

# Programa de Dispositivos y Circuitos Electrónicos IV



Código: ELA4

## Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera/s:	Ingeniería Electrónica		
Plan de Estudios:	2014	Caracter:	Optativa 1
Bloque/Campo:	Tecnologías Aplicadas	Área:	Dispositivos y Circuitos
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	8º [ECA]		
Carga horaria:	96 hs / 6 hs semanales	Formato Curricular:	ECE
Escuela:	Ingeniería Electrónica	Departamento:	Electrónica
Docente responsable:	Federico Miyara		

## Programa Sintético

Lazos de Fijación de Fase (PLL). Simulación circuital. Proceso de diseño de circuitos electrónicos. Compatibilidad electromagnética. Diseño de circuitos impresos. Diseño para la durabilidad y el mantenimiento. Diseño para la confiabilidad y la seguridad intrínseca, eléctrica y funcional. Diseño ambientalmente amigable. Consumo y eficiencia energética. Energía solar. Aplicaciones de diseño utilizando sistemas embebidos (Arduino, Raspberry Pi, etc.). Algunos proyectos con aplicación a Internet de las cosas.

## Asignaturas Relacionadas

Previas: A19 - Dispositivos y Circuitos Electrónicos III

Simultáneas Recomendadas: A18 - Mediciones Electrónicas

Posteriores: Fundamentos de Audio / Audio Digital / Procesamiento Digital de Señales de Voz

Vigencia desde 2017

.....  
Firma Profesor

.....  
Fecha

.....  
Firma Aprob. Escuela

.....  
Fecha

Con el Aval del Consejo Asesor:

## Características Generales

Es la continuación natural de la línea de asignaturas circuitales y la primera asignatura de la orientación específica en diseño electrónico circuital. Además de completar la formación en bloques funcionales de la electrónica general se profundiza en las técnicas de diseño bajo especificaciones y restricciones. Por otra parte está orientada a desarrollar en el futuro profesional una fuerte percepción de la responsabilidad ética que le compete, en relación con las decisiones de diseño y proyecto, de cara al aprovechamiento y la preservación de los recursos naturales, tanto materiales como energéticos, y el cuidado del medio ambiente en general, así como en lo relativo a la seguridad y al impacto que generan los residuos eléctricos y electrónicos. También se incursiona en la filosofía de los sistemas embebidos como recurso de diseño transversal a todas las especialidades.

## Objetivos

Al aprobar esta asignatura el alumno estará en condiciones de diseñar en forma autónoma diferentes tipos de circuitos, tanto partiendo de especificaciones provistas por terceros como a partir de una descripción cualitativa del problema que da origen al diseño, para lo cual seleccionará el paradigma de diseño más eficiente para alcanzar la funcionalidad deseada. En el proceso de diseño así como en sus etapas previas estará en condiciones de reconocer, analizar y tener en cuenta el impacto ambiental, ecológico, económico y social de su diseño de modo de minimizar los aspectos negativos. También estará en condiciones de realizar y ensayar prototipos y optimizar el diseño en caso de encontrar no conformidades con respecto al comportamiento deseado. Por último, estará capacitado para describir teóricamente los diferentes enfoques que dan sustento a las metodologías utilizadas.

## Contenido Temático

### UNIDAD 1: Lazos de Fijación de Fase (PLL)

Estructura. Detector de fase. Filtro; frecuencia de corte. Oscilador controlado por tensión (VCO); frecuencia libre. El PLL en seguimiento. Estudio como sistema lineal realimentado. Relación entre fase y frecuencia. Ancho de banda natural del PLL. Función de transferencia con filtro de primer orden. Coeficiente de amortiguamiento. Compensación mediante un cero. Rangos de seguimiento y de captura.

### UNIDAD 2: Simulación circuital

Teoría básica de la resolución de circuitos por computadora. Descripción simbólica. Análisis nodal. Edición de diagramas circuitales. Modelos y bibliotecas de componentes. Paso de simulación y errores. Análisis de corriente continua. Análisis en régimen permanente senoidal. Análisis con señales arbitrarias. Análisis transitorio. Análisis de sensibilidad a parámetros. Método de Montecarlo para análisis de tolerancias. Análisis de ruido.

### UNIDAD 3: Proceso de diseño de circuitos electrónicos

Estrategias top-down y bottom-up. Especificación funcional cualitativa y cuantitativa. Selección de la tecnología a utilizar. Diseño analítico con componentes ideales y reales. Diseño asistido por computadora. Simulación. Análisis de sensibilidad y tolerancias. Verificación. Revisión. Prototipos.

### UNIDAD 4: Compatibilidad electromagnética

Reafirmación conceptual de los principios de electromagnetismo. Campo eléctrico. Campo magnético. Interferencia por conducción. Interferencia por radiación/recepción. Acoplamiento por campo cercano inductivo y capacitivo. Fuentes típicas de interferencia externa. Blindaje electrostático y magnético. Cableado. Puesta a tierra. Control del espectro de la emisión por filtrado. Adaptación de impedancia. Límites de susceptibilidad. Protocolos de medición de inmunidad y emisión. Normas.

### UNIDAD 5: Diseño de circuitos impresos

Circuitos impresos. Plaquetas de una capa, dos capas y múltiples capas. Metalizado through-hole. Tecnología de fabricación en serie y pequeña escala. Principios básicos del diseño de circuitos impresos. Diseño por software. Principios de diseño para minimizar espacio, parámetros parásitos, efectos de realimentación térmica, susceptibilidad y emisión electromagnética. Pistas como elementos circuitales.

#### **UNIDAD 6: Diseño para la durabilidad y el mantenimiento**

Conceptos de economía socioambiental asociada a la electrónica. Externalidades, costos y beneficios externalizados, su identificación y estimación. Diseño modular. Normalización. Calidad y durabilidad de componentes. Estrés térmico, vibratorio químico y ambiental. Estrés mecánico de conectores y cables. Envejecimiento natural y acelerado, estabilización de parámetros. Control del efecto de las derivas y tolerancias. Detección temprana de fallas. Ensamblaje y desensamblaje. Responsabilidad extendida e individual del productor.

#### **UNIDAD 7: Diseño para la confiabilidad y la seguridad intrínseca, eléctrica y funcional**

Concepto de seguridad intrínseca. Trabajo en ambientes explosivos. Trabajo con baja tensión y baja energía liberada. Concepto de seguridad eléctrica. Riesgos y prevención. Puesta a tierra. Optoacoplamiento, Aislación galvánica y factores que la deterioran. Seguridad funcional. Consideraciones especiales para sistemas de soporte de vida. Redundancia. Consideraciones para sistemas que producen o controlan formas de energía no eléctrica (mecánica, acústica, lumínica, radiante) que impliquen riesgo para la salud. Normas y legislación

#### **UNIDAD 8: Diseño ambientalmente amigable**

El circuito “verde” ideal, mitos y verdades. Factores de diseño que pueden afectar el medio ambiente en cada etapa del ciclo de vida (fabricación, consumo, descarte). Contaminantes químicos (metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes) y físicos (ruido, vibraciones, interferencia electromagnética). Consumo energético. Baterías primarias vs. recargables. Impacto socioeconómico y ambiental de la electrónica descartable u obsoleta. Normalización y modularización de sistemas, subsistemas y bloques funcionales de aplicación frecuente. Interoperabilidad. Gestión sustentable de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Responsabilidad extendida del productor. Normas y legislación.

#### **UNIDAD 9: Energía solar**

Conceptos básicos. Celdas fotovoltaicas. Modelo eléctrico equivalente. Curvas V-A y V-P. Dependencia de factores ambientales. Módulos fotovoltaicos. Modulación PWM. Aplicación de convertidores electrónicos DC/DC para celdas solares. Aplicación de Inversores monofásicos.

#### **UNIDAD 10: Aplicaciones de diseño utilizando sistemas embebidos**

Concepto general de sistema embebido. Sistemas que utilizan microcontroladores. Sistemas que utilizan microcomputadoras de una sola placa. Programadores y emuladores por computadora. Generación de modulación de ancho de pulso (PLL) Diseño de sistemas que utilizan sensores y/o actuadores analógicos. Diseños que utilizan pre o postprocesamiento analógico de señal.

#### **UNIDAD 11: Algunos proyectos con aplicación a Internet de las cosas.**

Concepto general de Internet de las cosas. Distintos tipos de conectividad a redes. Ejemplos de diseño. Lectores remotos de sensores vía red. Redes de sensores. Control remoto de actuadores vía red. Proyecto a largo plazo: Laboratorio Virtual

### **Modalidades de enseñanza-aprendizaje**

La enseñanza-aprendizaje aprovechará diferentes técnicas, entre ellas: clases magistrales para las introducciones teóricas, trabajo en el aula en modalidad taller, en particular para temas que requieran sensibilización a través del debate (por ejemplo en cuestiones vinculadas con cuestiones éticas y responsabilidad ambiental en el diseño) y trabajo de laboratorio, tanto en el Laboratorio de Informática (simulación de circuitos y aspectos de software de los sistemas embebidos) como en el Laboratorio de Electrónica (aspectos de hardware del diseño electrónico, incluidos ejecución y ensayos de prototipos)

### **Actividades de Formación Práctica**

#### **UNIDAD 1: Lazos de Fijación de Fase (PLL)**

Resolución de problemas propuestos

#### **UNIDAD 2: Simulación circuital**

Trabajo con software de análisis de circuitos por computadora sobre problemas propuestos

#### **UNIDAD 3: Proceso de diseño de circuitos electrónicos**

Aplicación de los métodos desarrollados en el marco de la realización de un proyecto.

**UNIDAD 4: Compatibilidad electromagnética**

Resolución de problemas y medición de campos electromagnéticos en laboratorio.

**UNIDAD 5: Diseño de circuitos impresos**

Aplicación de los metodos desarrollados en el marco de la realización de un proyecto.

**UNIDAD 6: Diseño para la durabilidad y el mantenimiento**

Aplicación de las ideas expuestas en el marco de la realización de un proyecto.

**UNIDAD 7: Diseño para la confiabilidad y la seguridad intrínseca, eléctrica y funcional**

Exploración y estudio de caso.

**UNIDAD 8: Diseño ambientalmente amigable**

Aplicación de las ideas expuestas en el marco de la realización de un proyecto.

**UNIDAD 9: Energía solar**

Exploración y estudio de caso.

**UNIDAD 10: Aplicaciones de diseño utilizando sistemas embebidos**

Aplicación de las ideas expuestas en el marco de la realización de un proyecto.

**UNIDAD 11: Algunos proyectos con aplicación a Internet de las cosas.**

Aplicación de las ideas expuestas en el marco de la realización de un proyecto

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Descripción</b>
1	Compatibilidad electromagnética	Medición de campos electromagnéticos en un circuito propuesto
2	Análisis de circuitos por software	Simulación de uno o más circuitos, incluyendo análisis en CC, CA, transitorio, ruido y respuesta en frecuencia
3	Proyecto integrador	Realización de un proyecto integrador que incluye un sistema embebido y aplicación de los métodos, técnicas y filosofías de diseño desarrollados

**Evaluación**

La evaluación durante el dictado se realizará en función de la realización de los trabajos prácticos y los informes presentados, siendo la totalidad de los mismos de obligatoria aprobación. Los criterios de evaluación incluyen: Corrección formal de acuerdo a los criterios y formatos establecidos por la cátedra, a comunicar oportunamente; corrección, claridad, poder de síntesis y originalidad de la redacción; pertinencia y claridad de los recursos gráficos utilizados; corrección técnica de los conceptos, análisis y resultados expuestos; prolijidad de la presentación; corrección en la cita y la referencia de fuentes bibliográficas o de otro tipo.

La evaluación final consiste en un coloquio oral y/o escrito en el cual, a través de preguntas, se indagará la asimilación general de todos los temas desarrollados. Los criterios de evaluación incluyen: corrección y concreción de los conceptos expuestos; agilidad en la respuesta a las situaciones planteadas; claridad y completitud de las respuestas en relación al tronco conceptual correspondiente. Si bien el rendimiento del alumno evaluado puede variar en cada tema, no es admisible la completa ignorancia en ninguno de los temas indagados, la cual motivará la desaprobación del coloquio.

La calificación final estará basada en el promedio del desempeño en los trabajos prácticos y en la calificación del coloquio.

## Distribución de la carga horaria

### Presenciales

Teoría		40 hs
Práctica	Experimental de laboratorio	6 hs
	Experimental de Campo	0 hs
	Resolución de Problemas y Ejercicios	20 hs
	Problemas abiertos de ingeniería	10 hs
	Actividades de Proyecto y Diseño	20 hs
	Práctica Profesional Supervisada	0 hs
	<b>Total</b>	<b>96 hs</b>
Evaluaciones		hs
Dedicadas por el alumno fuera de clase		
	Preparación Teórica	20 hs
	Preparación Práctica	20 hs
	Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	40 hs

### Bibliografía básica

- Miyara, Federico (2005) *Lazos de fijación de fase*. Publicación interna de la cátedra. Disponible en Internet.
- Jahn, Stefan; Borrás, Juan Carlos (2007) *Qucs. A Tutorial. Getting Started with Qucs*.  
<http://qucs.sourceforge.net/docs/tutorial/getstarted.pdf>
- Jahn, Stefan; Margraf, Michael; Habchi, Vincent; Jacob, Raimund (2007) *Qucs Technical Papers*.  
<http://qucs.sourceforge.net/docs/technical/technical.pdf>
- Kraut, Gunther (2009) *Qucs Reference Manual. Measurement Expressions Reference Manual*  
<http://qucs.sourceforge.net/docs/tutorial/functions.pdf>
- Miyara, Federico (2017) *Diseño con amplificadores operacionales*. Publicación interna de la cátedra. Disponible en Internet
- Miyara, Federico (2017) Resúmen de electromagnetismo. Publicación interna de la cátedra (en preparación)
- Gago, Javier; Gonzalez, David; Balcells, Josep (2001) *Sondas de campo magnético para la detección de problemas EMI en PCB*. VII Jornades de Conferències d'Enginyeria Electrònica del Campus de Terrassa. Tendències i aplicacions en el camp de l'enginyeria electrònica.  
<http://www.jcee.upc.edu/JCEE2001/PDFs%202000/9gago.pdf>
- Amato, Celina N. (2015) *Relación entre Sustentabilidad, Responsabilidad Social y Responsabilidad Extendida al Productor*. GSDR 2015  
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/639491-Amato-Relacion%20entre%20Sustentabilidad%20Responsabilidad%20Social%20y%20Responsabilidad%20Extendida%20al%20Productor.pdf>

### Bibliografía complementaria

- Skilling, Hugh (1958) *Los fundamentos de las ondas eléctricas (2da edición)*. Ediciones del colegio. Buenos Aires
- Autor, David (2010) *Lecture Note 13. Externalities, the Coase Theorem and Market Remedies*. Massachusetts Institute of Technology. 14.03 Microeconomic Theory and Public Policy.

- [https://ocw.mit.edu/courses/economics/14-03-microeconomic-theory-and-public-policy-fall-2010/lecture-notes/MIT14\\_03F10\\_lec13.pdf](https://ocw.mit.edu/courses/economics/14-03-microeconomic-theory-and-public-policy-fall-2010/lecture-notes/MIT14_03F10_lec13.pdf)
- Bergstrom, Theodore () *Lecture Note 5 Externalities*. Economics Department, University of California Santa Barbara.  
<http://econ.ucsb.edu/~tedb/Courses/UCSBpf/pflectures/Lec5.pdf>
- Bickel, Peter; Friedrich, Rainer (editors) (2005) *ExternE - Externalities of Energy - Methodology 2005 Update*. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung — IER. Universität Stuttgart, Germany  
[http://www.externe.info/externe\\_d7/sites/default/files/methup05a.pdf](http://www.externe.info/externe_d7/sites/default/files/methup05a.pdf)
- Coase, Roger (1960) *The problem of social costs*. Law and Economics Vol III.  
<http://econ.ucsb.edu/~tedb/Courses/UCSBpf/readings/coase.pdf>  
<http://www.eumed.net/cursecon/textos/coase-costo.pdf>
- Costanza, Robert; d'Arge, Ralph; de Groot, Rudolf; Farber, Stephen; Grasso, Monic; Hannon, Bruce; Limburg, Karin; Naeem, Shahid; O'Neill, Robert V.; Paruelo, Jose; Raskin, Robert G.; Sutton, Paul; van den Belt; Marjan (1997) *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature, vol 387, 15 may 1987  
[http://www.esd.ornl.gov/benefits\\_conference/nature\\_paper.pdf](http://www.esd.ornl.gov/benefits_conference/nature_paper.pdf)
- Dalyand, Herman E.; Farley, Joshua (2011) *Ecological Economics. Principles and Applications (SecondEdition)*. Island Press (Washington - Covelo - London)  
[http://library.uniteddiversity.coop/Measuring\\_Progress\\_and\\_Eco\\_Footprinting/Ecological\\_Economics-Principles\\_and\\_Applications.pdf](http://library.uniteddiversity.coop/Measuring_Progress_and_Eco_Footprinting/Ecological_Economics-Principles_and_Applications.pdf)
- European Commission (2003). *External Costs - Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport*.  
[https://ec.europa.eu/research/energy/pdf/externe\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/energy/pdf/externe_en.pdf)
- Goodwin, Neva; Harris, Jonathan; Nelson, Julie A.; Roach, Brian; Torras, Mariano (2014) *Principles of Economics in Context*. Routledge Taylor & Francis Group. London and New York  
<http://bookzz.org/dl/2567166/83412a>
- Hardin, Garrett (1968) *The Tragedy of Commons*. Science, vol. 162, nº 13, pp. 1243-1248.  
<http://science.sciencemag.org/content/sci/162/3859/1243.full.pdf>
- Quickonomics (2015). Positive Externalities vs Negative Externalities  
<https://quickonomics.com/2015/10/positive-externalities-vs-negative-externalities/>
- Stern, Nicholas (2006) *Stern Review: The economics of climate change*. HM Treasury, London. Archived from the original on 07 April 2010.  
<http://www.webcitation.org/5nCeyEYJr>  
[http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview\\_report\\_completo.pdf](http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_completo.pdf)
- *Marginal cost*  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Marginal\\_cost](https://en.wikipedia.org/wiki/Marginal_cost)
- Chaverra Arias, Dairo Ernesto; Restrepo Baena, Oscar Jaime () *Metodología para la recuperación de cobre de tarjetas de circuitos impresos de computador*. Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín  
<http://www.izt.uam.mx/cime21/extensos/Extenso%20H-34.pdf>
- Fisher, Karen; Wallén, Erika; Laenen, Pieter Paul; Collins; Michael (2006) *Battery Waste Management Life Cycle Assessment. Final Report for Publication*. Environmental Resources Management. DEFRA, UK.  
[http://www.epbaeurope.net/090607\\_2006\\_Oct.pdf](http://www.epbaeurope.net/090607_2006_Oct.pdf)
- Greenpeace (2009) *Preguntas frecuentes sobre Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y Responsabilidad Individual del Productor (RIP) en el contexto de una ley de gestión de basura electrónica*  
<http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2009/3/preguntas-frecuentes-sobre-res.pdf>
- ITU-T-Rec-L Supplement 4 (2016) *Guidelines for developing a sustainable e-waste management system*. [https://www.itu.int/rec/dologin\\_pub.asp?lang=e&id=T-REC-L.Sup4-201604-I!!PDF-E&type=items](https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-L.Sup4-201604-I!!PDF-E&type=items)
- Lindhqvist,Thomas; Manomaivibool, Panate; Tojo, Naoko (2008) *La responsabilidad extendida del productor en el contexto latinoamericano. La gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Argentina*. Lund University International Institute for Industrial Environmental Economics  
[http://ewasteguide.info/system/files/Lindhqvist+et+al.\(2008\)-REP+en+el+contexto+LAC.pdf](http://ewasteguide.info/system/files/Lindhqvist+et+al.(2008)-REP+en+el+contexto+LAC.pdf)
- Ley Nº 14321 de la Provincia de Buenos Aires sobre gestión sustentable de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.  
<http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-14321.html>
- Ley Nº 20920 de Chile, marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. Diario oficial de la República de Chile.  
<http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/06/do-20160601-web.pdf>

**Ley N° 26184 Energía eléctrica portátil**

<https://www.inti.gob.ar/certificaciones/pdf/ley26184.pdf>

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/120000-124999/123408/norma.htm>

**Parlamento Europeo y Consejo. Directiva 2012/19/UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).**

<http://www.lamoncloa.gob.es/espana/eh15/medioambiente/Documents/Directiva%20residuos%20el%C3%A9ctricos%20y%20electr%C3%B3nicos.pdf>

**World Fair Trade Organization y Fairtrade Labelling Organizations International (2009) Carta de los principios del comercio justo.**

[http://www.fairtrade-advocacy.org/images/FTAO\\_charters\\_3rd\\_version\\_ES\\_v1.3.pdf](http://www.fairtrade-advocacy.org/images/FTAO_charters_3rd_version_ES_v1.3.pdf)

**IEEE Std 802.11 (2012) IEEE Standard for Information technology—Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks—Specific requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. IEEE Computer Society. 29 March 2012**

<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11-2012.pdf>

**Srivastava, Lara; Biggs, Phillippa; Kelly, Tim; Lozanova, Youlia; Pérez Chavolla, Lilia; Ponder, Jaroslav; Sagalbayeva, Raushan; Skvortsova, Svetlana; Sund, Christine (2005) The Internet of Things. ITU Internet Reports. International Telecommunication Union. Geneva, November 2005.**

<https://www.itu.int/net/wsis/tunis/newsroom/stats/The-Internet-of-Things-2005.pdf>

#### Recursos web y otros recursos

**QUCS Download**

[https://sourceforge.net/projects/qucs/?source=typ\\_redirect](https://sourceforge.net/projects/qucs/?source=typ_redirect)

**Cronograma de actividades**

<b>Semana</b>	<b>Unidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Actividad</b>
1	1	PLL	Teoría y problemas de PLL
2	1-2	PLL - Simulación	Práctica de PLL - Teoría de Simulación de circuitos
3	2	Simulación	Práctica de Simulación de Circuitos. Presentación Trabajo práctico
4	3	Diseño de Circuitos	Teoría y ejemplos de Diseño de Circuitos
5	3	Diseño de Circuitos	Presentación, selección de propuestas y análisis preliminar para el proyecto integrador
6	4	Compatibilidad EM	Teoría de Compatibilidad EM
7	4	Compatibilidad EM	Laboratorio de Compatibilidad EM
8	5	Diseño Circ. Impresos	Teoría y práctica de Diseño de circuitos impresos en Laboratorio de Informática
9	6	Durabilidad	Teoría y ejemplos de diseño para la durabilidad
10	7	Confiabilidad	Teoría de confiabilidad, seguridad intrínseca, eléctrica y funcional
11	8	Diseño ambientalmente amigable	Teoría y ejemplos de Diseño ambientalmente amigable
12	9	Energía solar	Teoría y problemas de Energía solar
13	10	Aplicaciones de Sistemas embebidos	Teoría y ejemplos de sistemas embebidos
14	11	Aplicaciones a Internet de las cosas	Teoría y ejemplos de aplicaciones a Internet de las Cosas
15	1 a 11	Proyecto integrador	Trabajo en aula, laboratorio y extra aula sobre el proyecto integrador
16	1 a 11	Proyecto integrador	Trabajo en aula, laboratorio y extra aula sobre el proyecto integrador