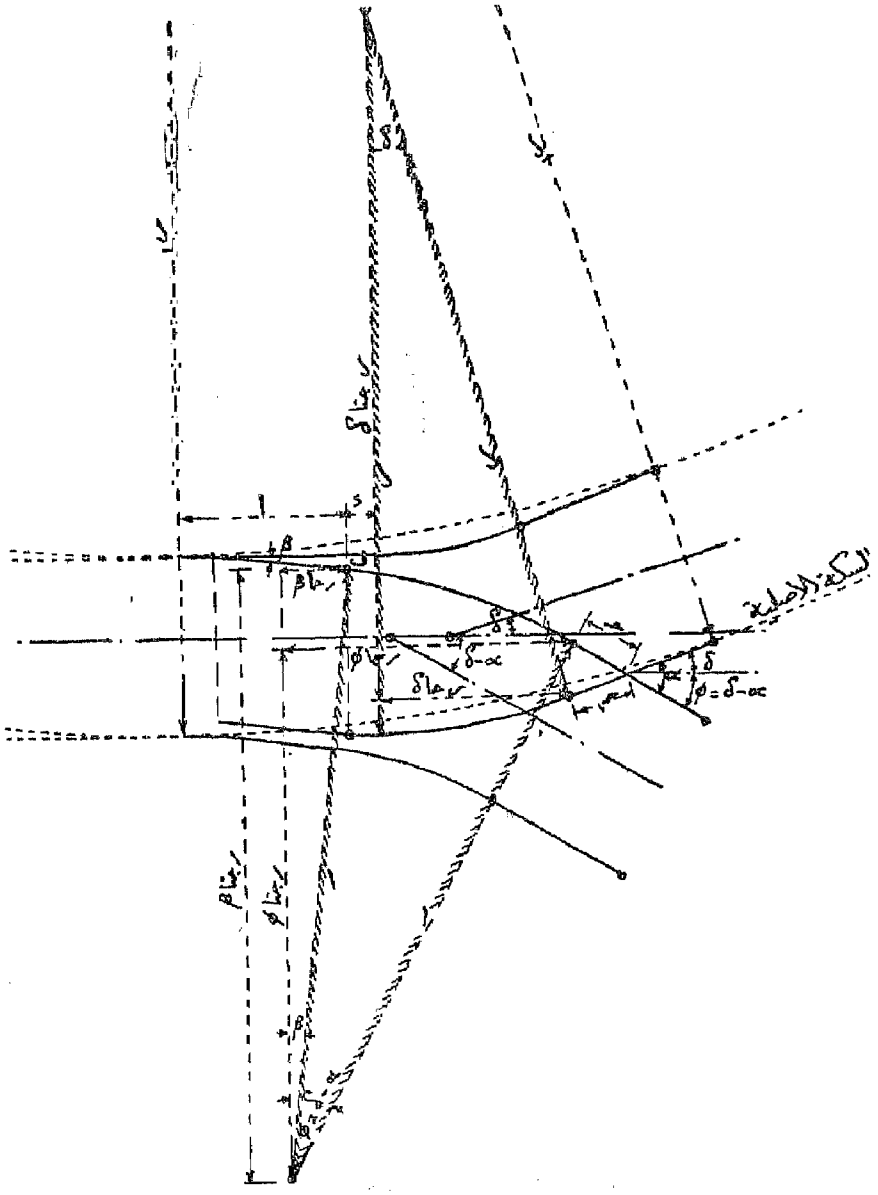
التفريعة فى عكس الاتجاه :

شكل نمرة (١٥٣)

تشبه هذه التفريعة التفريعة السابقة من جميع الوجوه إلا أن اتجاهها مخالف لها أى فى عكس اتجاه السكة الأصلية ويتضح من الشكل أن الزاوية ϕ فى هذه الحالة $= \alpha - \delta$.

ويؤول الحل كما فى الحالة السابقة إلى حساب نصف القطر « ر » المناسب مع ملاحظة تعديل بعض المقادير الثابتة إن لزم الأمر والعلاقتان اللتان يستنتج منهما ذلك هما :

$$\text{ف} + \text{ر}_{\text{ر}} \text{ جتا } \beta - \text{ر}_{\text{ر}} \text{ جتا } \phi + \text{ح} \text{ حا } \phi + \text{ح}_{\text{ر}} \text{ حا } \delta - \text{ر} \text{ جتا } \delta + (\text{ر} - \text{س}) = \text{صفر} \quad (١)$$



شكل نمرة (١٥٣)

تفريعة من خط منحنى فى عكس الاتجاه

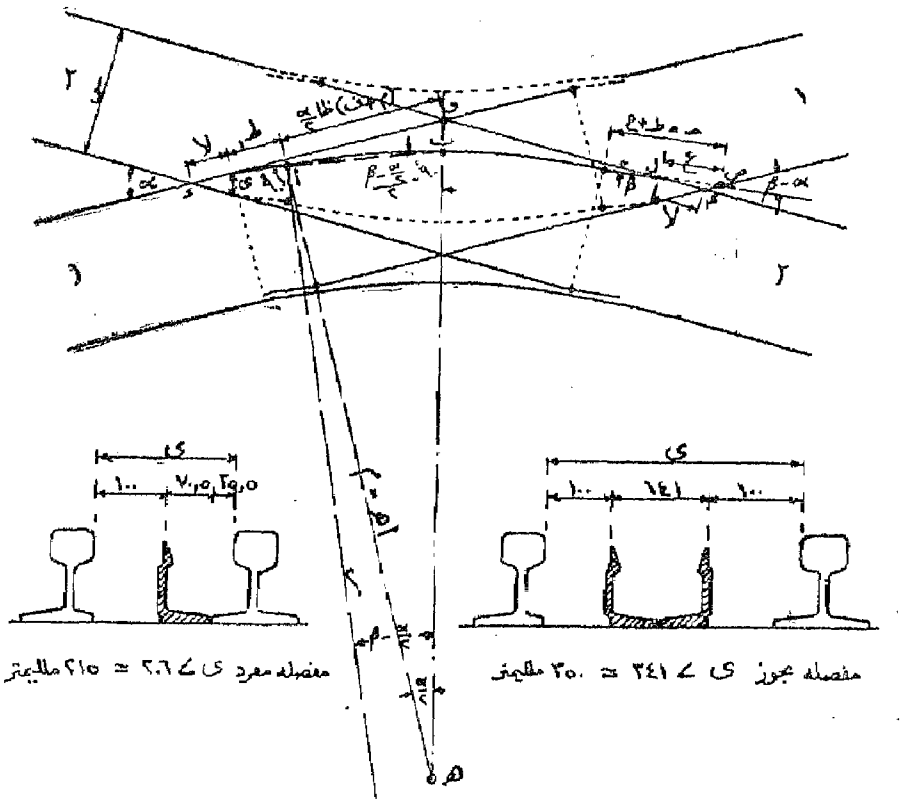
$$\text{صفر} = \delta \text{ حا } س + \delta \text{ جتا } ح_{1} + \phi \text{ جتا } ح - \phi \text{ حا } ر_{1} - \beta \text{ حا } ر_{2} + ع \quad (٢)$$

المفصلات Slip Roads

المفصلة المفرد Single Slip هى تفريعة توضع داخل التخطية لتوصل بين سكتين متقاطعتين انظر شكل نمرة (١٣٨) .

والمفصلة المجوز Double Slip عبارة عن تفريعتين توضعان داخل التخطية فيتم بهما إيصال الخطين فى الاتجاهين .

وتتراوح زاوية التقاطع فى المفصلة بين ١ : ٨ ، ١ : ١٥ . ويوضع سن الإبرة على بعد من نقطة التقاطع يساوى « ر » محسوب من المقدار « ى » الذى يختلف فى المفصلة المفرد عنه فى المفصلة المجوز كما هو واضح فى الشكل نمرة (١٥٤) .



شكل نمرة (١٥٤)

والمهم فى المفصلة هو حساب نصف قطرها ويستنتج بإحدى طريقتين :

الطريقة الأولى :

$$\text{ر} = \frac{\text{ى}}{2\,\text{حا}\,\frac{\alpha}{2}}$$

$$\text{البعد و} = \text{ر} + \text{ط}_1 + (\text{م} + \text{ف})\,\text{ظا}\frac{\alpha}{2} = \frac{\text{س}}{\text{حا}\,\alpha} \qquad (1)$$

$$\frac{\text{ا ب}}{\text{ر}} = \frac{\text{حا}\,(\beta - \frac{\alpha}{2})}{\text{حا}\,(90^\circ - \frac{\beta - \frac{\alpha}{2}}{2})}$$

ولكن

$$\frac{\text{ا ب}}{\text{م}} = \frac{\text{حا } \frac{\alpha}{٢}}{\text{حا}\left(\frac{\beta - \frac{\alpha}{٢}}{٢} - ٩٠^\circ\right)}$$

$$\therefore \text{ا ب} = \frac{\left(\beta - \frac{\alpha}{٢}\right) \text{حا}}{\text{جتا } \frac{\beta - \frac{\alpha}{٢}}{٢}} = \frac{\text{م حا } \frac{\alpha}{٢}}{\text{جتا } \frac{\beta - \frac{\alpha}{٢}}{٢}}$$

$$\therefore \text{م} = \frac{\left(\beta - \frac{\alpha}{٢}\right) \text{حا}}{\text{حا } \frac{\alpha}{٢}} \qquad (٢)$$

وبالتعويض فى (١) ينتج أن :

$$\frac{\text{س}}{\text{حا } \alpha} = \text{لا} + \text{ط}_١ + \text{ف ظا } \frac{\alpha}{٢} + \frac{\left(\beta - \frac{\alpha}{٢}\right) \text{حا}}{\text{جتا } \frac{\alpha}{٢}} \qquad (٣)$$

$$\therefore \text{حـ} = \frac{\left(\frac{\text{س}}{\text{حا } \alpha} - \text{لا} - \text{ط}_١ - \text{ف ظا } \frac{\alpha}{٢}\right) \text{جتا } \frac{\alpha}{٢}}{\text{حا}\left(\beta - \frac{\alpha}{٢}\right)} \qquad (٤)$$

الطريقة الثانية :

إذا اعتبرنا المفصلة مفتاحاً عاديا خارجا من السكة ١ — ١ وأن نقطة تقاطع هذا المفتاح تقع على امتداد الإبرة الأخرى عند تقاطع امتدادها مع حافة سير القضيب الثانى فى النقطة « ص » فإن الطول ا ص يمثل الطول المعروف « حـ » وتصبح زاوية التقاطع ($\beta - \alpha$) .

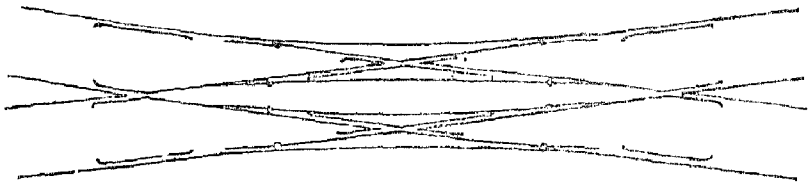
ويمكن استنتاج الطول « ع » على الشكل بالنسبة إلى الطول « لا » وذلك بالرجوع للمثلث ص ء ل حيث

$$\frac{\text{لا}}{\text{حا}\left(\beta - \alpha\right)} = \frac{\text{ع}}{\text{حا}\left(\alpha - \pi\right)} \quad \therefore \text{ع} = \text{لا} \frac{\text{حا}\left(\alpha - \pi\right)}{\text{حا}\left(\beta - \alpha\right)}$$

$$\therefore \text{حـ} = \text{ط} + \text{ع}$$

ومن قانون نصف القطر المستنتج فى حساب المفتاح يمكن حساب نصف قطر المفصلة مع ملاحظة التعويض عن الزاوية « α » هناك بما يقابلها هنا أى ($\beta - \alpha$) .

ونعطى فيما يلى رسما شكل نمرة (١٥٥) لمفصلة مجوز مبينا به أجزاءها .



(شكل نمرة) ١٥٥

توزيع الفلنكات تحت المفاتيح فى السكك الحديد المصرية

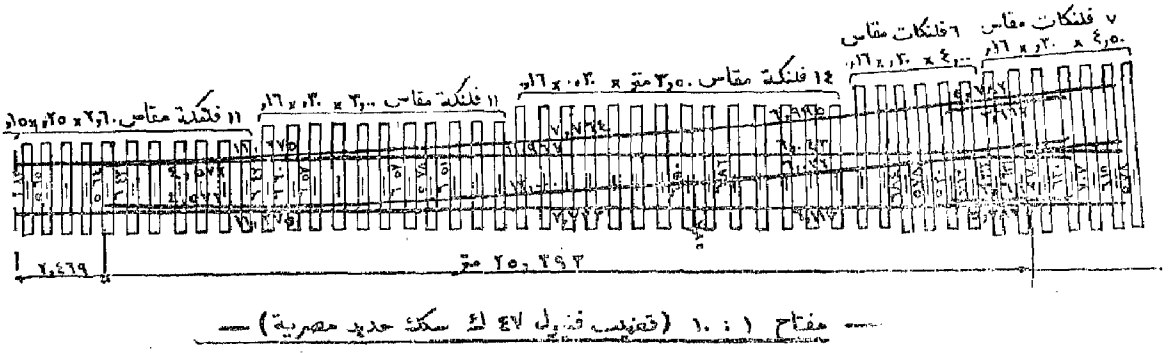
توزع الفلنكات تحت الإبرة فتوضع واحدة تحت السن [١] وتسمى فلنكة السن وأخرى تحت الكعب وتسمى فلنكة الكعب [٢] وتقسط الفلنكات فيما بين فلنكتى السن والكعب بالتساوى كما تقسط الفلنكات بين فلنكة السن وفلنكة الوصلة أمام الإبر بالتساوى أيضا . وهذه الفلنكات جميعا بمقاس ٢٫٦٠ × ٠٫٢٥ × ٠٫١٥ مترا أما فلنكة الكعب فيزيد مقاسها إلى ٣٫٠٠ × ٠٫٣٠ × ٠٫١٦ مترا .

وتوضع الفلنكات تحت التقاطع متعامدة مع منصف زاوية التقاطع وتوضع فلنكة تحت السن العملى وتقسط الفلنكات على الناحيتين بما يتناسب مع الوسائد ولقم الخلوص distance pieces وفلنكات التقاطع بمقاسين ٤٫٠٠ × ٠٫٣٠ × ٠٫١٦ متراً و ٤٫٥٠ × ٠٫٣٠ × ٠٫١٦ متراً .

أما الفلنكات تحت قضبان منحنى المفتاح أى الواقعة بين كعب الإبرة وبداية قضبان التقاطع فتوضع عمودية على الخط المستقيم وتقسط كل مجموعة منها تقع بين وصلتين بالتساوى ومقاسها :

٣٫٠٠ × ٠٫٣٠ × ٠٫١٦ متراً ثم ٣٫٥٠ × ٠٫٣٠ × ٠٫١٦ متراً

ويلاحظ دائماً أن تكون فلنكات الوصلة الواحدة متساوية الطول ومتوازية . ويوضح الشكل نمرة (١٥٦) تفاصيل الوصلات والفلنكات بأحد المفاتيح بالسكك الحديد المصرية .



— مفتاح ١ : ١٠ (تفتيش فنى ٤٧ لـ سكك حديد مصرية) —

شكل نمرة (١٥٦)

تفاصيل المفتاح

---

(١) يمتد سن الابرة فوق الفلنكة لمسافة ١ و ٢٠ سنتيمترا .

(٢) يقع كعب الابرة فوق منتصف فلنكة الكعب .

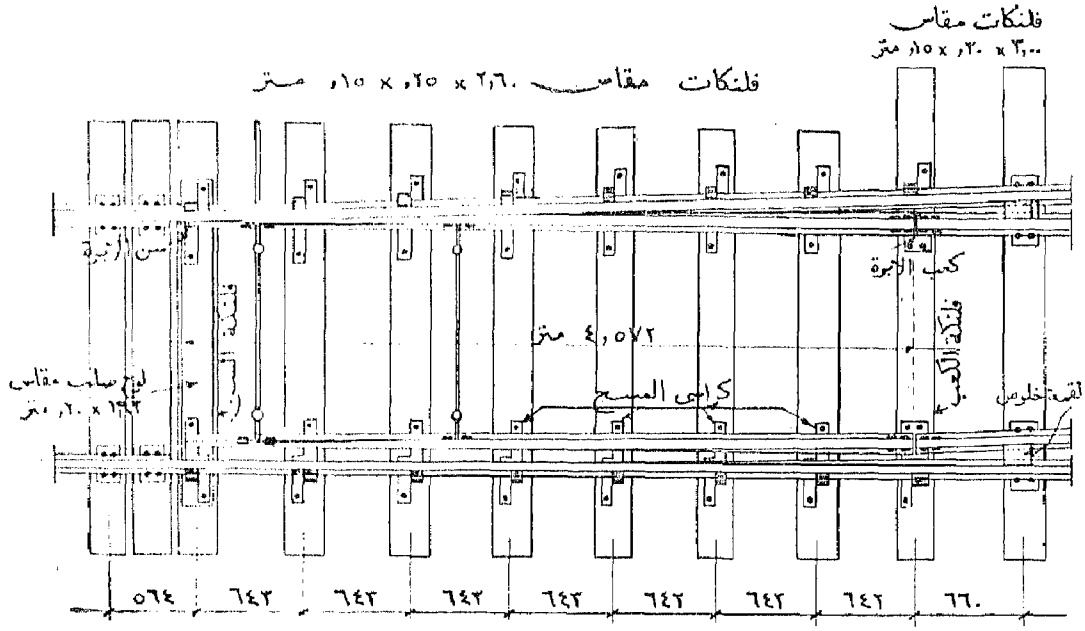
الفلنكات تحت التحاويل والمقصات

النظام المتبع فى توزيع الفلنكات فى التحاويل هو نفس النظام المتبع فى المفاتيح المؤلفة منها غير أن فلنكتى وصلة نهاية التقاطعين تكونان مستمرتين وبمقاس ٠ر٦ × ٠ر٣٠ × ٠ر١٦ مترا .

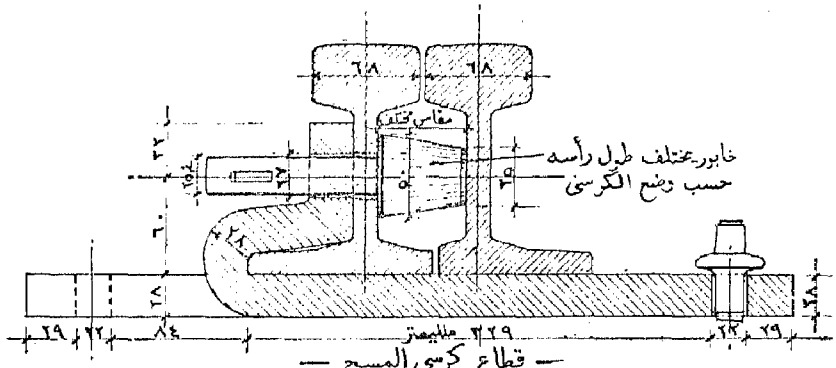
أما فى حالة المقص فتوضع الفلنكات جميعاً متعامدة مع السكتين المتوازيتين وتستعمل الفلنكات بطول ستة أمتار عند ما يكون الفدو بين السكتين مترين وبطول ٥٠ر٦ مترا تحت التقاطعات ١ : ٤ و ١ : ٥ و ١ : ٦ عندما يكون الفدو بين السكتين ٥٠ر٢ مترا .

وتوضع الفلنكات فى المفصلات كما فى التخطية تماماً أى متعامدة مع المحور الموصل بين التقاطعين المفردين فيها وتعمل بمقاس ٥٠ر٣ × ٠ر٣٠ × ٠ر١٦ مترا .

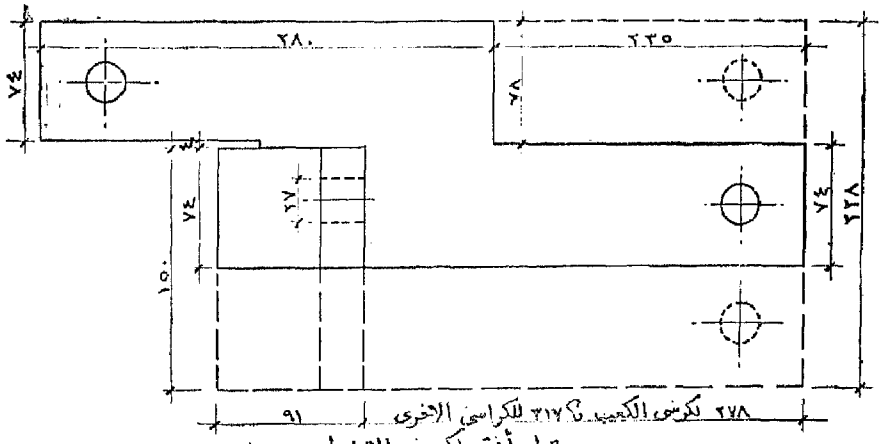
وفيما يلى تفاصيل الإبر وكراسى القشط تحتها وكذلك تفاصيل التقاطع شكلى نمرة (١٥٧) و(١٥٨) .



— مسقط أفقى لأبرق المفتاحين ١ : ١٠ ؟ ١ : ١٢ —
فى السكك الحديد المصرية



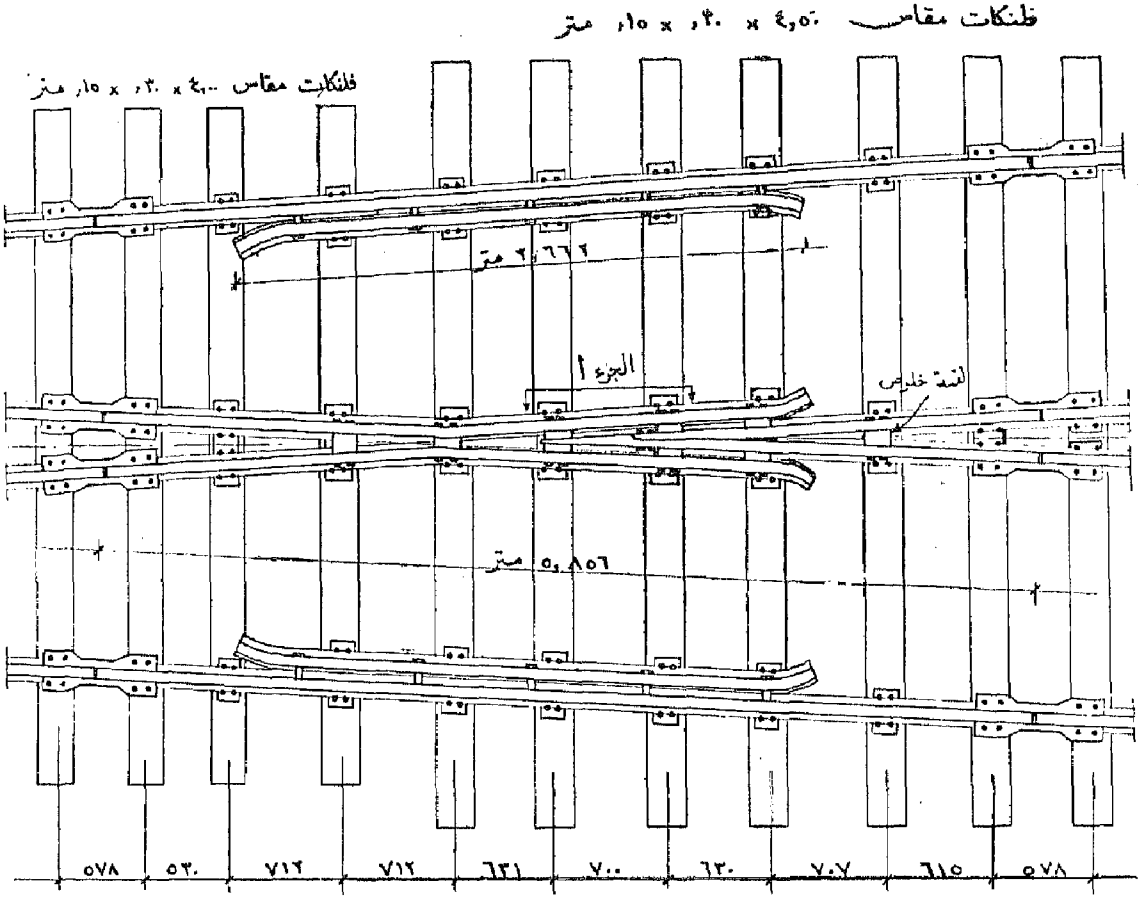
— قطاع كرسى المسح —



— مسقط أفقى لكرسى القشط —

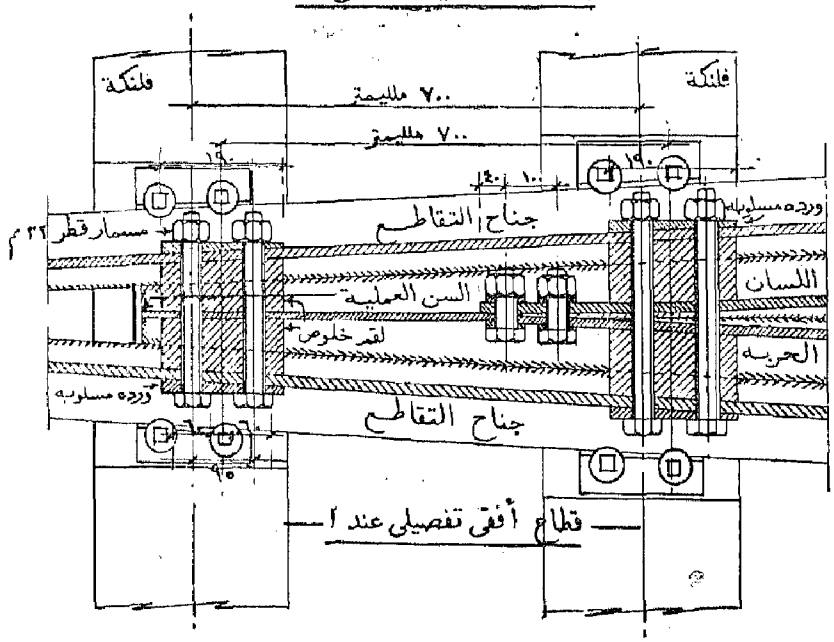
ملحوظة - كراسى المسح تعمل جميعها عميرة فيما عدا أحد كرسيى السهم فيعمل شمال
كراسى المسح تحت الكعب أكبر سطحا وتمتد حسب الخطوط المتقطعه فى المسقط الأفقى

شكل نمرة (١٥٧)
تفاصيل الابر وكراسيها



— مسقط أفقى لتقاطع ١ : ١٠ فى سكة قضيب الفنيول ٤٧ ك —

بالسكك الحديد المصرية



شكل نمرة (١٥٨)

تفاصيل التقاطع