مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد /16/ العدد /3/ 1414 هـ 1994م.

استخدام البلورات السائلة في إظهار المعلومات الرقمية

د . ضيف الله نصور*

□ ملخص □

سوف نوضح في هذا البحث واحداً من أهم تطبيقات البلورات السائلة وأكثرها شيوعاً وهو استخدامها كأداة لإظهار النتائج الرقمية في العدادات الالكترونية والساعات الرقمية والآلات الحاسبة إذ تتميز باستهلاك قليل للطاقة بالمقارنة مع أدوات الإظهار الأخرى كالديودات الضوئية مثلاً.

* الدكتور ضيف الله نصور أستاذ مساعد في قسم الفيزياء بكلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مقدمة:

البلورات السائلة هي حالة من حالات المادة التي تبدو فيها بعض المواد العضوية في مجال من درجات الحرارة محدد تماماً، وعند الحد الأدنى لهذا المجال الحراري تتحول لتصبح بلورات صلبة، أما عند نهايته العليا، فتتحول إلى سائل شفاف، وتبدو في مجال الحرارة المعين بلون بني مائل للصفرة كما تتمتع ببعض الخواص الضوئية للأجسام الصلبة. ويوجد منها في الصناعة نوعان هما :

- البلورات السائلة العاكسة: يحتاج هذا النوع في إظهاره للنتائج إلى الضوء الذي يرد عليه وروداً ناظمياً من ضوء النهار أو مصابيح الإنارة المنزلية. أما في الظلام فيزود بديود ضوئي حيث يتوهج عندما نقدم إليه الطاقة مما يؤدي لإنارتها.
- البلورات السائلة النافذة: يحتاج هذا النوع في إظهاره للنتائج إلى إضاءة خلفية. ويوجد في جميع أدوات البلورات السائلة خلية مؤلفة من لوحين من الزجاج مطليين بطبقة رقيقة ناقلة سماكتها لا تتعدى $10\mu m$ توضع البلورات السائلة فيما بينها. إنَّ أهم ما يميز المواد التي يُستحصل منها على البلورات السائلة هو شكل جزيئاتها الذي يُشبه العصي وعندما تُصبح هذه المواد في الحالة البلورية السائلة تأخذ الجزيئات أوضاعاً واتجاهات محددة بالنسبة لبعضها بعضاً، وبالنسبة لسطح الزجاج وتُصنف تبعاً لذلك في ثلاثة أصناف هي:

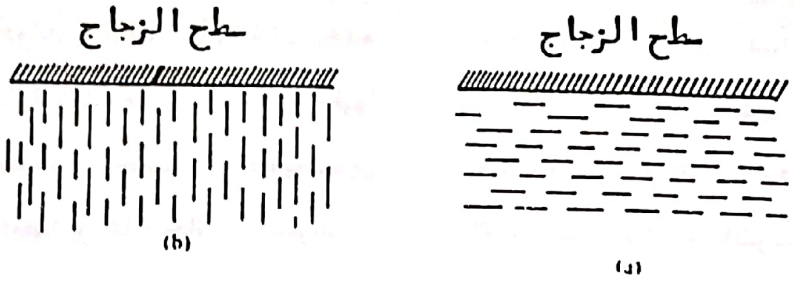
- نيميتيك(nemetic) ، ـــ كوليستيريك (cholestric)، ـ سميكتيك(smectec) ، الصنف الأول هو الوحيد المستخدم في الصناعة إلى الآن (لمزيد من المعلومات راجع المرجع2).

كما تترتب الجزيئات في النوع الأول موازية لبعضها بعضاً ولهذا الترتيب طريقتان يوضحهما الشكل (1) هما:

أ – ترتيب متجانس(homogeneous)

عندما تتوضع الجزيئات موازية لبعضها بعضاً وموازية لسطح اللوحين الزجاجيين.

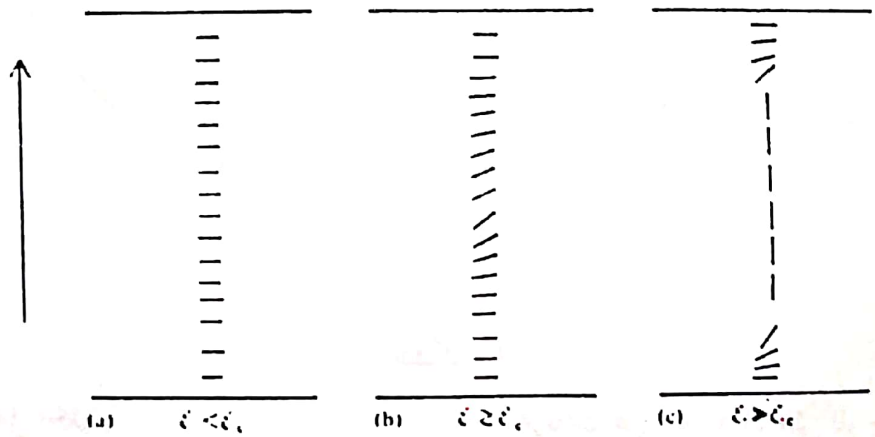
ب – ترتيب متجانس ومتماثل النواحي (homeotropic)عندما تتوضع الجزيئات موازية لبعضها بعضاً وعمودية على سطح اللوحين الزجاجيين، ويُمكن الحصول على النوع الأول أو الثاني بمعالجة معينة للسطوح الداخلية للوحين الزجاجيين.



الشكل (1)

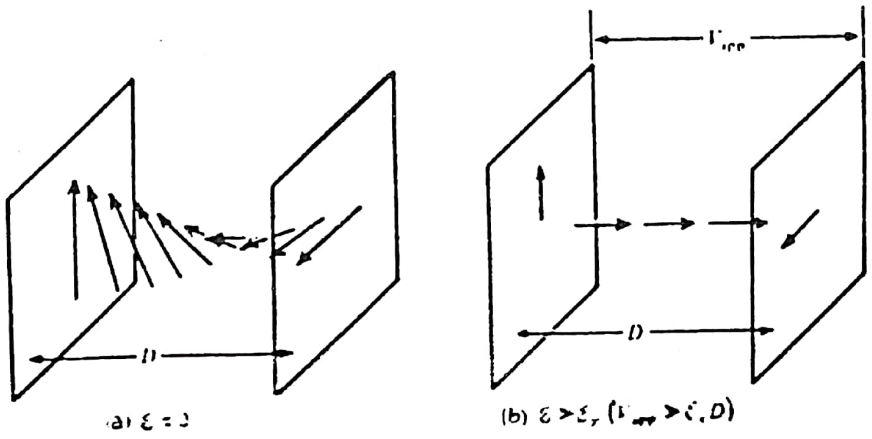
خصائص البلورات السائلة:

الخاصة الكهربائية التي تهمنا في هذه الدراسة هي اختلاف قيم ثوابت العازلية الكهربائية النسبية ε_{11} و $\varepsilon_{\perp}$ حسبما يكون الحقل الكهربائي المطبق عليها موازياً لمحور الجزيئة أو معامداً له، ويُقال عن البلورات السائلة أنها موجبة إذا كان $\varepsilon_{11}\rangle\varepsilon_{\perp}$ وعند تطبيق حقل كهربائي خارجي عليها فإنَّ الجزيئات تحاول التوضع موازية له وهذا يعني تحويل التوزع المتجانس للجزيئات إلى توزع متجانس ومتماثل المناحي، ويحصل هذا التحول من أجل قيمة معينة للحقل الكهربائي المطبق و تُدعى القيمة الحرجة E_c. يُوضح الشكل (2) هذه الخاصة ويبين أنه إذا كان الحقل المطبق أصغر من الحقل الحرج $(E\langle E_c)$ فإنَّ التحول لا يحدث أبداً، أما إذا كان $E \geq E_c$ فإنَّ الجزيئات البعيدة عن السطوح الداخلية للزجاج تتأثر محاولةً الدوران باتجاه الحقل، وأخيراً إذا كان $E\rangle\rangle E_c$ فإنَّ معظم الجزيئات تدور وتتوضع موازيةً للحقل المطبق.



الشكل (2)

إنَّ أدوات الإظهار المألوفة تستخدم البلورات السائلة ذات الجزيئات الدوارة وفيها يُعالج السطحان الداخليان للصفيحتين الزجاجيتين لتعطيا توزعاً متجانساً للجزيئات يكون فيه اتجاه توضع الجزيئات الملاصقة لسطح إحدى الصفيحتين معامداً لاتجاه توضع الجزيئات الملاصقة لسطح الصفيحة الأخرى وتترتب الجزيئات بين الصفيحتين بشكل تكون فيه كل واحدة دائرة بالنسبة للأخرى حيث تبدأ بزاوية صفر عند أحد السطحين وتنتهي بزاوية 90° درجة عند السطح الثاني كما في الشكل (3-a) وهذا ما يجعلها تتمتع بعدم تماثل مناحي قوي، لذا فإنه عند ورود حزمة من الضوء المستقطب على مثل هذه الخلية فإنَّ تماثل المناحي يؤدي إلى تغيير في اتجاه استقطاب الحزمة الضوئية (أي يؤدي إلى تغيير في اتجاه الحقل الكهربائي للموجة الضوئية) بشكل مستمر من الصفر وحتى 90°. أما إذا كان هناك حقل كهربائي خارجي مطبق (E) على الخلية وكان $E \rangle\rangle E_c$ فإنَّ توزع الجزيئات داخل الخلية يأخذ الشكل (3-b) وتفقد الخلية فعاليتها تجاه الأمواج الضوئية الساقطة عليها.

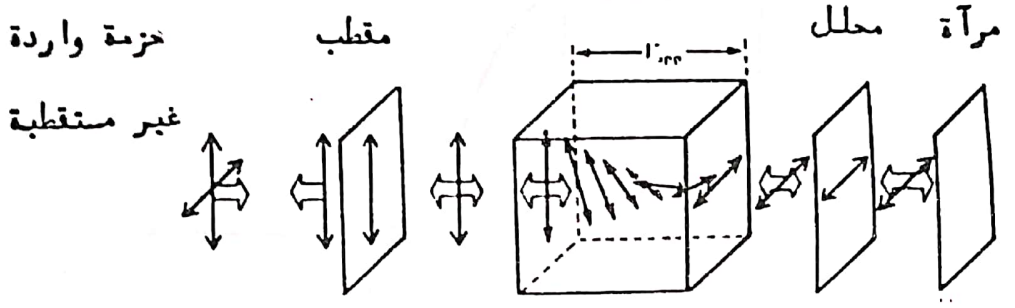


الشكل (3)

كيفية عمل الخلية:

توضع الخلية في التطبيقات العملية بين مقطب ومحلل متعامدين بحيث يكون اتجاه المقطب مطابقاً للاتجاه الذي تترتب به الجزيئات على الوجه الداخلي للوح الزجاجي الأول، واتجاه المحلل مطابقاً لاتجاه ترتيب الجزيئات على الوجه الداخلي للوح الزجاجي الثاني، فإذا كانت الخلية عاكسة فإنه يوضع

خلف المحلل مرآة عاكسة. يوضح الشكل (4) ترتيب العناصر ويبين ماذا يحدث للضوء عند عبوره الخلية وانعكاسه على المرآة عائداً إلى مصدره.



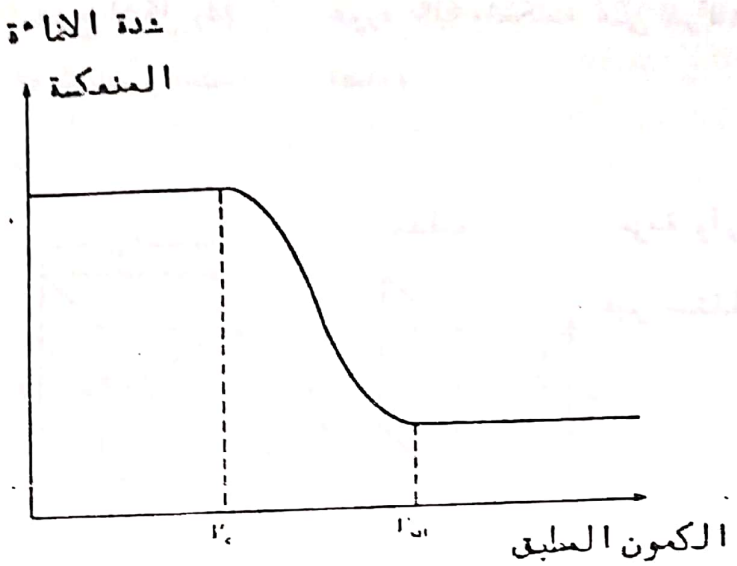
خلية بلورات سائلة

الشكل (4)

فإذا لم يكن هناك أي حقل كهربائي مطبق على الخلية فإنَّ الضوء الوارد يستقطب، بعد عبوره المقطب، وجهة استقطابه هذا توافق ترتيب الجزيئات على مدخل الخلية فيدخل إليها ثم يدور مستوى استقطابه تبعاً لترتيب الجزيئات ليصبح عند وصوله إلى وجهة البروز منها معامداً لاتجاه الدخول أي لجهة المحلل نفسها فيبرز منه إلى المرآة التي تعكسه وتتكرر هذه العملية، فتعكس هذه الأداة الضوء الساقط عليها وتبدو مضيئة إذا لم يكن هناك حقل كهربائي مطبق ويُقال عن الأداة أنها ناقلة أو في الوضع "on" وعندما يُطبق عليها حقل كهربائي خارجي. فإنها لا تدوّر مستوى استقطاب الضوء الساقط عليها وبالتالي لا يستطيع المرور من المحلل ولا تعكس من الضوء إلا القليل ولذلك تبدو مظلمة ويُقال عنها أنها غير ناقلة أو في الوضع "off".

يُوضح الشكل (5) شدة الإضاءة المنعكسة عن الخلية بتابعية فرق الكمون المطبق عليها. ونُلاحظ أنَّ شدة الإضاءة المنعكسة تكون كبيرة وثابتة عندما يكون فرق الكمون المطبق أصغر من الكمون الحرج V_c الذي يوافق الحقل الحرج E_c وعند هذه القيمة يتناقص فجأةً ليأخذ قيمة ثابتة من جديد عندما يُصبح فرق الكمون المطبق مساوياً لكمون الاشباع V_{sat} $(V_{sat} = 3VD.C)$. هذا ويُمكن تطبيق فرق في الكمون متناوب A.C على الخلية وأيضاً موجة مربعة تواترها محصور بين 25Hz و1kHz.

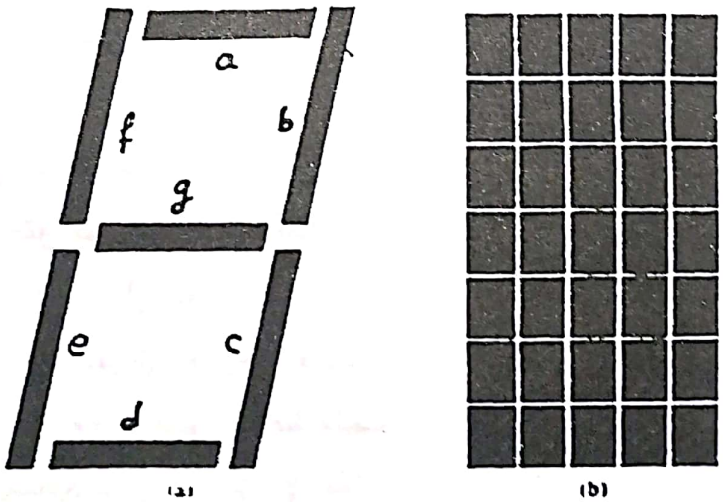
ملحوظة: تعمل الخلية النافذة بنفس طريقة الخلية العاكسة ولكن يجب إضائتها بإضاءة خلفية.



الشكل (5)

اظهار الأرقام:

إنَّ مسألة إظهار رقم من الأرقام هي مسألة ضم عدد من الخلايا البسيطة بشكل نموذجي لتعطي مع بعضها قدرة أكبر في نقل المعلومات وإظهارها، ويوجد حالياً طريقتان لضم الخلايا البسيطة يُستخدم في الطريقة الأولى سبعة قطبان صغيرة مرتبة كما في الشكل (6.a) على هيئة الرقم 8 وكل قضيب يتألف بدوره من عدد من خلايا الإظهار المنفردة وهذا العدد يتعلق بحجم القضيب. وهي الطريقة الأكثر استخداماً في الآلات الحاسبة لإظهار الأرقام من 0 إلى 9 .



الشكل (6)

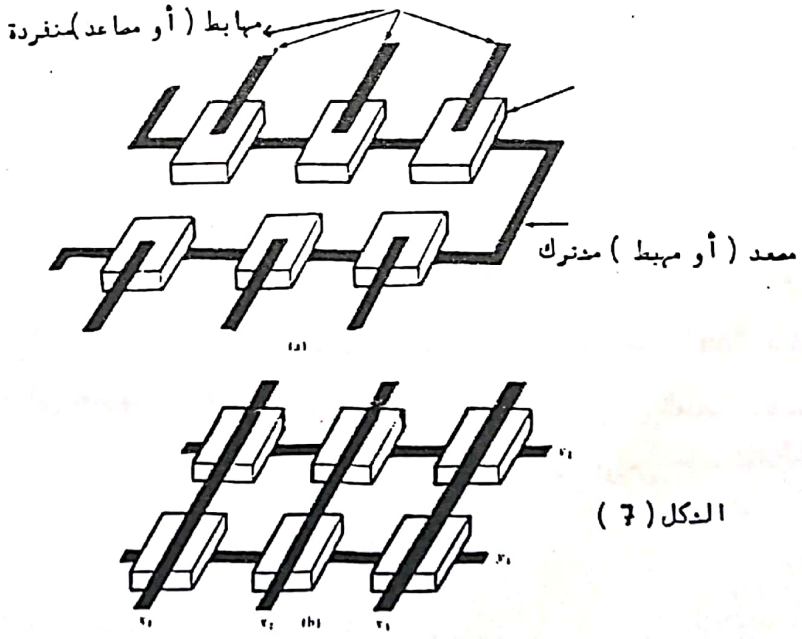
فلإظهار الرقم "0" نجعل جهداً أكبر من V_c مطبقاً على القضيب g فلا يُضيء ويبدو الشكل على هيئة 0 وهو العدد صفر ولإظهار الرقم "1" نجعل الجهد نفسه مطبقاً على القضبان، g , d , c , b , a فلا تضيء هذه القضبان ويبدو الرقم 1 ولإظهار العدد "2" نجعل الجهد مطبقاً على c , f فيبدو الشكل على هيئة العدد 2 وهكذا .....

ويُوضع في شاشة الآلة الحاسبة عادةً عشرة عناصر كل منها على هيئة الرقم 8.

أما الطريقة الثانية فتستخدم مصفوفة من الخلايا البسيطة مرتبة كما في الشكل6)- b) بحيث تحوي على 5×7 خلية بسيطة وتصنع إما بترتيب 35 خلية منفصلة وإما بشكل بلورة وحيدة تنمي هذه العناصر فوقها وتستخدم طريقة التنمية عندما تكون أبعاد الأرقام لا تزيد عن5mm.

توجد طريقتان أساسيتان في وصل هذه العناصر الـ55 مع بعضها بعضاً وأبسطها طريقة المصعد المشترك أو المهبط المشترك الموضحة بالشكل (7.a) وفيها توصل جميع المصاعد (المهابط) مع بعضها بعضاً أما المهابط (أو المصاعد) فلكل منها وصلته الخاصة المنفردة، لذا فإنه من أجل N عنصراً فإنَّ عدد الوصلات الخارجية يكون N + 1.

وهناك طريقة يكون فيها عدد نقاط الوصل أقل من الطريقة السابقة تُدعى طريقة الوصل المصفوفي(x,y) أو الوصل الإحداثي، يوضحها الشكل (7.b) وفيها توصل مصاعد جميع العناصر الواقعة على إحداثي x واحد أي الواقعة في عمود واحد مع بعضها بعضاً كما توصل جميع المهابط الواقعة على إحداثيy واحد أي الواقعة في سطر واحد مع بعضها فيكون لدينا $N^{1/2}$ وصلة خارجية.



الشكل (7)

ولكي تُعطي هذه المصفوفة إظهاراً لنتيجة ما يجب أن تكون عناصرها الـ 35 مدرجة ومقطعة وفقاً لخطة معينة وتمسح في زمن قصير t_c فإذا رمزنا للأعمدة (أو المصاعد) بالرموز:

$$x_1, x_2, x_3, \ldots$$

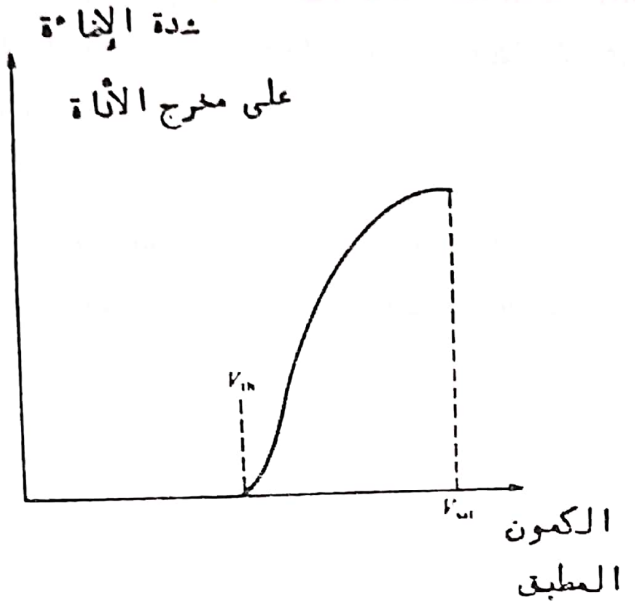
وللأسطر (أو المهابط بالرموز:

$$y_1, y_2, y_3, \ldots$$

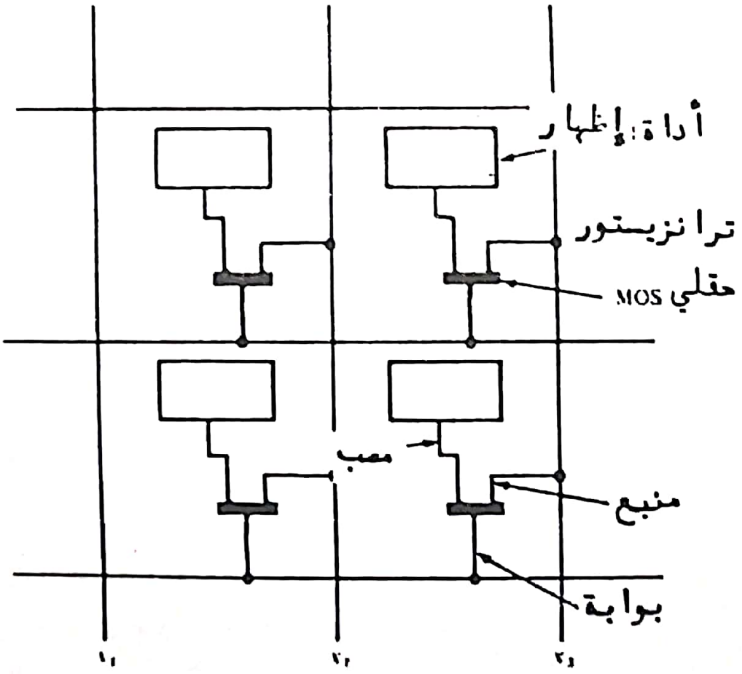
فإنها تدرج لتعمل وفق ما يلي:

يُطبق فرق الكمون v+ على العمود x_1 وتجعل جميع الأعمدة الأخرى $x_2, x_3, \ldots$ في كمون معدوم، ويُطبق عندها - vأو v+ إلى الأسطر $y_1, y_2, y_3, \ldots$ في اللحظة نفسها. واختيار الكمون السالب أو الكمون الموجب يتعلق بالعنصر الناتج عن تقاطع العمود x_1 والسطر المختار y وبما نرغب منه أن يُضيء أو يبقى مطفأً، بعد زمن t_c يلغى فرق الكمون v+ المطبق على العمود x_1 ويُطبق على العمود x_2 وتُطبق فروق في الكمون جديدة بحسب الرغبة على الأسطر. وإذا كان عدد الأعمدة N_c فإنَّ اللوحة يجب أن تُمسح في زمن مقداره $N_c t_c$ وقد وجد أنَّ ثانية $\frac{1}{45}$ أي ثانية $N_c t_c \le \frac{1}{45}$ أي $t_c \le \frac{1}{45N_c}$. فإذا كان N_c كبيراً فإنَّ الإضاءة التي تُعطيها الأداة تكون ضعيفة وهذا ما يضع حداً لعدد الأعمدة.

تجدر الملحوظة إلى أنه في حالة كون عنصر من العناصر في حالة الراحة (off) فإنه يخضع إلى فرق في الكمون v ذلك لأنَّ العناصر المستخدمة في هذا الترتيب المصفوفي لا تُعطي إضاءة على مخرجها إذا كان فرق الكمون المطبق عليها أصغر من جهد العتبة (threshold voltage) V_{th} وبعد هذا الجهد فإنَّ جهد خرجها يبلغ حد الإشباع الأعظمي الذي يساوي $V_{sat} = 2V_{th}$ شكل (8) وعند هذا الجهد نجدها تُعطي إضاءة أعظمية أما بعده فانَّ الإضاءة تصبح ضعيفة. هذا وأنَّ جهد العتبة يتعلق بشدة بدرجة حرارة مكان الاستخدام لذلك تؤخذ قيمته في التطبيقات العملية أقل بقليل من القيمة المعروفة نظرياً. لجعل زمن إظهار عدد من الأعداد أطول من غيره أي للتحكم في زمن الإظهار، يُربط عنصر الإظهار بمصب ترانزيستور حقلي Mostموضوع بحيث توصل بوابته إلى السطر الملائم y أما منبعه فيُوصل إلى العمود الموافق xكما في الشكل (9). فإذا أُريد أن يكون عنصر الإظهار في حالة العمل "on" فإنَّ الكمون الموافق للعمود يدار إلى العنصر بتطبيق كمون نبضي على السطر الملائم.



الشكل (8)



الشكل (9)

Abstract

Le but de notre recharche est de montrer L'application la plus important des crystaux liquids. Il s'agit de son utilisation comme outil de révélation des résultats numériqus dans les Computeur électroniques,les montres digitals et les calculateurs de poche, c'est parce qu'ils consomme trés peu d'énergie par rapport aux autre outils de révélation comme les diades optiques par exemples qu'ils sont devenus des élements indispensable dans l'industrie d'aujourd'huit.

المراجع

BIBLIOGAAPHIE

[1] H.K Henisch

Electro luminescence, pergamon press 1962

[2] S.Chandrasekhar

Liquid crystals . Combridge univercity press 1980

[3] A.A.Bergh and P.T Dean

Light - Emitting Diodes. Oxford univercity press. 1976

[4] V.P.Varchi

Band -to- band radiative recombination in semiconductors

phys - stat - solid 19.1067.459 - 514

[5] S.Sherr

Electronic Displays. Tohn Wiley New-York 1979 chopler 2.