الكشف عن نفاذية الضوء للسوائل باستخدام دائرة الكترونية

جميل محمد أمين سليمان سناء فتحي محمود النجار

كلية طب الأسنان

جامعة الموصل

الاستلام	القبول
٢٠٠٧ / ١١ / ٠٦	٢٠٠٨ / ٠٩ / ١٠

Abstract

Transmissivity detections of the light for liquids by using electronic circuit which consists in the main part, detector type (CdS: cadmium Sulphide). The principle operation of this detector depends on the quantity of incident light on it, where its resistance decreases while the incident light increases, and its resistance increases when there is no light [7]. The test operation obtained through the use of electronic circuit. It is found that the resistance value of the detector is (11441.6) Ohm, when there is no light (Dark), and for the sample of mercury in its path detector (11415.5) Ohm, while the resistance detector for the transparency liquid such as glycerin and kerosene is denoted to (11210.7) Ohms. So, this is a clear sign to prove the transmissivity of light in liquids by using electronic circuit.

١. ملخص البحث:

يهدف البحث إلى الكشف عن نفاذية الضوء باستخدام دائرة الكترونية تحتوي في أحد مكوناتها الأساسية على كاشف (Detector) من نوع (CdS:Cadmium Sulphide)، أن مبدأ عمل هذا الكاشف يعتمد على كمية الضوء الساقط عليه، حيث تقل مقاومته بازدياد الضوء وتزداد بنقصانه، لذا يسمى أحياناً بـ (المقاومة الضوئية: Photo resistor)، [7]. وبأجراء الفحوصات العملية وجد أن مقاومة الكاشف عند حجب الضوء عنه تماماً (No light, Dark) تساوي (11441.6) أوم، إما بالنسبة لسائل الزئبق (Hg) عندما وضع في مساره فكانت (11415.5) أوم، فيما سجلت مقاومة الكاشف عند وضع السوائل الشفافة مثل الكلسيرين والكيروسين (11210.7) أوم، وفي هذا أشارة واضحة للإثبات بأن الدائرة الالكترونية تسجل الضوء النافذ للسوائل.

٢. فكرة البحث: Research Idea

أعتمد البحث على مخطط لدائرة اليكترونية سميت بـ جهاز قياس نفاذية الضوء للسوائل، [1]. ولكون الموضوع يتطرق إلى بعض المفاهيم الفيزيائية مثل الضوء والسوائل تبادر إلى أذهاننا أنه بالإمكان تهيئة هذه الدائرة الاليكترونية وبنائها في المختبر ليتم أجراء الفحوصات العملية لها ومن ثم إعطاء التفسير العلمي لعمل هذه الدائرة الإليكترونية من الجانبين الفيزيائي والإليكتروني.

ولنبدأ من الجانب الأول، بتعريف النفاذية (Transmissivity) فهي تعني النسبة بين الضوء النافذ الى الضوء الساقط [2]، ولغرض التمييز بين السوائل التي ينفذ منها الضوء لابد لنا أن نحصل على معامل الامتصاص (α) وذلك باستخدام قانون بيير_لامبيرت_ بوجبير (Beer-Lambert-Bouguer law) [3]، من المعادلة التالية:

$$I = I_0 Exp(-\alpha t).....(1)$$

حيث إن : I_0 الشدة للضوء الساقط

I الشدة للضوء النافذ

t سمك السائل

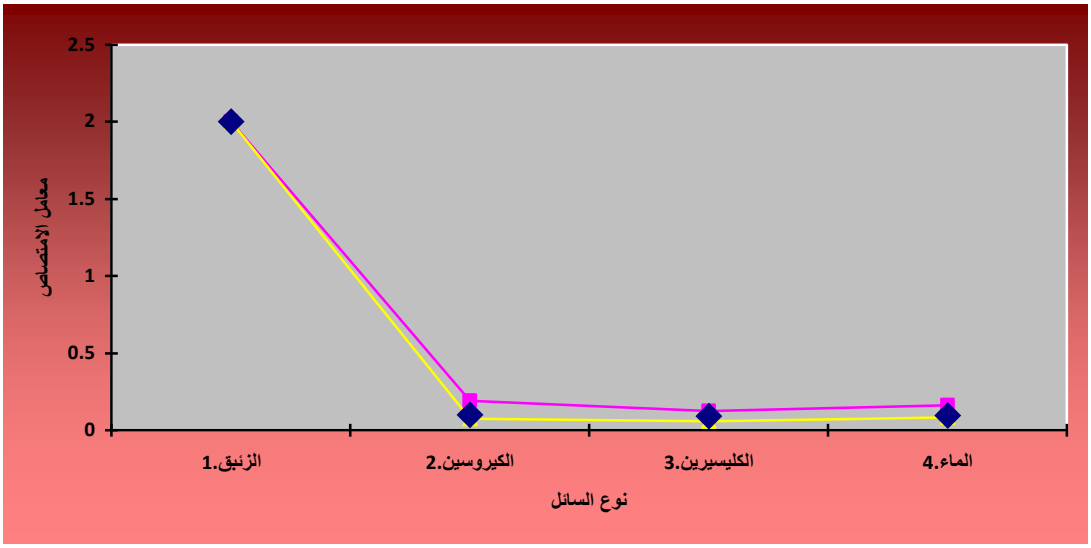
α معامل الامتصاص الخطي

وبما أن جهاز قياس الخواص الضوئية (Spectrophotometer) هو لقياس الخواص الضوئية للخامات والأسطح في الطول الموجي (300-700 nm) وفيه يتم الحصول على معدل تغير الشفافية (transparency)، والانعكاسية (reflectivity)، والامتصاصية (absorbtivity) مع الأطوال الموجية المختلفة، تمكنا من إيجاد معامل الامتصاص (α) الخطي والذي يعرف بـ (النقصان الجزئي في الشدة لوحدة المسار)، مباشرة للسوائل تحت الدراسة وعند ثلاثة أطوال موجية محددة للضوء المرئي هي على الترتيب (400,550,700) nm، انظر الجدول رقم (1).

الجدول رقم (1): معامل الامتصاص الخطي أم الكتلي للسوائل تحت الدراسة

نوع السائل	$\alpha..at..\lambda = 400nm$	$\alpha..at..\lambda = 550nm$	$\alpha..at.. = 700nm$
الزئبق	2	2	2
الكيروسين	0.191	0.1	0.076
الكليسرين	0.123	0.091	0.059
الماء	0.162	0.095	0.084

إن ما نلاحظه من هذه الأرقام نجد إن السوائل ذات الكثافة العالية مثل الزئبق (غير شفاف) يكون فيه معامل الامتصاص عالي جداً قياساً للسوائل (الشفافة) الأخرى التي اجري الاختبار بصددها عند الأطوال الموجية المرئية الثلاث، انظر الشكل رقم (1).

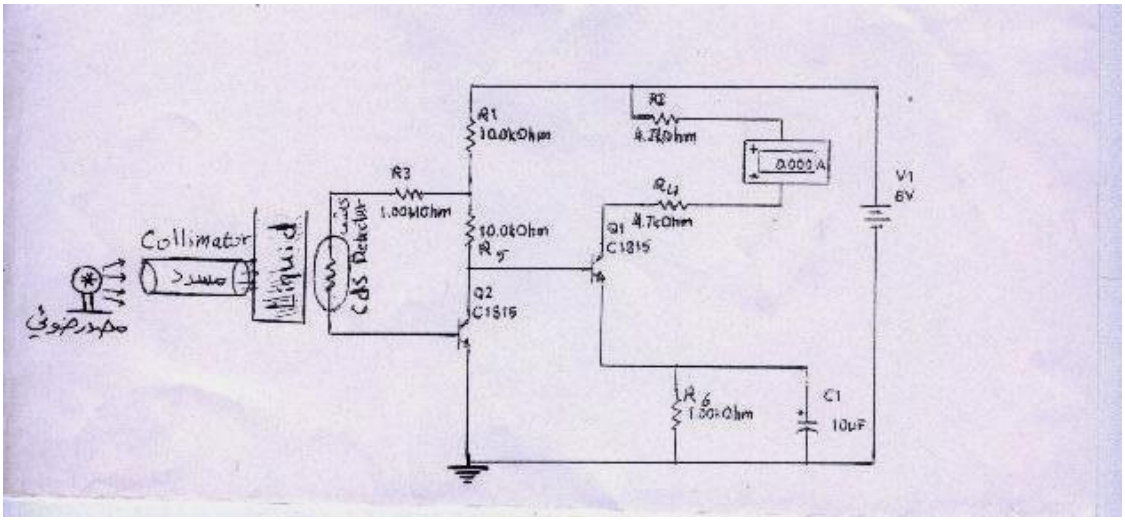


الشكل (1) : معامل الامتصاص للسوائل تحت الدراسة

ومن اجل إجراء المقارنة من تحقق النفاذية بطريقة استخدام جهاز (Spectrophotometer) وطريقة الكشف عن نفاذية الضوء باستخدام دائرة اليكترونية تم تهيئة السوائل تحت الدراسة وبنفس طريقة القياس اعلاه وضعت نماذج سوائل الفحص بالتعاقب أمام مسار الحزمة الضوئية المتجهة نحو كاشف المقاومة الضوئية أو ما يسمى بكاشف (CdS: Cadmium Sulphide) وهو يمثل أحد أجزاء العناصر الأساسية للدائرة الاليكترونية بعد أن جهزت الدائرة الاليكترونية بواسطة مجهز قدرة تيار مستمر (DC Power Supply) بثلاث فولتيات مختلفة وهي (5, 6, 7) فولت على الترتيب ولكل حالة فحص مستقلة، بعدها حصلنا على قيمة التيار (I) لكل نموذج من سوائل الفحص، وباستخدام (قانون أوم Ohm's Law) أوجدنا قيمة مقاومة الكاشف (CdS) لكل سائل لنحصل من خلال هذه النتائج على المنحيات البيانية التي تحقق نفاذية (Transmissivity) الضوء للسوائل الشفافة مثل الماء والكليسرين النقي والكيروسين.

٣. الجانب العملي: Experimental

لو نظرنا إلى الدائرة الاليكترونية والموضحة في الشكل رقم (2) نجد أن وضع الترانزستورين يشبهان إلى حد كبير زوج دارلنكتون (Darlington Pair) وكلاهما يعملان عمل ترانزستور



الشكل (2): منظومة الكشف عن السوائل

واحد، وبقيمة كسب في التيار (Current Gain) عالي جدا، أي بحدود (14400)، أي إن قيمة بيتا الكلية (β_{total}) نحصل عليها من المعادلة (2):

$$\beta = \beta_1 * \beta_2 .....(2)$$, Darlington pair current gain

حيث أن β_1 تمثل ربح التيار للترانزستور الأول و β_2 ربح التيار للترانزستور الثاني أما قيمتهما فهي (120) لكل ترانزستور [4]، بذلك تصبح قيمة (β_{total}) الكلية من تطبيق المعادلة (2) تساوي (120×120)، أي إن قيمة بيتا الكلية (β_{total}) (هي (14400).

ونوضح كذلك بأنه يمكن إيجاد قيمة ربح التيار (h_{FE}) أو ($-\beta$) من المعادلة رقم (3):

$$-\beta = h_{FE} = I_C / I_B .....(3)$$

حيث I_C يمثل قيمة تيار الجامع (Collector Current) و I_B يمثل قيمة تيار القاعدة (Base Current)، أما المقاومتين R_1 و R_5 فهما مربوطتين على التوالي وتعملان على انحياز الترانزستور Q_1 للوصول الى تيار القاعدة المناسب، أما بالنسبة للمتسعة C_1 فائدتها التخلص من الإشارة المتناوبة [5].

٤. النتائج:

أ) حصلنا على قيمة التيار (I) عند حالات الفحص الموضحة في طريقة العمل لثلاث حالات مختلفة من قيم فولتيات التجهز (V_{CC} = 5,6,7) فولت وذلك باستخدام أميتر نوع (Victor) وبدقة (4-Digit) لنحصل بذلك على قيم مختلفة للتيار والمبينة نتائجها في الجدول رقم (3).

الجدول رقم (3): قيم التيارات المسجلة عند الفولتيات المقترحة للنماذج تحت الدراسة

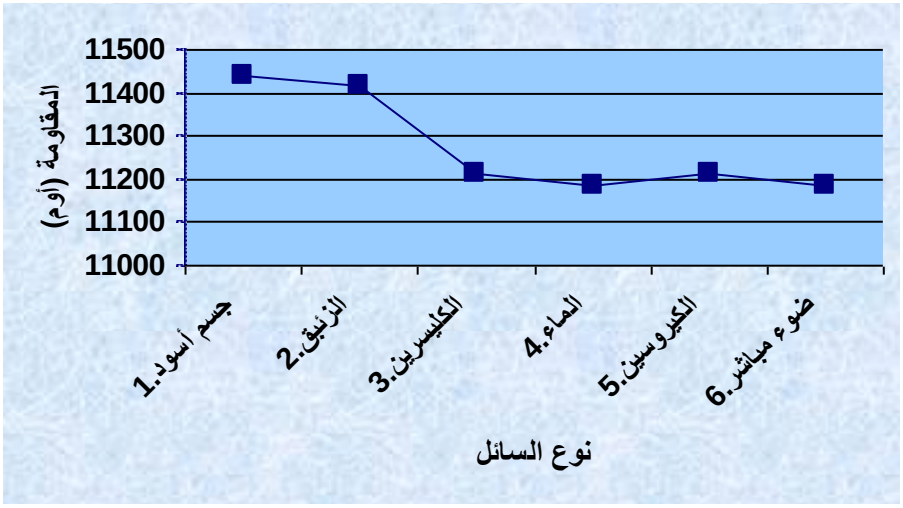
نوع السائل	V_{CC}=5 volt $I_1(mA)$	V_{CC} =6 volt $I_2(mA)$	V_{CC} =7 volt $I_3(mA)$
جسم اسود معتم	0.437	0.515	0.603
الزئبق	0.438	0.517	0.606
الكلسيرين	0.446	0.530	0.614
الماء	0.447	0.530	0.614
الكيروسين	0.446	0.530	0.612
ضوء مباشر	0.447	0.530	0.612

ب) باستخدام قانون أوم (Ohm's Law)، حصلنا على قيمة المقاومات (r_1, r_2, r_3) للكاشف (CdS:Detector) وذلك كون الفولتية المجهزة للدائرة الاليكترونية ثابتة عند كل حالة من الحالات الثلاث وخلال فترة التجربة ومن هذه النتائج حصلنا على الجدول رقم (4) المبين في أدناه:

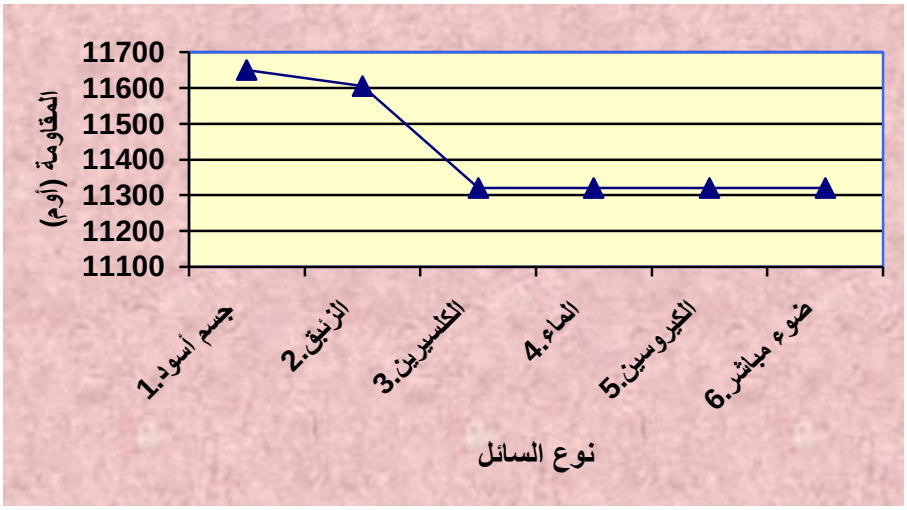
الجدول رقم (4): قيم المقاومات (r_1, r_2, r_3) للكاشف (CdS) لجميع النماذج تحت الدراسة

التسلسل	نوع السائل	$r_1(\Omega)$	$r_2(\Omega)$	$r_3(\Omega)$
1	جسم اسود معتم	11441.6	11650.5	11608.6
2	الزئبق	11415.5	11605.5	11551.1
3	الكلسيرين	11210.7	11320.7	11400.6
4	الماء	11185.6	11320.7	11400.6
5	الكيروسين	11210.7	11320.7	11437.9
6	ضوء مباشر	11185.6	11320.7	11437.9

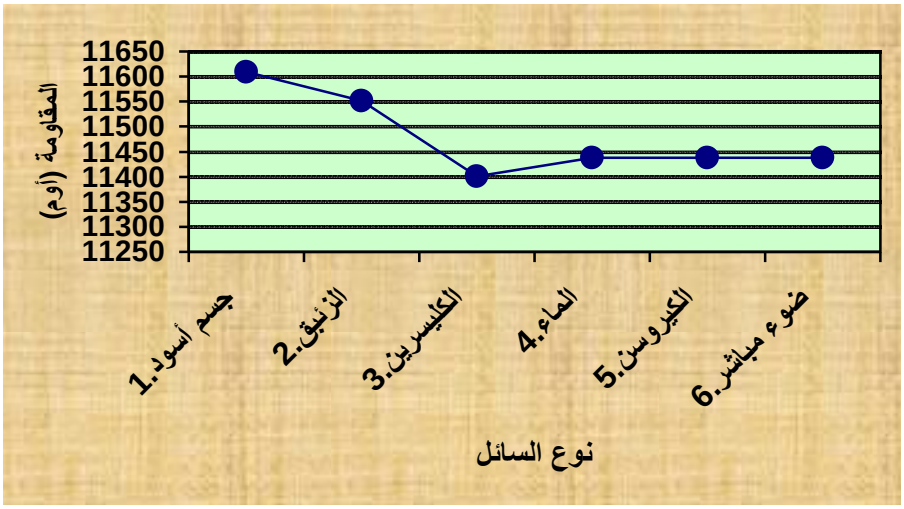
ج) من النتائج التي حصلنا عليها في الجدول رقم (4) يمكننا ملاحظة المخططات البيانية الموضحة في الأشكال البيانية (3,4,5) بين نوع السائل عند المحور (X) وبين قيم المقاومات (r_1, r_2, r_3) على الترتيب بالنسبة لمحور (Y) وفيها تم إثبات صحة النتائج العملية التي حصلنا عليها ونجدها متوافقة مع مبدأ عمل كاشف المقاومة الضوئية من نوع (CdS) المرتبط بالدائرة الإليكترونية الموضحة في الشكل رقم (2)، وكذلك مع نتائج الفحص التي أجريت باستخدام جهاز قياس الخواص الضوئية (Spectrophotometer)، أذن ومن خلال هذه النتائج يمكن القول بإمكانية الكشف عن نفاذية الضوء للسوائل باستخدام دائرة اليكترونية.



الشكل رقم (3)



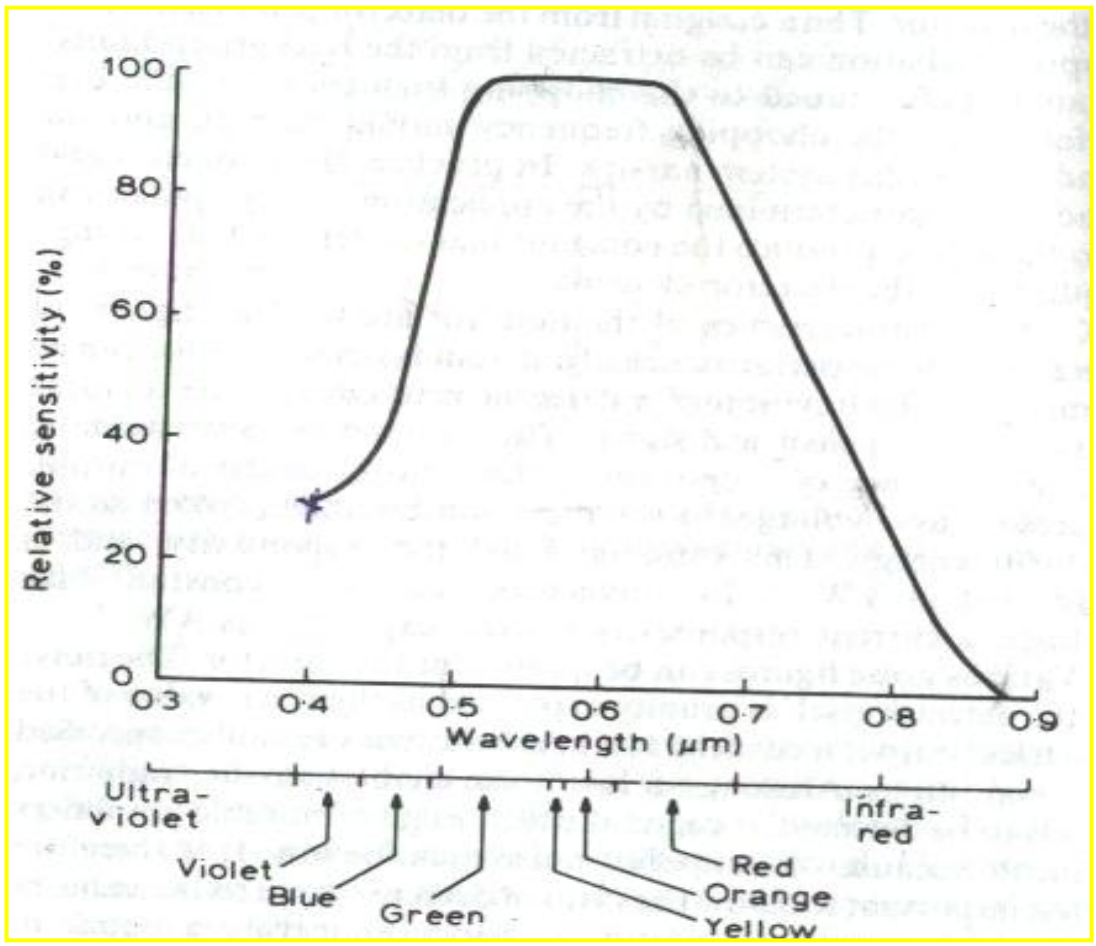
الشكل رقم (4)



الشكل رقم (5)

٥. المناقشة:

كما نعلم أن الكواشف الضوئية (Photoconductive Detectors) ، هي مواد شبه موصلة(semiconductor materials) والكاشف (CdS) هو أحد هذه الأنواع ويتميز بحساسيته العالية للطول الموجي ($\lambda = 400 - 700nm$) أي ضمن مدى الضوء المرئي (Visible light)، انظر الشكل البياني (6) يمثل منحنى طيف الاستجابة (Spectral response) للكاشف (CdS)، [6] .



الشكل رقم (6): منحنى خواص طيف الاستجابة للكاشف (CdS)

وتعتمد خاصية هذا الكاشف على تغير مقاومته مع تغير شدة الضوء الساقط عليه (Light-dependent resistor) إذ أن قيمة هذه المقاومة تتغير من ($10M\Omega$) عند الظلام التام إلى ($1K\Omega$) عند الضوء المباشر [7]، وقد توافقت هذه الحقيقة العلمية مع النتائج العملية لنماذج الفحص المبينة في الجدول رقم (4).

ونود أن نشير هنا إلى أنه بالإمكان إجراء تحسين للدائرة الإليكترونية موضوعة البحث والنظر بالمقترحات التالية:

١. استخدام مكبر العمليات (Operation amplifier 741) لغرض الحصول على أشارة تيار ذات دقة أعلى من التي تم الحصول عليها.
٢. استبدال الكاشف (CdS) بآخر أكثر حساسية للضوء المرئي.
٣. معالجة نتائج الفحص بالحاسوب (Computer) وإظهار التحليلات مباشرة ليتم على ضوئها إجراء المقارنة الدقيقة لنتائج هذه الدائرة الاليكترونية مع نتائج الفحص عند استخدام جهاز قياس الخواص الضوئية (Spectrophotometer).

٦. المصادر:

١) القرغولي، المهندس سعد القرغولي، أفكار علمية في الأليكترونيك، المكتبة الوطنية بغداد، ١٩٩٠.

٢) إسماعيل، سامر إبراهيم حسين، البصريات الفيزيائية، دار الصفاء للنشر والتوزيع – عمان، الطبعة الأولى / ١٩٩٩م – ١٤٢٠ هـ.

3) http://www.Beer-Lambert-wikipedia.com, the free encyclopedia.

4) http://www.futurlec.com/Transistors/C1815.shtml

5) John Hewes 2008, the Electronics Club, http://www.kpsec.freeuk.com/

6) Mazda, F. Mazda, Electronics Engineer's Reference Book, Butterworth & Co. (publishers) Ltd, London, 1983.

7) Duncan, Tom Duncan, B.Sc., Success in Electronics, John Murray. London, 1983.