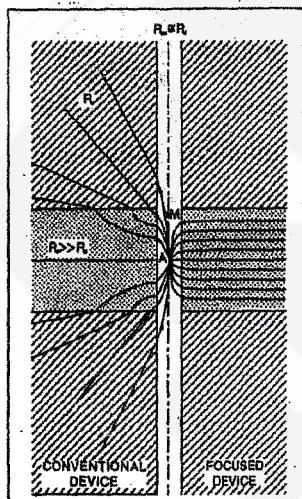


الفصل الخامس

قياسات المقاومية الكهربائية الموجهة (المحرقية)

Focused Electrical Logs

تتناقص بشكل كبير استجابة الأجهزة التقليدية مقابل الطبقات عالية المقاومية، نتيجة استخدام سائل حفر ذي أساس ملحي (سائل جيد للتيار)، وذلك لأن توزع خطوط القصبة للحقول الكهربائية المتبعثة من أقطاب التيار يتم بصورة تضليلية حسب القانون العام لتركيز القوة في الأوساط ذات المقاومية القليلة (الأوساط الناقلة مثل الغضار والمارن وسوائل الحفر ذات الأساس الملحي) وبالتالي يفضل التيار المرور في سائل الحفر على الدخول في الطبقة ذات المقاومية الكبيرة، وكذلك عندما توجد طبقة قليلة السماكة ويجاورها طبقات مختلفة المقاومية بشكل كبير (أي في حالة R_h/R_c كبيرة أو صغيرة للغاية) فيفضل التيار الجنوح نحو الطبقة ذات المقاومية المنخفضة ويتناهى المرور في الطبقات العالية المقاومية، ويؤدي ذلك إلى أن القيمة المقرروءة من التسجيلات المقاومية تختلف بصورة كبيرة عن قيمة المقاومية الحقيقة. ومن أجل جعل هذه التأثيرات أصغر، تم تطوير تشكييلات قطبية تستطيع أن توجه خطوط التيار وتدفعها للدخول إلى الطبقات الرقيقة ذات المقاومية العالية وبوجود سائل حفر ذي مقاومية منخفضة جداً.



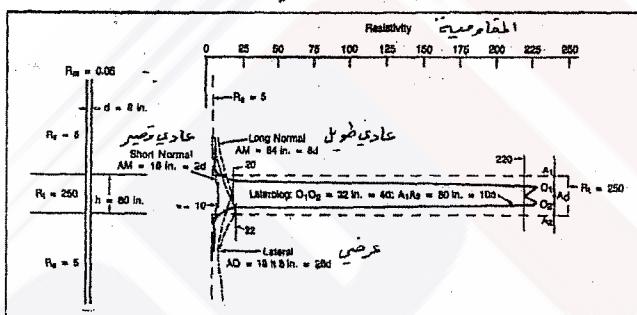
شكل (5 - 1) توزع خطوط التيار مقابل طبقة رقيقة

في حالة استخدام الأجهزة التقليدية والأجهزة الموجهة.

يعتمد المبدأ الرئيسي على إضافة أقطاب تيار مساعدة فوق وتحت قطب التيار الرئيسي (المركزي). تعمل هذه الأقطاب المساعدة (الجاجبة) على جعل قيم

الكمون عند طرفي القطب المركزي مساوية للصفر مما يجعل التيار الرئيسي I_0 يسري داخل الطبقة بدلاً من أن يسري في عмود سائل الحفر.

يوضح الشكل (5 - 1) نموذجين للتيار المستخدم في الأجهزة التقليدية وتلك الموجهة. أما الشكل (5 - 2) فيوضح تجربياً استجابة التشكيل القطبي السباعي الموجهة (LL7) بالمقارنة مع استجابة التشكيلات القطبية العاديّة والعرضية. لاحظ ضعف استجابة التسجيلات التقليدية مقابل استجابة الموجهة التي تبين حدود الطبقة واضحة وبيان قراءة مقاومية الطبقة قريبة من R_t ، بالرغم من صعوبة شروط القياس حيث نسبة R_t إلى R_m تساوي 500 وكذلك نسبة R_t إلى R_s تساوي 1 : 100.



شكل (5 - 2) استجابة الموجهة - 7 (LL7) والأجهزة التقليدية مقابل طبقة رقيقة لها مقاومة عالية، غير متاثرة بغيرها راسخ سائل الحفر وفي حالة استخدام سائل حفر صالح جداً.

وهكذا فإن التشكيلاتقطبية الموجهة (اللاترولوج - Laterolog) قادرة على توليد حزمة من خطوط التيار ذات شدة ثابتة وسمكافة معايرة والموجهة بصورة عالمية على جدران حفرة البئر، وبهذا الشكل تستطيع هذه الأجهزة إيجاد أو التقليل الأعظمي لتأثير كل من العوامل التالية على قيمة المقاومية الظاهرة على المقاسة:

- إهمال مقاومية سائل الحفر (R_m) وذلك في حالة أن العلاقة بين مقاومية الطبقة ومقاومة سائل الحفر تكون كبيرة للغاية (حالة السوائل المالحة المعدنية).
- تقليل تأثير مقاومية الطبقات المجاورة في حالة أن الطبقات المسبرة ذات سمكافة أكبر من سمكافة (عرض) الحزمة الموجهة.

٣ - تقليل تأثير مقاومية المنطقة المغزوة حتى حد أصغر، على قيمة المقاومية الحقيقة وذلك في حالة أن مقاومية المنطقة المغزوة (المغسولة) أقل بكثير من مقاومية الطبقات المسبورة وأن عمق الغزو صغير نسبيا.

٤ - إمكانية عدم قيام المقاومية الظاهرة المفروضة من التشكيلات الكهربائية الموجهة قريبة جداً من قيم المقاومية الحقيقة للطبقات المسبورة في حالة وجود المنطقة المغزوة أو أنها محدودة جداً.

يتوافر في الوقت الحاضر عدة أنواع من التشكيلات القطبية الموجهة، تختلف فيما بينها بمقاييس وعدد أقطاب التغذية والقياس، وبسمكها أو عرض العزمه التجمعية لخطوط التيار الموجهة، وذكر فيما يلي أكثر هذه التشكيلات القطبية الموجهة استخداماً في سبر الآبار النفطية والغازية:

١ - التشكيل القطبي ذو المساري الثلاثة الموجهة (اللاترولوغ - 3)

The guard Focusing device or Laterolog - 3

٢ - التشكيل القطبي النقطي السباعي الموجهة (اللاترولوغ - 7)

The point - electrode Focusing device or Laterolog - 7

٣ - التشكيل القطبي النقطي الثنائي الموجهة (اللاترولوغ - 8).

The shallow - investigating Focusing electrode device or Laterolog - 8

٤ - التشكيل القطبي الموجهة كرويا (Spherical Focusing Electrode device) أو السيفل (SFL).

٥ - التشكيلات القطبية المركبة الموجهة (اللاترولوغ المضاعف).

(The dual Focusing electrode system or Dual Laterolog (DLL))

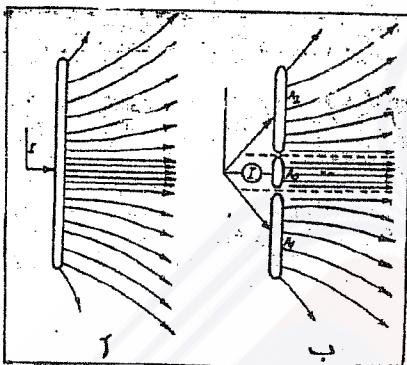
وسنتناول بالتفصيل الخصائص العامة لهذه التشكيلات ودراسة استجابتها في الشروط الحيوولوجية وال الهندسية للطبقات المنحورة ولحفر الآبار:

٥ - ١ - التشكيل القطبي ذو المساري الثلاثة الموجهة:

٥ - ١ - ١ - المبدأ وطريقة القياس

ويدعى بصفة تجارية باللاترولوغ - ٣. إن مبدأ هذا التشكيل موضح في الشكل (٥ - ٣) عندما نستخدم قطباً إسطوانيّاً طويلاً كمسرى للتيار، فإن خطوط الحق

الكهربائي التي تنتشر في الوسط المحيط تأخذ الاتجاهات الموضحة في الشكل (5 - 3) والمهم أن تكون خطوط الحقل الكهربائي عبارة عن أشعة متوازية في الجزء المركزي من هذا الحقل، حتى يتحقق مبدأ التسجيلات الكهربائية



شكل (5 - 3) التمثيل التوضيحي لخطوط الحقل الكهربائي المنبعث عن جهاز الأوتولوغ - ٣

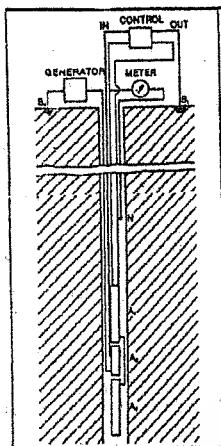
الموجهة. وانطلاقاً من هذه الملاحظة يمكن تقسيم القطب الطويل إلى ثلاثة أقسام: مسرى مركزي قصير ومسريان طويلان يقعان بالتنازل مع المسرى المركزي ويبعدان عنه بعدها ضئيلاً ثابتاً، وبهذا نحصل على اللاترولوغ - ٣ (شكل 5 - 3 - ب).

يدعى المسرى A_0 بالقطب المركزي حيث يرسل منه تيار متداوب I_0 ذو شدة ثابتة من مولد كهربائي (G) يتغلل التيار I_0 في الوسط المسير على شكل حزمة محفوظة بفعل المسررين A_1, A_2 اللذين يدعيان بالمساري المساعدة أو الحاجبة (المساعدة)، وهذا المسرريان موصولان مع بعضهما بدارة قصيرة، ويتم تغذيتها بتيار ذي شدة I_1 له استقطابية التيار I_0 نفسها:

ويتم تنظيم وضبط شدة التيار I_1 المرسل عبر المساري المساعدة إليها وبصورة مستمرة بالعلاقة مع التيار I_0 المرسل عبر المسرى الرئيسي بحيث يتم تحقيق:

$$\begin{aligned} V_1 &= V_{A_0} - V_{A_1} = 0 \\ V_2 &= V_{A_0} - V_{A_2} = 0 \end{aligned} \quad (1 - 5)$$

ويوجد في هذه الحالة بين المسررين A_0, A_1 وبين A_0, A_2 ويبين نقطتان O_1, O_2 على الترتيب تكون فيما المركبة العمودية Z الخاصة بالحقل الكهربائي المتولد مقابل المسرى A_0 المحترب كمنبع للتيار متساوية للصفر (شكل 5 - 5). تؤدي المستويات التخيلية المسارة من النقاط O_2, O_1 دوراً محدداً في عملية



القياسات حيث أن ازياح أو انتقال هذه المستويات نحو واحد من المسارين المساعدة للتيار A_2, A_1 وكذلك نحو A_0 ينتج عنه، أن قيم الکمون في النقاط O_2, O_1 سوف تختلف عن الصفر. ويتم تجنب مثل هذه الحالة بوساطة استخدام جهاز تعويضي آلي يقوم بمهمة تثبيت التيار I_1 المغذي للمسارين A_2, A_1 وبالتالي تحقيق العلاقات $(4) - (3)$. وبصورة مشابهة للعلاقة $(4) - (3)$ فإن مقاومية الظاهرة المقاسة بجهاز الاترولوغ تعطى بالعلاقة:

شكل (5 - 4) مخطط توضيحي لقياس

جهاز الاترولوغ - ذوى المساري الطويلة.

$$R_a = K_{11} \frac{A_0(V_{A_0})}{A_0(I_0)} \quad (2 - 5)$$

يمثل الثابت K_{11} ثباته الجهاز بالنسبة لتشكيل ثلاثي المساري.

ويضبط التيار I_1 بإستمرار بحيث تتلاحم استجابته مع مقاومية الطبقة المقابلة له، وبصورة عكسية يتلاحم التيار I_0 مع تغيرات I_1 ، وينتج عن هذا أن سريان التيار في الوسط يتبع المقاييس والناقلية المقاسة بالجهاز.

عندما يتم قياس فرق الکمون ΔV فيما بين واحد من المسارين (A_2, A_1, A_0) مثلا A_0 والقطب N الموجود على مسافة كبيرة، يتم تثبيت کمون المسارى المركزي A_0 وذلك بالتحكم بشدة التيار في المسارين A_2, A_1 بشكل آلي (يكون لهما کمون المسارى المركزي نفسه) عندما تتناسب شدة التيار I_0 مباشرة مع مقاومية الطبقات التي يمكن قياسها عن طريق تسجيل شدة التيار I_0 . يتم تعين الثابتة K لأجهزة الاترولوغ بطرقتين:

- تجريبية، من خلال إدخال الجهاز في وسط متجانس ومتساوى الخواص وذى مقاومية معروفة (R_t) ويتم قياس R_a التي يجب أن تساوى R_t وهذا يصلح لأى جهاز لترولوغ.

طريقة رياضية التي يمكن أن تتم بالتسوية للأجهزة ذات الأقطاب النقطية
-(LL₈, LL₇).

٥-١٤-٢- الخصائص العامة للأجهزة الكترونوج - ٣

طول المسرى الرئيسي (المركزى) عادة يكون مساويا إلى 60 سم، 30 سم، أو 15 سم وفي حالة جهاز شلمر جين يكون طوله 30 سم أو 12 بوصة وهو يؤدى دورا رئيسيا (الاستجابة العمودية) في تقليل الطبقات ذات السماكة المختلفة فكلما كانت سماكة أو عرض حزمة التيار المركب صغيرا كان أكثر تميزا للطبقات القليلة السماكة (شكل ٥ - 5)

طول الأقطاب المساعدة (اللحاجة)، ويتراوح طول كل قطب بين 5 - 6.5 قدم وفي حالة جهاز شلمر جين يكون الطول 5.5 قدم. وتوسيع طول الأقطاب المساعدة دولاً مهما في توجيه التيار نحو الطبقة حيث يقدر ما يزيد طول المسارى A₂, A₁ بقدر ما يتحقق توجيه جيد للتيار.

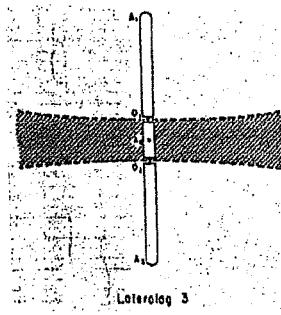
طول الجهاز الفعلى (العملى) L، ويحدده المسافة بين القطبان 0₁, 0₂ موجودة في منتصف المسافة بين المسارى A₁, A₂ على A₀ توالى وعرض الحزمة للتيار تساوى طول الجهاز.

الطول الكلى للجهاز (L₀)، ويساوي إلى المسافة بين المسارى المساعدة A₁, A₂، وتعين المسافة بين المسارى، شحاع فعالية الجهاز، حيث يقدر تكون الطول الكلى للجهاز كبرى بقدر ما يكون عمق السير القطري (الاستجابة لاقية) المنطقة المقاسة من الطبقة كبيرة.

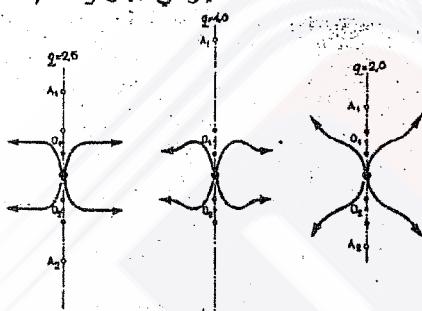
عامل الامتداد أو عامل التجميع والتوجيه ويحدده بالعلاقة:

$$q = \frac{A_1 A_2 A_0 L_0}{0_1 0_2 U} \quad (3-5)$$

يساهم عامل الامتداد في شكل حزمة أو قرص التيار الموجهة في حالة أن يامل الامتداد صغيرا، فإن خطوط التيار تتفرج (تحرف عن الاتجاه الأقى) عند سافة صغيرة جدا من جدار بحفرة البئر، أما بالنسبة لقيم أكبر لـ q، فإن خطوط تيار تتجه للانفراج ولكن عند قيمة معينة تبقى عمليا متوازنة شكل (5 - 6).



شكل (5 - 5) تمثيل توضيحي لفرض
التيار في جهاز LL₃ (شلمبرجين)



شكل (5 - 6) تأثير عامل الامتداد أو التوجيه على شكل حزمة التيار

٥ - ١ - ٣ - دراسة تأثير العوامل الجيولوجية - الهندسية للوسط المحيط في استجابة أجهزة اللاوتولوغ - ٣

كي يتم تقويم استجابة أجهزة اللاوتولوغ - ٣ من أجل تحديد دقة التفسيرات النوعية والكمية للتسجيلات وكذلك معرفة مجال استخدام هذه الأجهزة، لابد أن نتناول دراسة تأثير كل عامل (فيزيائي، هندسي) وتغيراته بالعلاقة مع خصائص الجهاز المستخدم (L - L₀ - q).

إن قيمة المقاومية الظاهرية المقاسة لوسط ما (أمام طبقة) تمثل القيمة الكلية لمجموع مقاوميات الأوساط التي مر التيار الكهربائي فيها (هذه الأوساط: حفرة البئر، حكمة الحفر، المنطقة المغذوة، الطوق المائي، المنطقة غير المتأثرة براشح سائل الحفر) مقرونة بالعوامل الهندسية ويعبر عن ذلك بالعلاقة:

$$R_g = G_m R_m + G_i R_i + G_b R_b \quad (4 - 5)$$

ونجد في الوقت الحاضر أن الأجهزة المستخدمة الموجهة التي لها التشكيل نفسه تقى فيها عرض حزمة التيار تقريبا ثابتة حتى مسافة ما من محور البئر، تساوى عادة عدة مرات أكبر من الطول الكلى للجهاز.

- نقطة التسجيل المقاومية:
يتم نسب قيم المقاومية الظاهرية المسجلة بالأجهزة الموجهة إلى نقطة واقعة عند منتصف المسار المركزي.

حيث تمثل G_m, G_1, G_2 العوامل الهندسية لجهاز الالوترولوغ - ٣ وهي متعلقة على التوالي بحفرة البتر، المنطقة المغزوة والطبقة الحقيقة. وقد تم حذف العوامل المتعلقة بالطوق الثاني وكعكة الحفر وذلك لأن الخبرة العملية قد بيّنت أن تأثير هذين العاملين يمكن أن يعد مهماً.

ويتحقق مجموع العوامل الهندسية العلاقة:

$$\sum G = G_m + G_1 + G_2 = 1 \quad (5-5)$$

وتعتمد قيم العوامل الهندسية المذكورة أعلاه على المواصفات الهندسية وعلى قطر حفرة البتر وقطر المنطقة المغزوة.

تعطى قيمة المقاومية الكلية G_g الموضحة بالعلاقة (5 - 4) بالمعادلة:

$$R_g = \int_{r_0}^{\infty} R \frac{dr}{A} \quad (6-5)$$

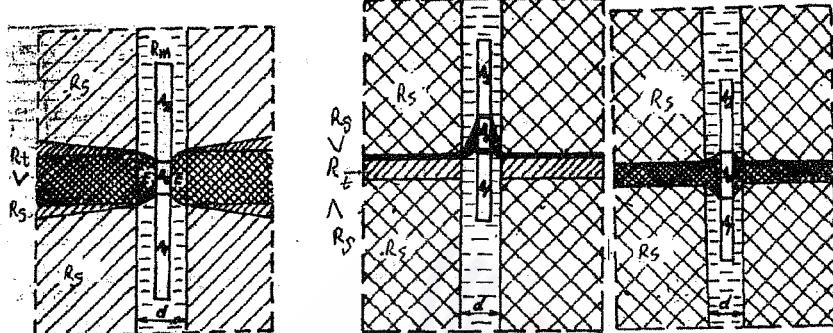
حيث أن: r_0 - عبارة عن قطر الجهاز؛ dr - المسافة بدءاً من محيط الجهاز، وحتى النقطة المحتبرة،

A - المقطع العرضي لحزمة خطوط التيار وذلك على طول اتجاه الشعاع.

R - مقاومة القطاعات المحتبرة في وسط القياس.

١- دراسة تأثير مقاومية الطبقات المجاورة في القيم المسجلة:

لقد تبيّن أنه في حالة وجود الطبقات المجاورة ذات المقاومية الكبيرة أن التأثير محصور فقط في حالة الطبقات ذات السماكة الأقل من عرض حزمة التيار (طول الجهاز) (شكل 5 - 7). أما في حالة وجود الطبقات المجاورة ذات المقاومية القليلة فإن التأثير يكون في حالة أن سماكة الطبقة أكبر من مرتين من طول الجهاز (شكل 5 - 8). كذلك ينتج من خلال تحليل المعطيات أنه في حالة أن النسبة R_t / R_s لا تكون كبيرة جداً أو صغيرة جداً، ومع تزايد سماكة الطبقة يتلاقص هذا التأثير وتتصبح قيمة المقاومية الظاهرية المسجلة قريبة من قيمة المقاومية المحسوبة على أساس العلاقة (5 - 6).



شكل (5 - 8) يوضح توزع خطوط حرمة التيار مقابل طبقة رقيقة ومقاومة موجودة متوضعة بين طبقتين سميكتين.

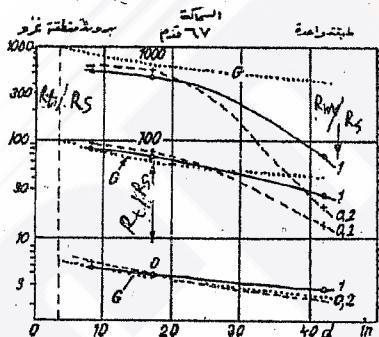
٣ - دراسة تأثير مقاومة سائل الحفر في تسخيلات الألواترولوج

ينتج من دراسة العلاقة (5 - 6) أن قيمة المقاومية الظاهرية (R_g) المسجلة أي R_g سوف تزداد مع ارتفاع مقاومية سائل الحفر وتتناقص مع نقصانها، وذلك في حالة بقاء الشروط الأخرى ثابتة.

لقد تبين من دراسة التسجيلات مقابل الطبقات نفسها عندما تم استخدام سوائل حفر مختلفة المقاومية، أن المقاومية الظاهرية تزداد عندما يتم القياس في حالة سوائل الحفر الناقلة بالمقارنة مع القيم المسجلة في حالة سوائل الحفر الأقل ناقلاً. لقد بينت هذه المعطيات التجريبية أن الزيادة تبلغ حتى 10 %. ويرجع ذلك إلى أن عمودي سائل الحفر الموجودين فوق وتحت المسرى الرئيسي (A_0) تؤدي دور مسارى مساعدة إضافية. ورغم أن أثر هذه المسارى الإضافية محدود جداً ولكنه ليس مهماً بأي حال من الأحوال. ففي حالة سائل حفر ناقل، نجد أن كون هذه المسارى الإضافية تكون قريبة من كمون المسارى A_1 , A_2 , ويزاد مع درجة نقصان مقاومية سائل الحفر ويتساقص مع درجة زيادة مقاومية سائل الحفر. ويؤدي زيادة كمون المسارى المساندة الإضافية إلى أن التأثير التوجيهي للتيار المنبعث عن A_0 سوف يزداد، ويؤدي ذلك إلى زيادة قيم المقاومية الظاهرية للخلور مع درجة نقصان مقاومية سائل الحفر. وتبيّن هذه الملاحظة فعالية

أجهزة الاترولوغ في حالة استخدام سوائل الحفر ذات الأساس الملحي العالي جداً (السوائل المعدنية).

ـ دراسة تأثير تغيرات أقطار الآبار المحفوره على تسجيلات الاترولوغ - ٣
يعد تأثير قطر البئر على القيم المقاسة في حالة استخدام سوائل الحفر ذات الأساس الملحي محدوداً جداً في حالة أن قطر البئر لا يتجاوز 25 سم (10).
يوضح الشكل (5 - 9) الرسوم البيانية التي توضح تغير قيمة العلاقة R_t / R_s مع تغير قطر البئر وذلك في حالة طبقة سميكة وأن $R_s = R_m / R_t$, $1 = R_m / R_s$. ويمثل الخط البياني المؤشر عليه بـ G تغير قيمة R_g المحسوبة بالمعادلة (5 - 6) وذلك في حالة أن $1 = R_m / R_s$.

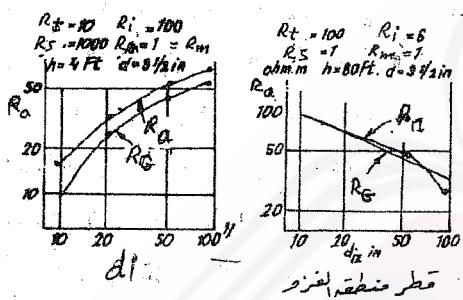


نلاحظ من خلال دراسة الرسوم البيانية في الشكل المذكور أن Rg / R_s لها قيمة متقاربة عندما تكون النسبة R_t / R_s ليست كبيرة وأن قطر البئر يكون صغيراً. وعندما يزداد قطر البئر (أكبر من 25 بوصة) فإن الفرق بين R_g / R_s يصبح كبيراً وخاصة عند ارتفاع النسبة $R_t / R_s = 1000$.

شكل (5 - 9) تأثير تغير قطر البئر على قيمة مقاومة الظاهرية عندما يتم التسجيل بجهاز LL3 وهكذا مع ارتفاع قطر البئر وفي حالة الطبقات ذات المقاومة الكبيرة نجد أن حزمة التيار سوف تبدأ بالانفراج (الشكل 5 - 6) ويؤدي ذلك إلى نقصان قيمة المقاومة الكلية المحسوبة وفق العلاقة (5 - 6).

ـ دراسة تأثير مقاومة المنطقة المغزوة في تسجيلات الاترولوغ - ٣:
تتعلق دراسة هذا التأثير بمقاييس المقاييس المقاييس المغزوة كونها أكبر وأصغر من مقاومة الطبقة وكذلك بالمدى القطري لغزو (اجتياح) راصح سائل الحفر للطبقة. عندما يكون قطر الغزو محدوداً $2d_h = 0$ فإن التأثير يكون محدوداً جداً وتكون القيمة الظاهرية المقررة مساوية تقريباً للقيمة الحقيقة في حالة أن الشروط

الأخرى معروفة التأثير. ونجد في حالة أن $R_g > R_s$ ، $R_i < R_t$ ، أن قيمة R_g تتغير وتتناقص بشكل كبير مع تزايد قطر منطقة الغزو (d_i) وقد تم رسم منحنى R_g للمقارنة فقط (شكل 5 - 10 - ١) أما في حالة $R_t > R_s$ و $R_i < R_t$ نجد أن قيمة R_g تتغير وتزداد بقدر ارتفاع قيمة R_t وارتفاع d_i . (شكل 5 - 13 - ١).



ويحصل ارتفاع في القيمة المسجلة بشكل غير طبيعي وكبير عندما تكون الطبقة ذات المقاومية المنخفضة قليلة السماكة وموجودة بين الصخور ذات المقاومية الكبيرة.

شكل (5 - 10) تأثير تغير قطر ومقاومة منطقة الغزو على المقاومية الظاهرية للطبقات في حالتين

$$R_s > R_t \text{ و } R_t < R_i \text{ و } R_f > R_i \text{ و } R_g < R_t$$

ويتم إعاد تأثير المنطقة المغزوة إما بالطريقة الحسابية وفق العلاقة (5 - 4) بعد إهمال تأثير حفرة البئر أو باستخدام اللوحات البيانية الخاصة بالجهاز المستخدم وبعد إعاد تأثير حفرة البئر ومقاومة الطبقات المجاورة (راجع القسم العملي).

٤ - ١ - ٥ - فوائد و مجال استخدام تسجيلات اللاترولوغ - ٣ .

١ - يعتمد على تسجيلات اللاترولوغ - ٣ في تمييز المقطع الليتولوجي في الآبار المحفورة بسائل حفر ذات أساس ملحي، حيث يمكن تعريف الطبقات قليلة السماكة ذات المقاومية الكبيرة والمتوسطة والمتعددة مع طبقات ناقلة ورقية:

٢ - يتم مباشرة تعريف المقاومية الحقيقة للطبقات المسبورة عندما يتم القياس ضمن الشروط التالية:

- أن يكون قطر البئر أصغر من 10 بوصة ($d_h < 10$).
- أن تكون سماكة الطبقة المسبورة أكبر من 60 سم $h > 60$ Cm
- أن تكون النسبة بين المقاومية الحقيقة و مقاومية سائل الحفر كبيرة $R_t / R_m > 50$

- أن تكون النسبة بين مقاومية سائل الحفر و مقاومية المياه الطبقية صغيرة $R_m/R_w < 4$.

- أن تكون مقاومية المنطقة المغسولة محققة للعلاقة $R_{x0} < 3R_4$.

3 - يتم تعين السماكة الحقيقية للطبقات بالاستناد إلى تسجيلات اللاترولوغ - ٣ في حالة عدم توافر تسجيلات دقيقة. تكون السماكة الظاهرية أكبر أو أصغر من السماكة الحقيقية بقدر طول الجهاز وذلك في حالة أن الطبقة ناقلة أو غير ناقلة على الترتيب (القسم العملي).

4 - يتم تعين المقاومية الحقيقة بالاستناد إلى تسجيلات اللاترولوغ - ٣ ضمن الشروط العامة، بعد إبعاد تأثير حفرة البئر و مقاومية سائل الحفر، سماكة الطبقة و مقاومية الطبقات المجاورة، مقاومية المنطقة المغزوة و قطر منطقة الغزو (القسم العملي).

$$R_{x0} = \frac{R}{d} R_m \frac{R_s}{h} R_i = \frac{R_i (R_{x0})}{d} R_i$$

5 - لا يمكن أن نحصل على المقاومية الحقيقة للطبقة المسيرة إذا لم يتم معرفة قطر و مقاومية المنطقة المغزوة (المنطقة المغسولة) (R_{x0}) .

6 - لا يمكن أن نحصل على قيمة المقاومية الحقيقة بالدقة الكافية في حالة كون الطبقات ذات مقاومية معتبرة و ذات سماكة أقل من طول الجهاز.

7 - لا يستخدم جهاز اللاترولوغ - ٣ لتسجيل المقاومية في حالة استخدام سوائل الحفر ذات المقاومية الكبيرة (السوائل ذات الأساس النفطي).

5 - 2. التشكيبات الفطبية النقطية الصياغية الموجعة (اللاترولوغ - ٧):

5 - 2 - 1 المبدأ وطريقة القياس:

و تدعى بعض الأحيان بالأجهزة ذات الأقطاب السبعة، و تجارياً تدعى باللاترولوغ - ٧ (شلمبر جير).

يوضح الشكل (5 - 11) مبدأ توزيع الأقطاب للسابرة في حفرة البئر وأيضاً الأجهزة السطحية. يقوم القطب B_0 من خلال المولد بتكميل الدارة لإرسال تيار عبر المسرى A_0 ، هذا التيار I_0 يكون ثابت الشدة.

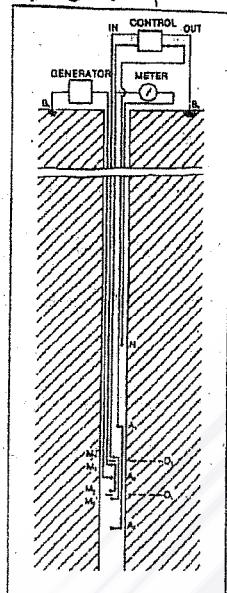
أما المساري B_1, A_2, A_1 فهي موصولة مع مخارج مجموعة نظام ضبط وتعديل شدة

التيار I_1 المار بين الأقطاب المذكورة.

أما الأقطاب $M'_1 M'_2, M_1 M_2$ (كل

زوج متصل بدارة قصيرة) فموصولة مع مجموعة القياس. يوجد القطب N عادة على مسافة بعيدة نسبياً عن مجموعة أقطاب القياس (M_x) الموجودة في حفرة البئر. يتم ضبط التيار I_1 المرسل عبر القطبين A_1, A_2 بصورة آلية من قبل مجموعة نظام ضبط التيار بحيث تكون $M'_1 M'_2, M_1 M_2$ لها الكامون نفسه

وتحقق العلقتين:



شكل (5 - 11) مخطط توضيحي للقياس بجهاز

اللاترولوج - ٧ ذي الأقطاب النقطية.

$$\Delta V = V_{M1} - V_{M1'} = 0$$

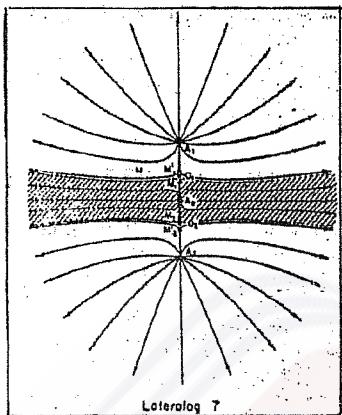
$$\Delta V' = V_{M2} - V_{M2'} = 0$$

(7 - 5)

وبناءً لذلك فإن التيار I_0 لا يستطيع أن يسري بين أقطاب القياس، ويكون له اتجاه أفقى بصورة أساسية وحتى مسافة قطرية معتبرة (شكل 5-12) ويعنى ذلك أن التيار I_0 تطابق خطوطه مع فراغ إسطواني بارتفاع يساوى إلى التباعد $O_1 O_2$. وبالنسبة لجميع الأغراض العملية فإن الكامون عند N يساوى للصفر، والكاميرا عند أي من الأقطاب ($M'_1 M'_2, M_1 M_2$) سببه التيار الذي يمر بين المقادير وبصورة مشابهة للعلاقة (4 - 3)، فإن المقاومة الظاهرة المقاسة بجهاز اللاترولوج - ٧ تعطى بالعلاقة:

$$R_a = K_{LL7} \frac{V_{Mx}}{I_0} \quad (8 - 5)$$

وتكون قيمة الثابت K_{LL7} ثابتة بالنسبة لترتيب قطبي معين. وإذا تم تثبيت



التيار I_0 فإن قياس الكمون عند أحد أقطاب القياس (M_x) يمكن أن يربط مباشرةً مع مقاومية الوسط المحيط. يوضح الشكل (5 - 2) مقارنة بين المنحنيات المحسوبة عليها تجريبياً مقابل طبقة رقيقة ذات مقاومية كبيرة نوعاً ما باستخدام الأجهزة القطبية التقليدية مع التسجيل بجهاز الاترولوغ - 7.

شكل (5 - 2) المخطط التوضيحي لتوزيع خطوط الحقل الكهربائي الصادر عن أقطاب التيار في حالة جهاز الاترولوغ - 7 وذلك في وسط متجانس.

٥ - ٢ - ٢ - خصائص الأجهزة القطبية النقاطية (الاترولوغ - 7)

- سماكة حزمة التيار: وتحدد بالبعد l_{102} وهي خاصة مهمة في التمييز الشاقولي حيث كلما نقصت زادت خاصية الجهاز في التفصيل الشاقولي بين الطبقات أو المجالات المتباينة في قيم المقاومية. ويعرف أيضاً البعد l_{102} بطول الجهاز (L).

- عامل الامتداد أو عامل التجميع والتوجيه (q) ويحدد بالعلاقة:

$$q = \frac{A_1 A_2}{l_{101} l_{102}}$$

وقد يكون عامل الامتداد لحزمة التيار كبيراً يكون قطر انتشار التيار كبيراً وتتراوح قيمته بالنسبة لبعض الأجهزة $2.5 < q < 6.25$.

- العلاقة أو النسبة n بين التيار I_1 والتيار I_0 والتي تحقق شرط القياس (المعادلات 5 - 7).

- ثابتة الجهاز أو الثابتة القطبية K_{LL7} المحددة بالعلاقة (5 - 8).

- الطول الكلي للجهاز (L_0) ويتحدد بالمسافة بين القطبين $\frac{A_1 A_2}{l_{101} l_{102}}$. نقطة الاستناد التي تسبب إليها مقاومية الظاهرية المقاسة (R_a) وتقع مقابل موقع القطب (A_0).

وفقاً لهذه الخصائص العامة للأجهزة القطبية النقطية، يمكن أن نجد عدة أنواع من أجهزة الليترولوج - ٧ التي تأخذ تسميات مختلفة ذكر منها:

- الجهاز المعياري (Standard disp) - عرض الحزمة $Cm = 60 \text{ mm}$ ، عامل الامتداد $q = 3.2$ = الطول الكلي للجهاز $A_1 A_2 = 1.92 \text{ m}$. الثابتة $K = 0.0671$. نسبة شدة التيارات $I_1 = 12.7 \text{ mA}$. $I_0 = 6.71 \text{ mA}$. التيار $n = 1.0$.

- الجهاز الأمثل (Optimal disp) عرض الحزمة $Cm = 80 \text{ mm}$ (32 بوصة)، عامل الامتداد = 2.5 الطول الكلي للجهاز (2M) أو 80 الثابتة، $K = 1.13$. $I_0 = 13.1 \text{ mA}$. $I_1 = 74.5 \text{ mA}$ ويشابه هذا الجهاز من حيث المقاييس ($A_1 A_2, O_1 O_2$) جهاز سلمبرجي.

- الجهاز التفصيلي (Detailat disp) عرض الحزمة $Cm = 16 \text{ mm}$ (6") عامل الامتداد $q = 6.25$ = الطول الكلي للجهاز = 1 متر الثابتة $K = 0.0461$.

٥ - ٣ - دراسة تأثير العوامل البيولوجية - الهندسية للوسط المحبط على استجابة أجهزة الليترولوج - ٧:

تشابه نتائج هذه الدراسة تماماً حالة دراسة تأثير العوامل البيولوجية - الهندسية على استجابة أجهزة الليترولوج - ٣ مع بعض الإضافات أو الإضافات المتعلقة بتأثير سمكية الطبقات الرقيقة وتأثير تغير قطر البئر.

١ - تأثير سمكية الطبقات الرقيقة:

تعتمد إستجابة أجهزة الليترولوج - ٧ عند تمييز الطبقات الرقيقة على سمكية أو عرض حزمة خطوط التيار وعلى مقاومية الطبقات الرقيقة المواجهة للحزمة (شكل ٥ - 2). إن الحفاظ على سمكية التيار وإمكانية إيجار خيوط التيار أن تتدافع نحو الطبقات المقابلة في حالة تباين كبير بين مقاومية سائل الحفر ومقاومية الطبقة، يجعل الاستجابة الأدقية لجهاز الليترولوج - ٧ أكبر منها في حالة جهاز الليترولوج - ٣، وذلك بسبب إمكانية ضبط حزمة التيار آلياً بجهاز التعويض الآلي لشدات التيار I_1 . يكون شكل المنحنى عند الحدود الفاصلة بين الطبقات المتباينة بالمقاومة أكثر حدية منه في حالة التسجيلات الكهربائية التقليدية (شكل ٥ - 2).