



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria
de Telecomunicació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

iLabRS Projecte Innovació Educativa
Laboratori Remot Educació Secundària

DESENVOLUPAMENT i IMPLEMENTACIÓ D'UN LABORATORI VIRTUAL REMOT
PER A LA REALITZACIÓ D'EXPERIMENTS i PRÀCTIQUES REALS
AMB ACCÉS REMOT A TRAVÉS DE INTERNET.

<http://genweb.upc.edu/ilabrs>

Í N D E X

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓ | 3 |
| 2. QUÈ ÉS <i>iLabRS</i> ? | 4 |
| 3. OBJECTIUS DEL PROJECTE <i>iLabRS</i> | 4 |
| 4. CARACTERÍSTIQUES DEL LABORATORI REMOT <i>iLabRS</i> | 5 |
| 5. ESTRUCTURA I DESCRIPCIÓ DEL LABORATORI <i>iLabRS</i> | 6 |
| 6. EXPERIMENTS I PRÀCTIQUES REMOTES | 8 |
| 7. CONTACTE | 9 |
| 8. ANNEX 1. Exemple de guia didàctica i d'activitats | 10 |

Noves tecnologies per impulsar innovació educativa



1. INTRODUCCIÓ

La irrupció de les noves tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) està provocant canvis molt importants en la nostra societat, els quals afecten àmbits tan diversos com el laboral, el social, el del lleure, el cultural o l'educatiu. En l'actualitat, aquestes tecnologies són un element de desenvolupament i de transformació social i econòmica tan rellevant com ho van ser a la seva època la roda, la impremta o la màquina de vapor.

En l'àmbit universitari, en l'educació secundària, en la formació professional i en l'educació a distància, l'ensenyament de les matèries científiques i tecnològiques ha de conjugar de manera equilibrada la fonamentació científicotècnica necessària per comprendre els fenòmens i les aplicacions bàsiques, el coneixement de les solucions tècniques en una gamma àmplia d'aplicacions, i finalment, l'experimentació pràctica que permetin a l'alumnat, de forma adequada, l'adquisició de les competències bàsiques.

Atesa la importància que, per a la formació acadèmica dels alumnes, té la realització d'experiments i pràctiques en aquestes matèries, cal potenciar la formació pràctica i cercar noves formes d'accés als recursos que ofereixen els laboratoris d'experimentació i els tallers de pràctiques.

Tanmateix, en la concepció tradicional, la implantació i l'ús dels laboratoris docents i de les aules-taller en els centres educatius estan limitats i condicionats per factors econòmics, espacials i temporals:

- 1) *Factors econòmics.* L'elevat cost que representa l'adquisició i manteniment d'equipament dificulta enormement la renovació i l'ampliació dels laboratoris i aules-taller.
- 2) *Factors espacials.* La massificació i la manca d'espai en els centres educatius impedeix disposar de suficients laboratoris i aules-taller.
- 3) *Factors temporals.* L'horari d'accés als laboratoris i a les aules-taller està restringit a determinades hores dins de l'horari escolar i amb la presència de professorat responsable. Per tant, roman tancat i infrautilitzat durant força temps.

Tots aquests factors constitueixen una enorme barrera que impedeix un ús més racional, ampli i flexible dels recursos existents en els centres educatius per a la formació pràctica. Tanmateix, aquest obstacle es pot reduir notablement fent servir nous recursos innovadors, com ara les diverses variants de **Laboratoris Virtuals** (monolítics, distribuïts o híbrids; es tracta, bàsicament, d'aplicacions i sistemes de simulació) i de **Laboratoris Remots**. En aquests últims, s'accedeix a través d'Internet a un sistema físic real per a la seva manipulació directa o experimentació en temps real.

2. QUÈ ÉS *iLabRS*?

iLabRS és un Projecte d'Innovació Educativa que té com a finalitat la investigació, el desenvolupament i la implementació d'un **Laboratori Remot** per a la realització de pràctiques a distància en temps real i experiments *online*, amb accés remot a través d'Internet, de matèries de l'àmbit tecnològic i científic. Està orientat, principalment, a l'ensenyament no universitari: educació secundària, batxillerat, formació professional, e-learning, formació ocupacional...

La seva configuració i estructura flexible, modular i escalable, permet també la realització d'aquestes pràctiques i experiments *in-situ* de manera presencial.

Es pretén, a més, estudiar-ne, analitzar-ne i avaluar-ne la utilitat en l'àmbit educatiu, la viabilitat pràctica, l'impacte pedagògic i la resposta per part de l'alumnat i del professorat.

També és objecte d'aquest projecte proposar un recurs d'innovació educativa i de grans perspectives de futur, determinar els avantatges que aquest sistema pot aportar en aquest nivell educatiu i detectar els possibles problemes i inconvenients que pugui presentar.

Aquest projecte, creat formalment l'1 de juliol de 2007, està patrocinat i promogut per l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona (ETSETB) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) amb la col·laboració del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya.

3. OBJECTIUS DEL PROJECTE *iLabRS*

Els objectius i aspectes més rellevants d'aquest projecte són :

- Impulsar, potenciar i **millorar la formació pràctica** de matèries de l'àmbit científic i tecnològic, a través d'una metodologia innovadora que integra plenament les TIC, en l'àmbit no universitari (educació secundària, batxillerat, formació professional, educació a distància, formació ocupacional, formació empresarial, etc.).
- Oferir un **recurs pedagògic, útil i innovador**.
- Augmentar el nivell d'accés a la realització de pràctiques i experiments amb un **menor cost de gestió, personal, manteniment i desplaçaments**.
- **Impulsar la innovació educativa** mitjançant la incorporació de les noves tecnologies.
- Permetre a l'alumnat **incorporar l'ús de les noves tecnologies en llur aprenentatge** i fomentar les TIC, amb la qual cosa guanyarà en qualitat i autonomia.

- Potenciar la motivació i la **dinamització del procés d'aprenentatge de l'alumnat** i afavorir l'adquisició de competències bàsiques.
- **Flexibilitzar l'accés en la realització d'experiments reals i pràctiques**, a qualsevol hora del dia i des de qualsevol lloc on hi hagi disponible un ordinador i connexió a Internet.
- Potenciar l'**ensenyament a distància, l'e-learning i l'autoaprenentatge**, les 24 hores del dia, els 365 dies de l'any. Permetre la seva integració en entorns tipus Moodle o altres.
- Desenvolupar **noves estratègies docents** i propiciar la personalització, la tutorització i el treball cooperatiu.
- Investigar i **avaluar els avantatges** que els **laboratoris remots** poden aportar en l'ensenyament. La seva utilització pot suscitar noves línies de treball i investigació, obrint la possibilitat al desenvolupament de noves estratègies docents en matèries de caràcter científicotècnic.
- Promoure una **xarxa nacional de laboratoris virtuals i remots**.

4. CARACTERÍSTIQUES DEL LABORATORI REMOT

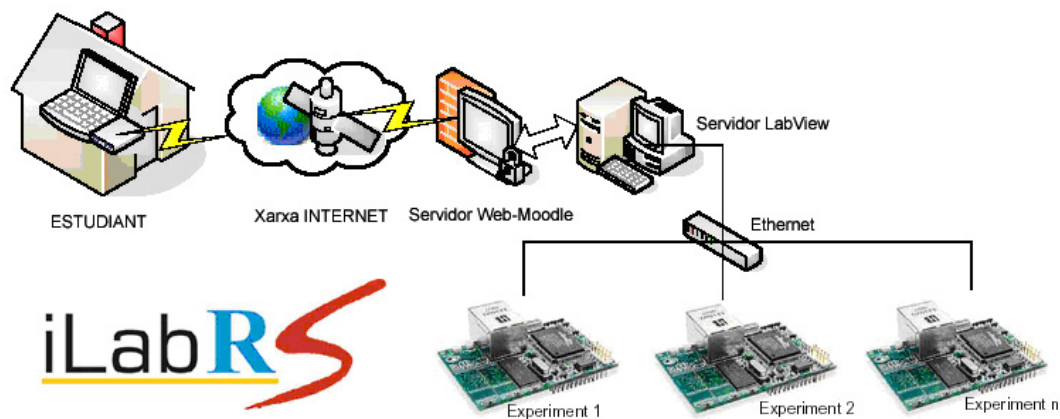
Les característiques principals i més destacades del Laboratori Virtual Remot *iLabRS* són les següents:

- **Plataforma modular i flexible**, adaptable a diferents tipus d'experiments i pràctiques.
- **Sistema escalable** que permet, de manera accessible i senzilla, tant la incorporació de distintes pràctiques i experiments com la replicació d'aquestes per possibilitar l'accés simultani a un nombre variable d'usuaris.
- **Sistema fàcilment ampliable**, sense necessitat de modificar tota l'estructura preexistent, atès que disposa d'una arquitectura i una configuració modular flexible.
- **Sistema apte per l'ús tant presencial com remot**, permetent la realització de pràctiques *in-situ* que poden ser completades o continuades amb pràctiques remotes usant la mateixa plataforma, la qual cosa proporciona sensació de realitat i n'afavoreix l'aprenentatge significatiu.
- **Sistema econòmic** ja que la plataforma inclou una part comuna, reutilizable i de baix cost, en la qual s'insereixen els dissenys específics. Aquests dissenys s'han descarregat de la complexitat del sistema d'adquisició i podrien ser realitzats pels propis centres educatius.

- **Sistema amb baixes necessitats de manteniment**, podent estar operatiu de manera permanent.
- **Sistema obert** que possibilita i afavoreix el **treball cooperatiu**, promou la col·laboració entre centres educatius, professorat i alumnat, i admet l'aportació de nous experiments per part dels centres educatius, entitats o xarxes.
- **Entorn distribuït**, amb accés TCP/IP als experiments i pràctiques. Cada placa de control i experimentació té la seva pròpia adreça IP i, per tant, físicament pot trobar-se en qualsevol lloc del món i, no obstant això, formar part del conjunt virtual del laboratori remot.
- **Sistema adaptable a entorns d'e-learning** a través de plataformes tipus Moodle o d'altres.

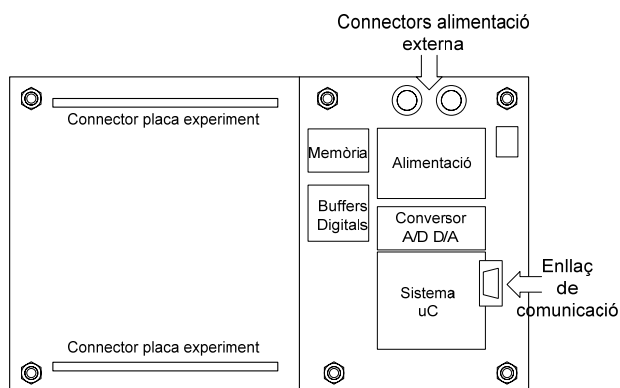
5. ESTRUCTURA I DESCRIPCIÓ DEL LABORATORI

L'esquema conceptual simplificat del Laboratori Remot *iLabRS* és el que es representa a la figura. L'estudiant pot accedir, en temps real, a les diferents pràctiques i experiments del laboratori remot, des de qualsevol ordinador amb connexió a Internet.

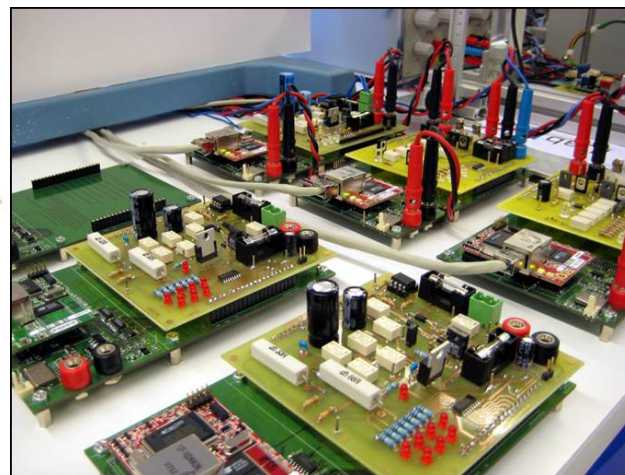


La plataforma sobre la qual s'implementa el Laboratori Remot *iLabRS* està fonamentada en una estructura modular, ampliable i que pot estar distribuïda. Es basa en una placa d'adquisició desenvolupada a aquest efecte i en unes targetes específiques que es connecten a l'anterior i que contenen els diferents experiments.

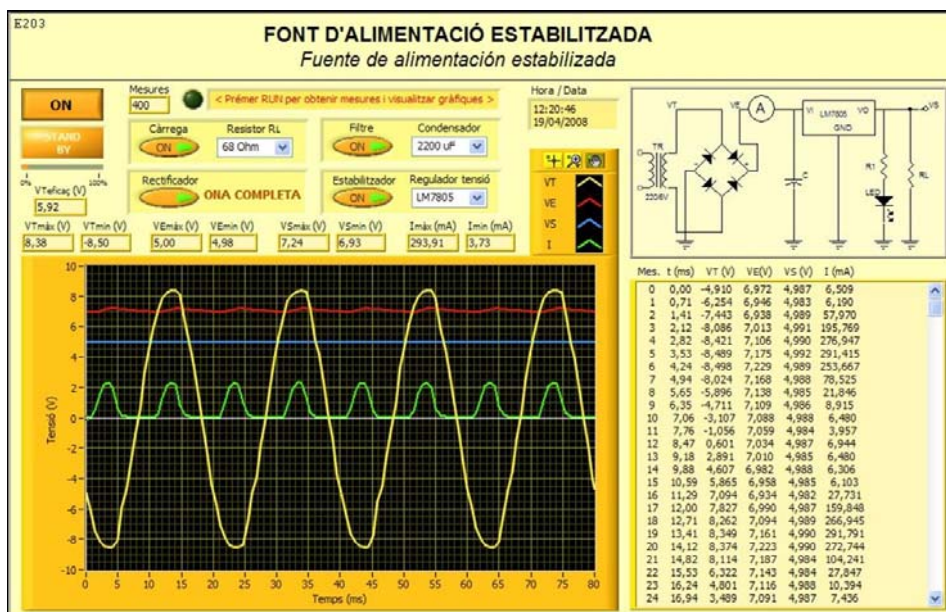
La placa base, de la qual n'existeixen múltiples rèpliques, conté la part comuna de qualsevol experiment:



La placa específica de cada experiment es connecta a la placa base:



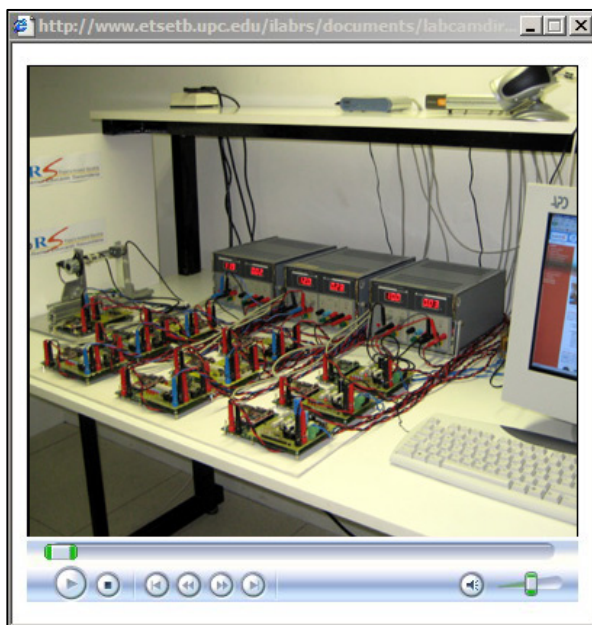
Des de qualsevol navegador s'accedeix al Laboratori Remot iLabRS i es visualitza el panell remot de control de la pràctica, a través del qual es pot interactuar amb l'aplicació i efectuar-ne l'experimentació:



En el web d'iLabRS també s'hi troben enllaços, a l'apartat *Laboratori en directe*, per mitjà dels quals es poden visualitzar en temps real les imatges que capten les diferents *webcams* instal·lades.



Laboratori en directe: ► [Webcam1](#) ► [Webcam 2](#) ► [Webcam 3](#)



6. EXPERIMENTS I PRÀCTIQUES REMOTES

Col·lecció de pràctiques y experiments disponibles, fins el moment, en el Laboratori Remot **iLabRS**:

- E101. Estudi de la característica tensió-corrent (V/I) d'un resistor.
- E102. Estudi de la característica tensió-corrent (V/I) d'un díode de silici.
- E103. Estudi característica tensió-corrent (V/I) de un díode de germani.
- E104. Estudi de la característica V/I d'un díode LED.
- E105. Estudi de la característica V/I d'un díode Zener.
- E106. Estudi del funcionament del condensador. Corbes de càrrega i descàrrega. Constant RC.
- E201. Estudi i anàlisi de circuits amb díodes: rectificadors de mitja ona i de doble ona.
- E202. Filtres amb condensadors en fonts d'alimentació.
- E203. Font d'alimentació estabilitzada.
- E301. El transistor. Corba característica de sortida.

- E302. El transistor. Recta de càrrega. Punt de treball.
- E303. El transistor. Anàlisi com a amplificador. Factor d'amplificació.
- EEM. Mesura de la característica esforç-deformació d'un material.
- ERP. Mesura de radiació, potència i eficiència de llums quotidianes.
- EBR. Introducció a la Robòtica. Control d'un braç robot.

Altres pràctiques i experiments en procés d'estudi per a un posterior desenvolupament:

- Estudi de circuits bàsics de corrent altern: RL, RC, RLC.
- Energies renovables: solar i eòlica.
- Automatismes elèctrics i electrònics.
- Circuits pneumàtics.
- Assaig de màquines elèctriques.
- Mesurament i control de processos tèrmics. Regulador PID.
- Estudi del comportament de sensors: pressió, temperatura...
- Determinació de les característiques de resistors no lineals: LDR, NTC, VDR.
- Estudi de la fotosíntesi.
- Estudi del creixement de flora i vegetació. Cultius.
- Control d'un hivernacle.
- Contaminació ambiental.
- Estudi d'ecosistemes aquàtics.
- Sedimentació.
- Estudi de la radioactividad.
- Mesurament de magnituds i paràmetres meteorològics.
- Experiments de física.

7. CONTACTE

Laboratori Remot *iLabRS*

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

c/ Jordi Girona 1. Edifici C4 – Despatx 311. Campus Nord. 08034 Barcelona.

Tel.: 934 016 777

E-mail: ilabrs@etsetb.upc.edu

URL: <http://genweb.upc.edu/ilabrs>

Ramon Bragós Bardia (rbb@eel.upc.edu).

Francesc Garófano Montoro (fgarofan@xtec.cat / paco.garofano@upc.edu).

8. ANNEX 1. Exemple de guia didàctica i d'activitats

EL DÍODE LED

Estudi de la característica V/I d'un díode LED

El **LED** (*Light Emitting Diode*) és un díode semiconductor que emet llum només quan està polaritzat directament i és travessat per un corrent elèctric.

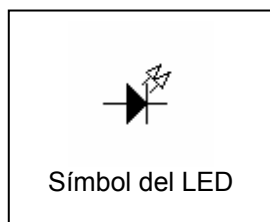
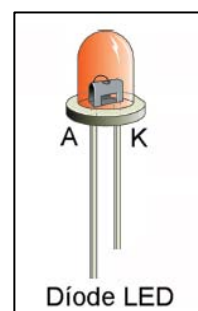


El LED és un component electrònic que té la propietat de transformar l'energia elèctrica en energia lluminosa. És molt utilitzat com a indicador lluminós de l'estat de funcionament (encès, apagat, en espera, en marxa, etc.) d'aparells i màquines: ordinadors, reproductors de CD i DVD, equips de música, televisors, càmeres fotogràfiques, carregadors de bateries, automòbils, rentadores, neveres, rentavaixelles, etc.

Tot i que l'ús més habitual és d'indicador, les aplicacions dels LED s'estenen cada vegada més a altres camps: semàfors, rètols lluminosos, pantalles de gran format, il·luminació, comandaments a distància, etc.

Per identificar fàcilment els terminals d'un díode LED, el fabricant indica el càtode amb una osca o una zona plana en l'encapsulat i també fent-ne el terminal més curt.

El color depèn del material semiconductor emprat en la construcció del díode. Per tant, podem trobar-los en diversos colors: vermell, groc, verd, blau, blanc... Els LED també poden radiar llum infraroja (invisible); en aquest cas es fan servir en sistemes d'alarma, comandaments a distància, lectors òptics, etc.



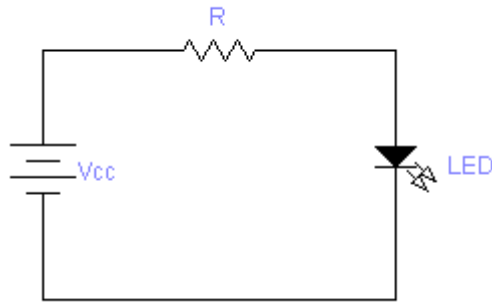
Símbol del LED

Els LED es poden connectar a qualsevol tensió, sempre que no se sobrepassi el màxim corrent directe i la màxima tensió inversa que poden de suportar. Per això, se solen connectar en sèrie amb un resistor per limitar-ne la intensitat. La gamma més usual d'intensitats està compresa entre 10 i 40 mA. La caiguda de tensió entre ànode i càtode, en canvi, sol anar d'1,5 a 2,2V aproximadament.

Els avantatges més importants dels LED, respecte de les bombetes pilot d'incandescència, són: alt rendiment lumínic, poca producció de calor, vida útil molt elevada, mida reduïda, carcassa resistent, disponibilitat de diversos colors i consum baix.



El circuit bàsic per connectar un LED és el que es mostra a continuació:



▪ **Exemple:**

Si considerem una caiguda de tensió entre ànode i càtode d'1,6V, una intensitat nominal del LED de 20mA i una tensió d'alimentació de 12V, per calcular el valor en ohms del resistor limitador de corrent utilitzarem l'expressió següent:

$$R = \frac{V_{CC} - V_{AK}}{I} = \frac{12V - 1,6V}{0,020A} = 520 \Omega$$

Si no existeix comercialment el valor de resistència calculat, utilitzarem l'immediatament superior.

Per calcular la potència consumida pel resistor podem fer servir l'expressió:

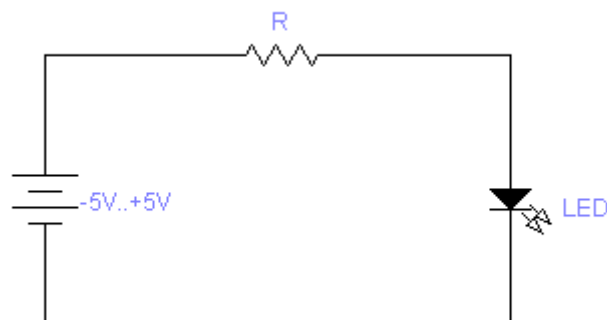
$$P = I^2 \cdot R = 0,020^2 \cdot 520 = 0,208 W$$

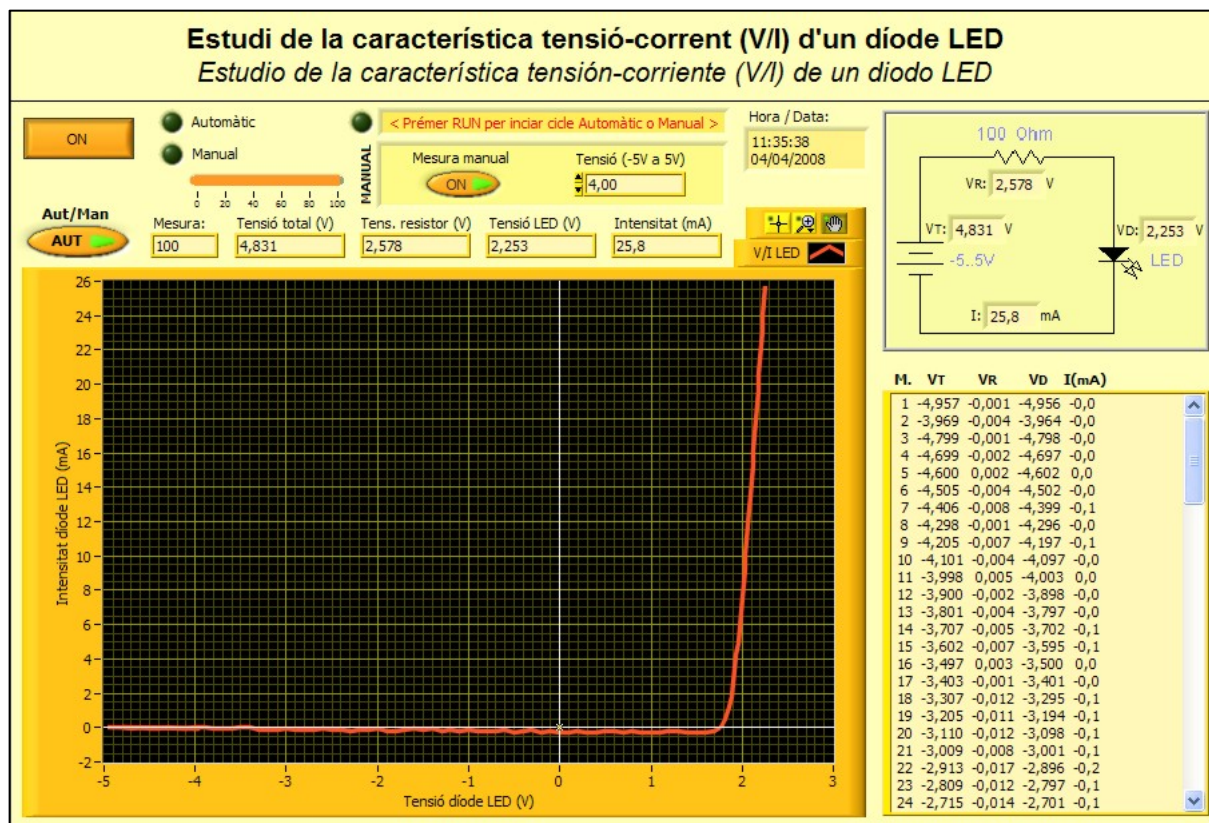
Per tant, el resistor que caldrà utilitzar és de **520Ω** i **1/4W**.

• **EXPERIMENTACIÓ REMOTA**


Aquesta pràctica consisteix, bàsicament, en comprovar el funcionament d'un díode LED, obtenir-ne la corba característica V/I i determinar les diferències entre un LED i un díode semiconductor (de silici i de germani).

El circuit equivalent que utilitza el laboratori remot per traçar la corba característica del LED és aquest:



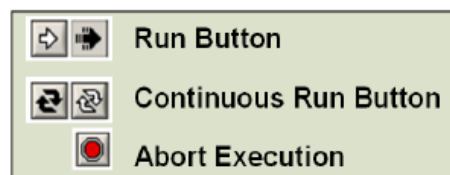


Panell remot de l'aplicació:


- Botó **ON/OFF**. Interruptor general del panell remot.
- Botó **Aut/Man**. Selector mode Automàtic/Manual.
- Botó **Mesura manual**. Fa les mesures discretes de tensió en la font d'alimentació (V_T), en el resistor (V_R) i en el LED (V_D), així com la mesura d'intensitat (I), cada cop que s'executa l'aplicació a través del botó *Run*  en mode manual. Els valors mesurats (V_T , V_R , V_D i I) apareixen en els indicadors de la part superior del panell i en els visualitzadors que hi ha superposats en l'esquema electrònic.
- Control numèric **Tensió (-5V..5V)**. En mode manual, permet seleccionar la tensió d'alimentació del circuit.
- Taula de resultats. Taula que emmagatzema els 100 valors mesurats de V_T , V_R , V_D i I en mode automàtic.

1. Accedeix al **Laboratori Remot iLabRS** que trobaràs a l'adreça web: <http://genweb.upc.edu/ilabrs> Recorda que per visualitzar correctament els experiments has d'utilitzar un navegador i tenir instal·lat a l'ordinador el *Runtime LabView* que et pots descarregar des del propi web. També pots visualitzar *online* i en temps real l'experiment a través de la webcam (laboratori en directe).

2. Executa la pràctica E104: Estudi de la característica tensió-corrent (V/I) d'un díode LED. A la nova finestra del navegador que s'obre hi apareix el panell remot de l'aplicació. A la part superior esquerra hi ha tres botons, la funció dels quals es mostra en la figura. Nosaltres només utilitzarem el botó de *Run* (El botó de l'esquerra) i, excepcionalment, el botó d'avortament o aturada. L'aplicació també es pot fer funcionar a través de l'opció *Run* del menú *Operate* o bé amb la combinació de tecles *CTRL+R*.




3. FUNCIONAMENT MANUAL. Bàsicament, hi ha dos tipus de funcionament de l'aplicació: manual i automàtic. En el funcionament manual, per a una determinada tensió (que podem establir entre -5V i 5V), es realitzen, de manera discreta, mesures de tensió en la font d'alimentació (V_T), en el resistor (V_R) i en el LED (V_D) i mesura de la intensitat (I). Els valors mesurats (V_T , V_R , V_D i I) apareixen en els indicadors de la part superior del panell i en els visualitzadors que hi ha superposats en l'esquema electrònic de la part superior dreta del panell.

4. FUNCIONAMENT AUTOMÀTIC. En mode automàtic (botó *Aut/Man* en posició *AUT*), cada cop que s'executa l'aplicació a través del botó *Run* , l'aplicació fa un cicle complet (aplica automàticament una rampa de tensió de -5V a 5 V) i en realitza 100 mesures. En acabat, es representa la gràfica de la corba característica (V/I) del LED i es mostren els valors en una taula (V_T , V_R , V_D i I). Aquests valors es poden traslladar (copiar CTRL+C i enganxar CTRL+V) a una taula d'un full de càlcul o d'un processador de textos per a un posterior tractament.

● ACTIVITATS PROPOSADES

1. Accedeix al **Laboratori Remot iLabRS** que trobaràs a l'adreça web: <http://genweb.upc.edu/ilabrs> i executa la pràctica **E104: Estudi de la característica V/I d'un díode LED**.

A continuació, selecciona el mode automàtic del panell de control i executa l'aplicació, a través del botó *Run* , per obtenir-ne la corba característica d'un díode de silici.

Si en la gràfica representada apareixen valors que et semblin estranys, torna a executar l'aplicació des del panell de control.

- 2.** D'acord amb els valors obtinguts en l'experimentació, quina és la tensió de llindar del díode LED?
- 3.** Quina és la caiguda de tensió V_{AK} en el LED quan hi circula una intensitat de 16,5 mA?
- 4.** Es pot observar en la gràfica la tensió de ruptura del LED quan està polaritzat inversament? Per què?
- 5.** Circula intensitat pel LED quan està polaritzat inversament?

6. Quina diferència de potencial té el resistor quan hi circula una intensitat de 18 mA? I quina és la tensió del LED?
7. Calcula la resistència estàtica del LED quan hi circula un corrent de 18 mA.
8. A partir de les dades obtingudes en l'experimentació, calcula el valor real del resistor quan el díode està polaritzat directament. Comprova-ho per a dos o més punts de la gràfica, per exemple per a 10mA i per a 18mA.
9. Quina ha estat la variació de tensió en el díode durant el període en què la intensitat ha evolucionat de 5mA a 16mA ?
10. Comprova, per a almenys cinc mesures diferents de la gràfica, si es compleix l'expressió: $V_T = V_R + V_D$
11. Calcula el valor en ohms del resistor si el circuit l'alimentem a 12V i volem que circuli pel LED una intensitat de 18 mA. Agafa com a caiguda de tensió del LED el valor obtingut en l'experimentació per a aquesta intensitat.
12. Si aquest LED el volem fer funcionar amb un corrent de 16mA i el resistor té un valor de 100Ω , quina hauria de ser la tensió d'alimentació del circuit?
13. A partir de les dades obtingudes, representa gràficament la corba V_T/I per a un rang de tensió de -5V a 5V.
14. Representa gràficament la corba de la resistència interna del LED en funció de la intensitat (R_D/I_D). La resistència interna del LED és constant?
15. Compara les corbes del LED amb les dels díodes de silici i de germani i indica les diferències més notables que hi observes.

