

## **Anexo A – Programación del producto**

---

En este anexo, se encuentran los diagramas de flujo y el código necesario para la programación.

## 1. Bambú Mando

A continuación se muestran los diagramas de flujo y el código empleado para la programación de Bambú Mando.

### 1.1. Diagramas de Flujo

En las siguientes ilustraciones se muestran los diagramas de flujo empleados para realizar el código del mando.

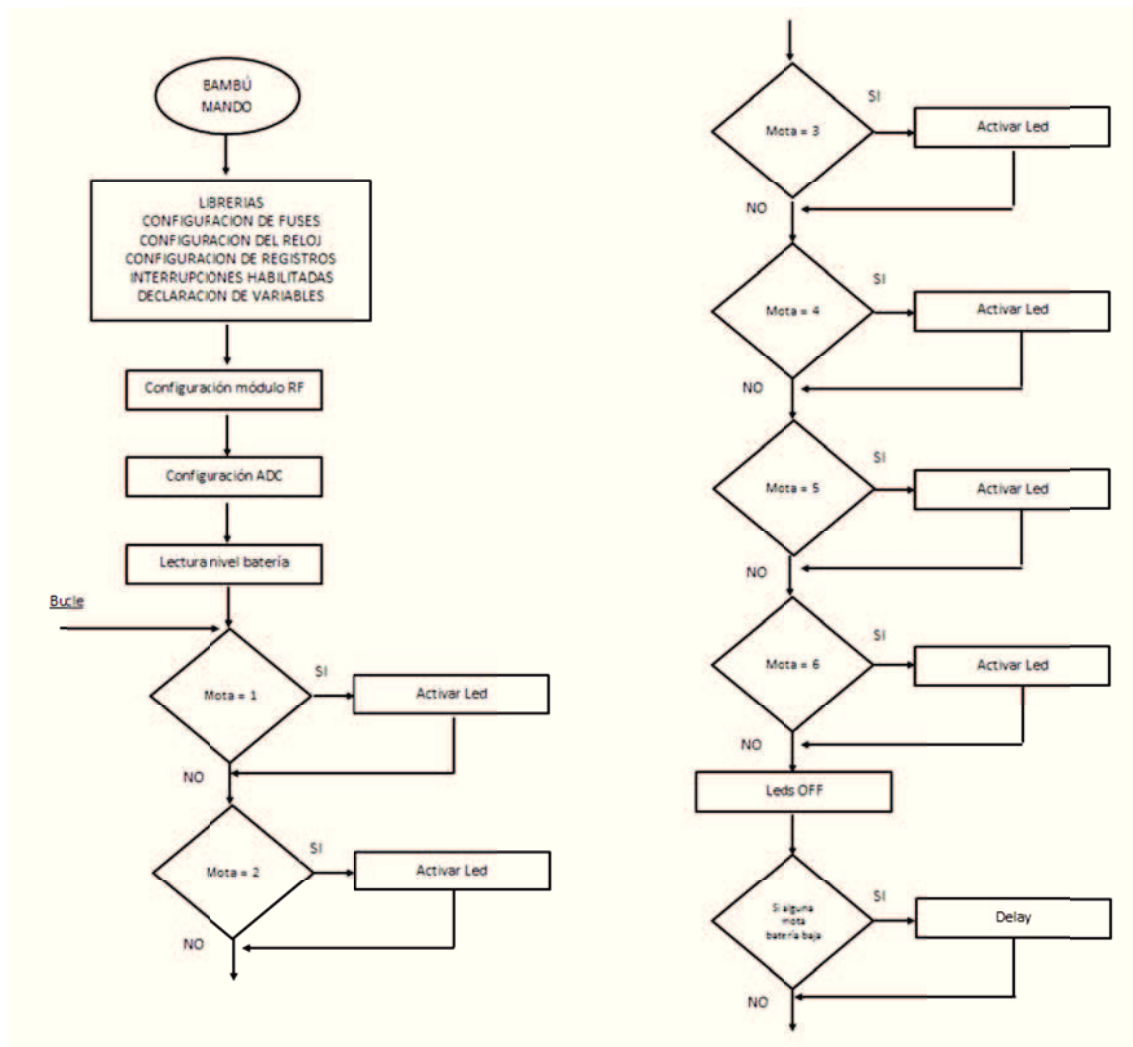


Ilustración 1 - Diagrama de flujo - Parte 1

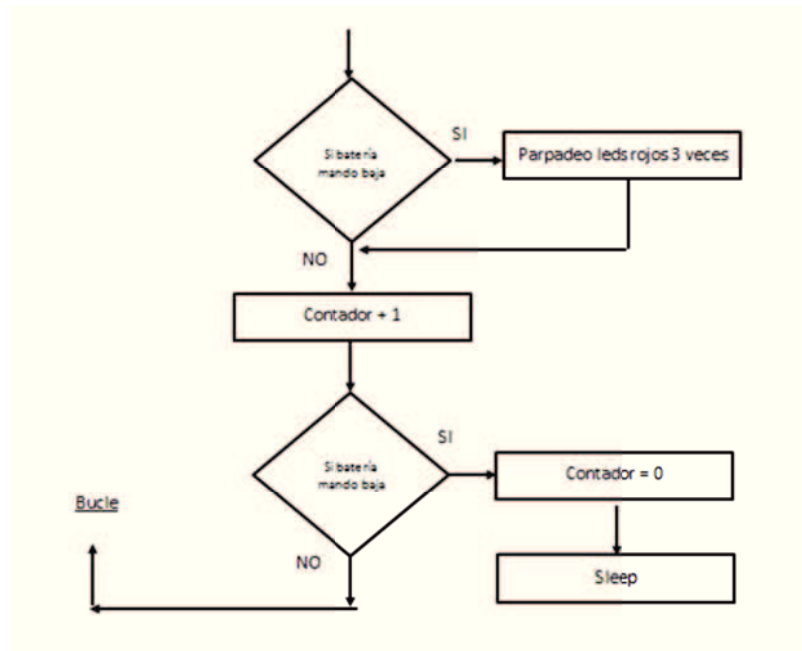


Ilustración 2 - Diagrama de flujo Parte 2

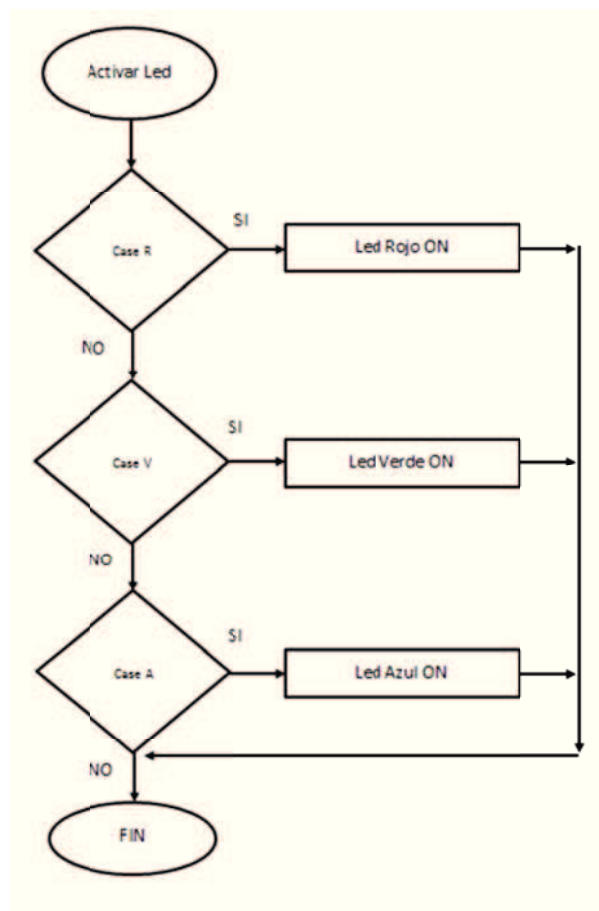


Ilustración 3 Diagrama de flujo Parte 3

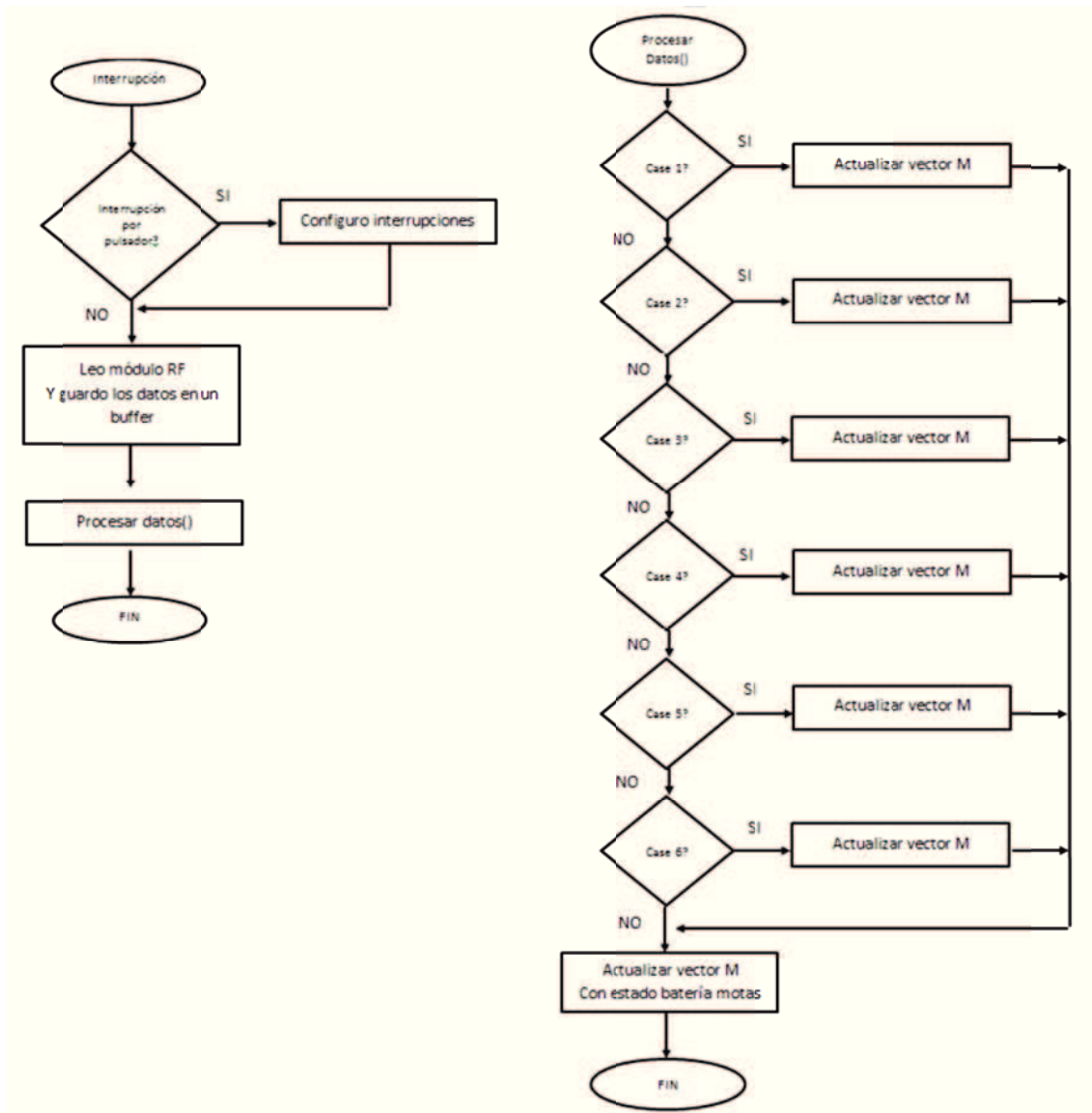


Ilustración 4 Diagrama de flujo Parte 4

## 1.2.Código

```
1  //*****
2  // Proyecto: Bambú Mando
3  // Autor: Pablo Moreno Minguez
4  // Titulacion Ingeniería Industrial Técnica Esp. Electrónica Industrial
5  // Fecha: Agosto 2014
6  //*****
7
8  #include <16F876A.h>
9  #device ADC = 10
10 #FUSES NOWDT, XT, PUT, NOPROTECT, NODEBUG, NOBROWNOUT, NOLVP, NOCPD, NOWRT
11 #use delay(clock=4000000)
12
13
14 #include "lib_rf2gh4_10.h"
15
16 #include "string.h"
17
18 int16 counter = 0;
19 int8 buffer[8];
20 float bateria = 0.0;
21 char M[8] = {0,0,0,0,0,0,0,0};
22
23 // Funciones.
24
25 void procesar(){
26
27     // Datos a un vector.
28     switch(Buffer[2]){
29         case '1': M[1] = Buffer[3];
30         break;
31         case '2': M[2] = Buffer[3];
32         break;
33         case '3': M[3] = Buffer[3];
34         break;
35         case '4': M[4] = Buffer[3];
36         break;
37         case '5': M[5] = Buffer[3];
38         break;
39         case '6': M[6] = Buffer[3];
40         break;
41     }
42     // Estado de la bateria de la moto.
43     M[7] = Buffer[4];
44
45 }
46
47
48 #int_ext          // Interrupción del módulo RF.
49 void int_RB0()
50 {
51     int8 ret1;
52     ret1 = RF_RECEIVE();
53     if (!input(PIN_A1)){
54         if ( (ret1 == 0) || (ret1 == 1) )
55         {
56             do
57             {
```

```

58     buffer[0] = RF_DATA[0];
59     buffer[1] = RF_DATA[1];
60     buffer[2] = RF_DATA[2];
61     buffer[3] = RF_DATA[3];
62     buffer[4] = RF_DATA[4];
63     buffer[5] = RF_DATA[5];
64     buffer[6] = RF_DATA[6];
65     buffer[7] = RF_DATA[7];
66     ret1 = RF_RECEIVE();
67     procesar(); //Procesamos cada paquete que se recibe.
68
69 }
70 while ( (ret1 == 0) || (ret1 == 1) );{
71     ret1 = RF_RECEIVE();
72
73 }
74
75 }
76 }
77 else
78 {
79     enable_interrupts(GLOBAL);    //Interrupciones Habilitadas
80     enable_interrupts(int_ext); // Activar el módulo RF.
81 }
82
83 }
84
85
86 // -----
87 void main()          //Programa principal
88 {
89
90     RF_INT_EN();      // Habilitar interrupción RB0/INT.
91     RF_CONFIG_SPI();  // Configurar módulos SPI del PIC.
92     RF_CONFIG(0x40,0x08); // Configurar módulo RF (canal y dirección).
93     RF_ON();
94
95     // Configurar ADC.
96     setup_adc_ports(AN0); //Definimos las entradas analógicas.
97     delay_us (20);
98     setup_adc (ADC_CLOCK_INTERNAL); //Configuramos el modo del convertidor.
99     delay_ms (20);
100    set_adc_channel(0); //Selección del canal analógico.
101    delay_us (20);
102    bateria = read_adc();
103    delay_us(20);
104    bateria = (bateria*2*(3.3/1024.0));
105
106    while(1) // Bucle infinito.
107    {
108
109        int i;
110
111        //Un caso para cada led (o mota).
112        for (i=1;i<7;i++){
113            if (i==1){
114                switch(M[i]){
115                    case 'R': output_low(PIN_B7);
116                            output_high(PIN_B6);
117                    break;
118                    case 'V': output_low(PIN_C7);
119                            output_high(PIN_B6);
120                    break;

```

```
121     case 'A': output_low(PIN_C6);
122         output_high(PIN_B6);
123     break;
124 }
125 }
126 if (i==2){
127     switch(M[i]){
128     case 'R': output_low(PIN_B7);
129         output_high(PIN_B5);
130     break;
131     case 'V': output_low(PIN_C7);
132         output_high(PIN_B5);
133     break;
134     case 'A': output_low(PIN_C6);
135         output_high(PIN_B5);
136     break;
137     }
138 }
139 if (i==3){
140     switch(M[i]){
141     case 'R': output_low(PIN_B7);
142         output_high(PIN_B4);
143     break;
144     case 'V': output_low(PIN_C7);
145         output_high(PIN_B4);
146     break;
147     case 'A': output_low(PIN_C6);
148         output_high(PIN_B4);
149     break;
150     }
151 }
152 if (i==4){
153     switch(M[i]){
154     case 'R': output_low(PIN_B7);
155         output_high(PIN_B3);
156     break;
157     case 'V': output_low(PIN_C7);
158         output_high(PIN_B3);
159     break;
160     case 'A': output_low(PIN_C6);
161         output_high(PIN_B3);
162     break;
163     }
164 }
165 if (i==5){
166     switch(M[i]){
167     case 'R': output_low(PIN_B7);
168         output_high(PIN_B2);
169     break;
170     case 'V': output_low(PIN_C7);
171         output_high(PIN_B2);
172     break;
173     case 'A': output_low(PIN_C6);
174         output_high(PIN_B2);
175     break;
176     }
177 }
178 if (i==6){
179     switch(M[i]){
180     case 'R': output_low(PIN_B7);
181         output_high(PIN_B1);
182     break;
183     case 'V': output_low(PIN_C7);
```

```

184         output_high(PIN_B1);
185     break;
186     case 'A': output_low(PIN_C6);
187         output_high(PIN_B1);
188     break;
189     }
190 }
191 // Visualizacion OFF
192 output_low(PIN_B1);
193 output_low(PIN_B2);
194 output_low(PIN_B3);
195 output_low(PIN_B4);
196 output_low(PIN_B5);
197 output_low(PIN_B6);
198
199 output_high(PIN_B7);
200 output_high(PIN_C7);
201 output_high(PIN_C6);
202
203 // Parpadeo si alguna mota tiene poca bateria.
204 if (M[7] == "b"){
205     delay_ms(300);
206 }
207
208 // Si bateria del mando baja. Parpadeo de leds en rojo. 3 veces
209 if (bateria <= 3.5){
210
211     int d;
212     for (d=0;d<3;d++){
213         output_low(PIN_B7);
214         output_high(PIN_B1);
215         output_high(PIN_B2);
216         output_high(PIN_B3);
217         output_high(PIN_B4);
218         output_high(PIN_B5);
219         output_high(PIN_B6);
220         delay_ms(200);
221         output_low(PIN_B1);
222         output_low(PIN_B2);
223         output_low(PIN_B3);
224         output_low(PIN_B4);
225         output_low(PIN_B5);
226         output_low(PIN_B6);
227         delay_ms(200);
228     }
229
230 }
231
232 }
233 }
234 counter++;
235
236 //Pasado un tiempo, el mando entra en modo bajo consumo.
237 if (counter == 30000){
238     counter = 0;
239     sleep();
240 }
241 }

```



## 2. Bambú Mota

A continuación se muestran los diagramas de flujo y el código empleado para la programación de Bambú Mota.

### 2.1. Diagrama de flujo

Las siguientes ilustraciones corresponden con los diagramas de flujo empleados para realizar el código.

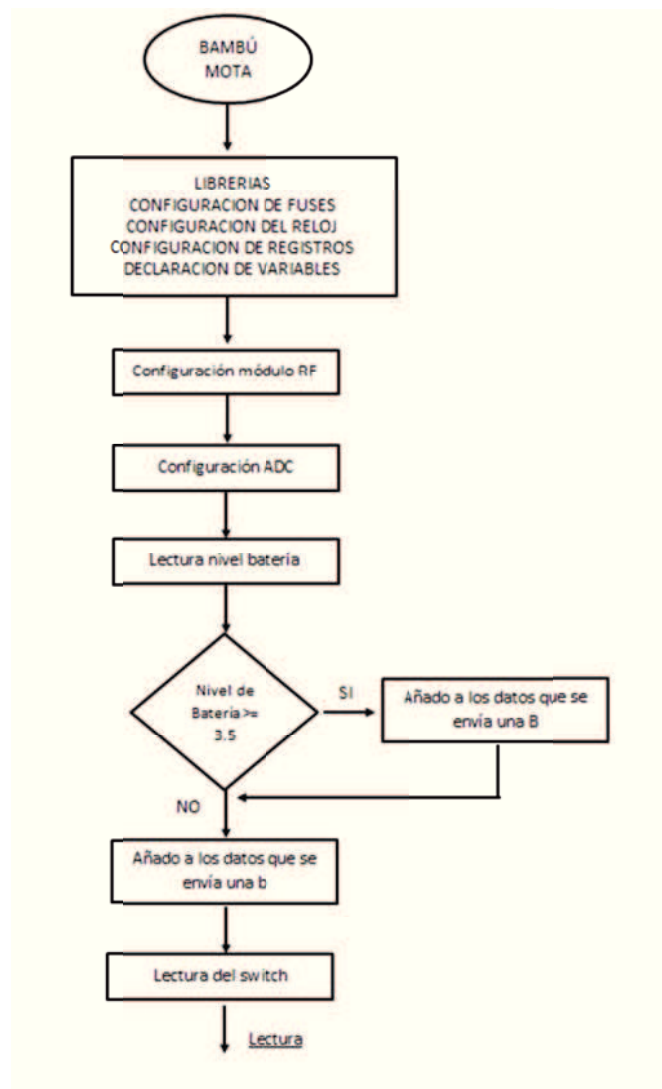


Ilustración 5 Diagrama de flujo Mota Parte 1

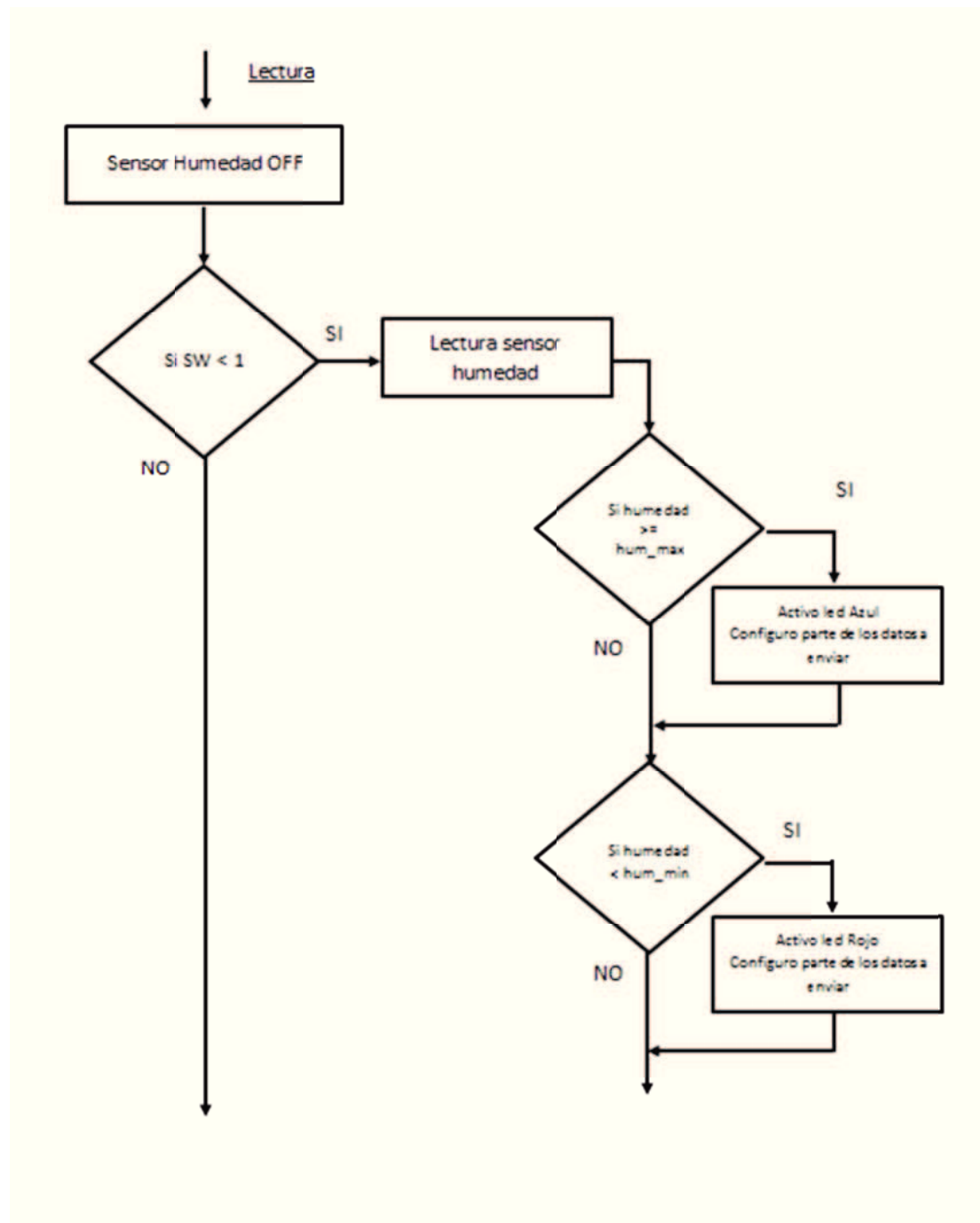


Ilustración 6 Diagrama de flujo Mota Parte 2

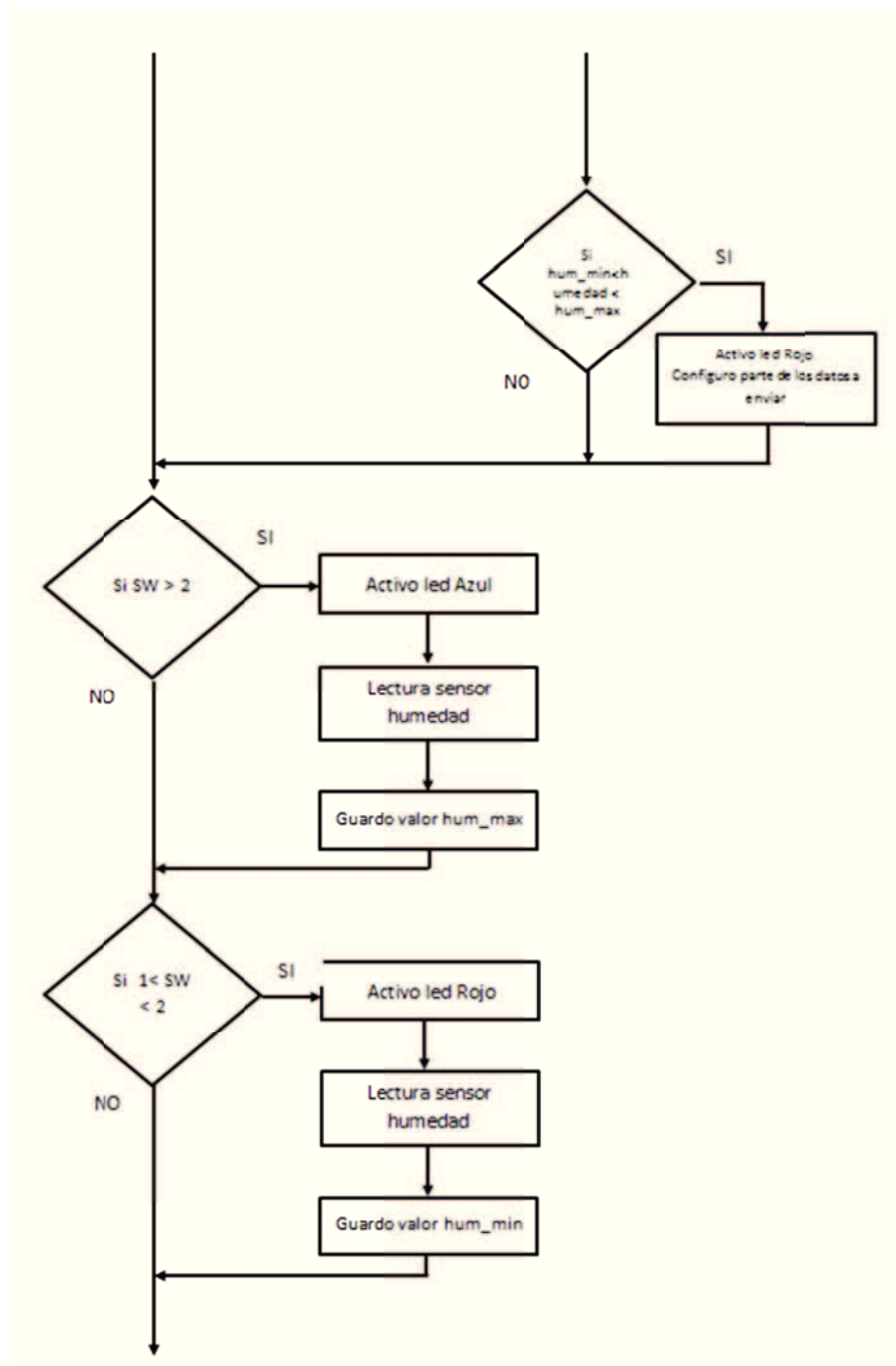


Ilustración 7 Diagrama de flujo Mota Parte 3

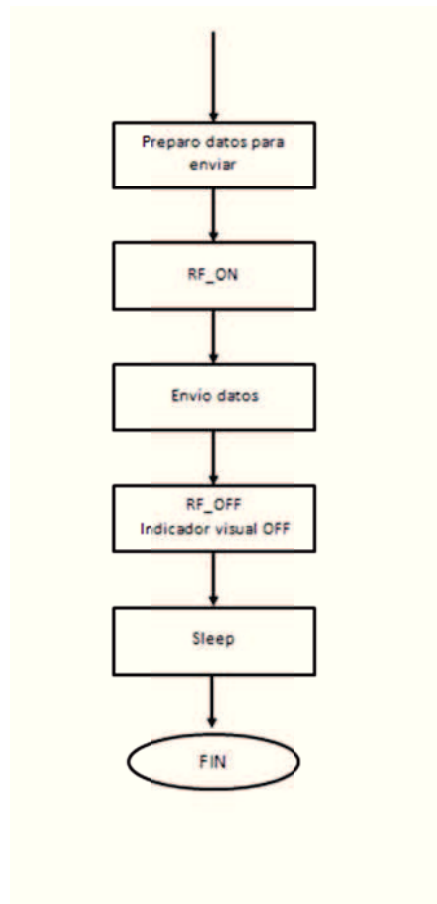


Ilustración 8 Diagrama de flujo Mota Parte 4

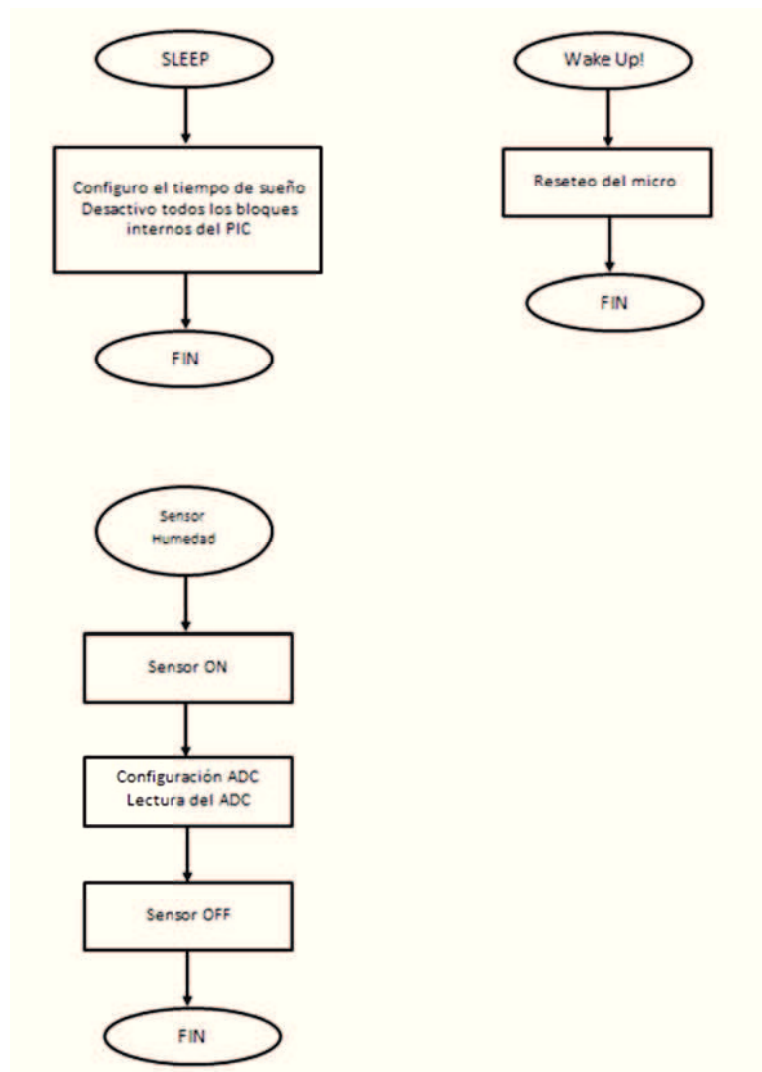


Ilustración 9 Diagrama de flujo Mota Parte 5

## 2.2.Código

```
1  /* -----
2  * Proyecto: Bambú Mota
3  * Autor: Pablo Moreno Minguez
4  * Titulación: Ingeniería Industrial Técnica Esp. Electrónica Industrial.
5  * Fecha: Agosto 2014
6  * -----
7  */
8
9  #include <18F26J50.h>
10 #device ADC = 10    // ADC configurado a 10 bits.
11 #fuses HSPLL,NOWDT,PLL5, RTCOSC_T1
12 #use delay(clock=20M)
13
14 // Libreria modulo comunicacion NRF24L01+ adaptada al 18F26J50
15 #include "lib_rf2gh4_10_mod.h"
16
17 #include "string.h"
18
19 #byte porta=0x05
20 #byte portb=0x06
21
22 // Configuracion de registros.
23 #byte WDTCON = 0xFC0
24 #byte DSCONH = 0xF4D
25 #byte DSCONL = 0xF4C
26 #byte RTCCFG = 0xF3F
27 #byte DSWAKEH= 0xF4B
28 #byte DSWAKEL= 0xF4A
29 #byte OSCCON = 0xFD3
30
31 #bit IDLEN =OSCCON.7    // Used to set IDLE low-power mode
32 #bit DSEN = DSCONH.7    // Used to set deep sleep
33 #bit REGSLP =WDTCON.7
34 #bit RELEASE = DSCONL.0
35 #bit RTCSYNC = RTCCFG.4
36 #bit DS_WAKEUP_BIT = WDTCON.3 // Bit that detects wake up from DS
37 #bit DSRTC = DSWAKEL.3
38
39 // Variables generales.
40
41 int8 buffer[8]; // Buffer de 8 bytes.
42 char buff[9]; //Buffer para el frame.
43 int8 ret2;
44 int l; //Indice para parpadeo led estado.
45
46 float humedad = 0.0; // Variable de humedad.
47 float bateria = 0.0; // Variable nivel de bateria.
48 float SW = 0.0;
49
50 float hum_max = 2.3;
51 float hum_min = 0.8;
52 float hum_set_max = 2.0;
53 float hum_set_min = 1.0;
54
55 //-----
56 // Identificador (Nombre del dispositivo).
57 // Nota: Vector de 8 bytes. 7 para caracteres, 1 para vector NULL.
58 char ident[9] = "M01 ";
59 //-----
```

```

60
61
62 // Funcion para configurar el sleep y activarlo.
63 void Set_Sleep(){
64
65     rtc_time_t SetTime;
66     rtc_time_t AlarmTime;
67
68     setup_rtc(RTC_ENABLE,0);
69
70     // Set initial RTC date/time values in structure.
71     SetTime.tm_year = 0x11;
72     SetTime.tm_mon = 3;
73     SetTime.tm_mday = 9;
74     SetTime.tm_wday = 3;
75     SetTime.tm_hour = 0x11;
76     SetTime.tm_min = 0x47;
77     SetTime.tm_sec = 0;
78
79     // Write that structure into the RTC hardware registers
80     // inside the 18F26J11.
81     rtc_write(&SetTime);
82
83
84     // Set RTC alarm date/time.
85     AlarmTime.tm_year = 0x11;
86     AlarmTime.tm_mon = 3;
87     AlarmTime.tm_mday = 9;
88     AlarmTime.tm_wday = 3;
89     AlarmTime.tm_hour = 0x11;
90     AlarmTime.tm_min = 0x47;
91     AlarmTime.tm_sec = 8;
92
93     setup_rtc_alarm(RTC_ALARM_ENABLE, RTC_ALARM_MINUTE, 0xFF);
94
95     // Configurar la alarma despues de setup_rtc_alarm si no queremos
96     // usar un tiempo predefinido (como el de 1 segundo, 10 segundos, 1 hora, etc).
97     rtc_alarm_write(&AlarmTime);
98
99     // Enable Deep Sleep mode.
100    REGSLP = 1; // enable low-power operation in sleep mode
101    IDLEN = 0;
102    while(RTCSYNC);
103    #asm // Time-critical section must be in ASM
104    BSF DSEN
105    SLEEP
106    #endasm
107
108    // We should never reach the following line after a
109    // Deep Sleep RTCC wake-up, because it does a reset
110    // intentionally. It re-starts code execution at main().
111
112    while(1);
113    }
114
115    //////////////////////////////////////
116
117
118    // Funcion envio del frame en 4 bloques de 8 bits.
119    void Send_frame(){
120        int i;
121        int fc = 0;
122        for (i=0;i<8;i++){

```

```

123     RF_DATA[i] = Buff[fc];
124     fc++;
125 }
126
127     RF_DIR=0x08;    // Dirección del receptor.
128     ret2=RF_SEND(); // Enviar datos.
129     delay_ms(100);
130
131
132     /*
133     for (l=0;l<3;l++){
134         //output_low(PIN_A3);
135         output_low(PIN_B1);
136         delay_ms(500);
137         // output_high(PIN_A3);
138         output_high(PIN_B1);
139         delay_ms(500);
140         // output_low(PIN_A3);
141     }
142     */
143 }
144
145 //Lectura del sensor de humedad.
146 void sensor_humedad(){
147
148     int t;
149     //LECTURA DE SENSORES.
150     //Activamos el sensor de humedad.
151     output_low(PIN_A1);
152     delay_ms(2000);
153
154     /*
155     //Led de estado.
156     for (l=0;l<2;l++){
157         // output_low(PIN_A3);
158         output_low(PIN_B3);
159         delay_ms(500);
160         // output_high(PIN_A3);
161         output_high(PIN_B3);
162         delay_ms(500);
163         //output_low(PIN_A3);
164     }
165     */
166
167     // Lectura mediante el ADC.
168     set_adc_channel(2); //Selección del canal analógico.
169     delay_us (20);
170     humedad=0.0;
171
172     //Varias medidas para sacar una media de la humedad.
173     for (t=0;t<2;t++){
174         humedad += read_adc();
175         delay_ms(1000);
176     }
177     humedad = (humedad/2);
178     delay_ms(1);
179
180     //Apagamos el sensor de humedad.
181     output_high(PIN_A1);
182
183 }
184
185 // Interrupcion. Lee el paquete recibido.

```



```

186 #int_ext
187 void int_RB0()
188 {
189     int8 ret1;
190
191     ret1 = RF_RECEIVE();
192     if ( (ret1 == 0) || (ret1 == 1) )
193     {
194         do
195         {
196             //Asigno los 8 bytes de entrada a un buffer secundario.
197             buffer[0] = RF_DATA[0];
198             buffer[1] = RF_DATA[1];
199             buffer[2] = RF_DATA[2];
200             buffer[3] = RF_DATA[3];
201             buffer[4] = RF_DATA[4];
202             buffer[5] = RF_DATA[5];
203             buffer[6] = RF_DATA[6];
204             buffer[7] = RF_DATA[7];
205             ret1 = RF_RECEIVE();
206
207         } while ( (ret1 == 0) || (ret1 == 1) );
208     }
209 }
210
211 ////////////////////////////////////////////////////
212 // Empieza el programa principal.
213 ////////////////////////////////////////////////////
214
215 void main()
216 {
217
218     char s[7]; //Variable string para el dato de la temperatura.
219     char estado[14] = "Temperatura:";
220     char lvl_bat[2] = "B";
221
222     RF_INT_EN(); // Habilitar interrupción RB0/INT.
223     RF_CONFIG_SPI(); // Configurar módulo SPI del PIC.
224     RF_CONFIG(0x40,0x01); // Configurar módulo RF canal y dirección.
225     RF_OFF(); // Modulo RF off.
226
227     delay_ms(5);
228
229     // Configurar ADC.
230     setup_adc_ports(sAN2,sAN3);//Definimos las entradas analógicas.
231     //setup_adc_ports(ALL_ANALOG|VSS_VDD);
232     delay_us (20);
233     setup_adc (ADC_CLOCK_INTERNAL);//Configuramos el modo del convertidor.
234     delay_ms (20);
235
236     while(true)
237     {
238         // Release the PIC's i/o pins for normal operation
239         // after waking up from Deep Sleep. Important !
240         RELEASE = 0;
241         int t;
242
243         // LEEMOS EL NIVEL DE BATERIA.
244         bateria=0.0;
245         set_adc_channel(4); //Selección del canal analógico.
246         delay_us (20);
247         for (t=0;t<2;t++){
248             bateria += read_adc();

```

```

249     delay_ms(10);
250 }
251 bateria = (bateria/2);
252 delay_ms(1);
253
254 bateria = (bateria*2*(3.3/1024.0));
255
256 if (bateria >= 3.5){
257     lvl_bat = "B";
258 }
259 else
260 {
261     lvl_bat = "b";
262 }
263
264
265 //Leemos el switch.
266
267 set_adc_channel(3); //Selección del canal analógico.
268 delay_us (20);
269 SW=0.0;
270
271 //Varias medidas para sacar una media de la humedad.
272 for (t=0;t<2;t++){
273     SW += read_adc();
274     delay_ms(10);
275 }
276 SW = (SW/2);
277 delay_ms(4000);
278
279
280 ////////////////////////////////////////////////////
281 //Calculo de la humedad dada por el sensor y visualizamos.
282 //ADC configurado a 10 bits. Vcc = 3.3v.
283 humedad = (humedad*(3.3/1024.0));
284
285
286 // Segun el valor del SW, se hace un proceso u otro.
287 // Operacion Normal.
288 if (SW < 1){
289
290     // Lectura del sensor de humedad.
291     sensor_humedad();
292
293     // Configuramos los intervalos de humedad.
294     hum_set_max = (hum_max - hum_min)*1.6;
295     hum_set_min = (hum_max - hum_min)*1.3;
296
297     //Conversion float to string.
298     sprintf(s,"%2.2f",humedad);
299
300     if (humedad >= hum_set_max){
301         estado = "A:";
302         output_low(PIN_B1);
303     }
304
305     if (humedad < hum_set_min){
306         estado = "R:";
307         output_low(PIN_C6);
308     }
309
310     if ((humedad >= hum_set_min) && (humedad < hum_set_max)){
311         estado = "V:";

```

```

312     output_low(PIN_B3);
313     hum_min = humedad;
314 }
315 }
316
317 // Establecemos el maximo de humedad.
318 if (SW >= 2){
319     output_low(PIN_B1);
320
321 // Lectura del sensor de humedad.
322 sensor_humedad();
323
324     hum_max = humedad;
325 }
326 // Establecemos el minimo de humedad.
327 if ((SW >= 1) && (SW < 2)){
328     output_low(PIN_C6);
329
330 // Lectura del sensor de humedad.
331 sensor_humedad();
332
333     hum_min = humedad;
334
335 }
336
337 // Preparacion de datos para ser enviados.
338 // Paquete a enviar: MXXY
339 // Donde XX es el numero de mota
340 // y la Y es el estado de la mota
341 // R:Rojo, V: Verde, A: Azul, B: Bateria baja
342 Buff[0] = ident[0];
343 Buff[1] = ident[1];
344 Buff[2] = ident[2];
345 Buff[3] = estado[0];
346 Buff[4] = lvl_bat[0];
347
348 // output_high(PIN_A2);
349 delay_ms(10);
350 RF_ON();           // Activar el módulo RF.
351 //Led de estado.
352
353 Send_frame(); //Envio el frame por RF.
354 delay_ms(1000);
355 RF_OFF(); // Apagar el módulo RF.
356
357 //Apagamos los indicadores visuales.
358 output_high(PIN_C6);
359 output_high(PIN_B1);
360 output_high(PIN_B3);
361 //Tiempo de espera.
362 Delay_ms(1000);
363
364 // Activamos el modo sleep.
365 Set_Sleep();
366
367 }
368 }
369

```

## **Anexo B – Brief del proyecto**

---

---

# PRODUCTO ELECTRÓNICO

---

**Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto**

**Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Comunicación**

**Asignaturas: METODOLOGÍA DE DISEÑO / LABORATORIO DE DISEÑO ELECTRÓNICO**

**4º CURSO 2012-13**

**1er. CUATRIMESTRE**

**Duración del proyecto: aprox. 14 semanas.**

## **1. Descripción del proyecto:**

---

Existen actualmente en el mercado múltiples productos electrónicos diseñados para diferentes usos. Generalmente, consisten en aplicaciones más o menos complejas de dispositivos electrónicos que encuentran su funcionalidad dependiendo de su entorno de aplicación y necesidades de usuario. Existen diferentes tipos de mercados con múltiples sectores, pudiendo encontrar desde productos muy sencillos y simples hasta los muy sofisticados y cargados de funciones con aplicación profesional.

El éxito de estos productos radica generalmente en la versatilidad que ofrece el amplio desarrollo electrónico, pudiendo dotar a los productos actuales de funciones que no se pueden conseguir con otras tecnologías, el uso de baterías, pantallas, memorias, sistemas de navegación, procesadores, etc... permite hacer combinaciones para conseguir aplicaciones específicas que solo dependen del uso y su entorno, pudiendo encontrar productos para exterior e interior e incluso para utilización en condiciones extremas.

El punto en común de estos productos es el aprovechamiento de una determinada tecnología y el tipo de usos y usuarios a los que van dirigidos, pero el rango de precios, calidad de acabados, prestaciones, etc.; es muy amplio. Además, existe una cierta dificultad por parte del usuario de conocer todo el rango de productos existentes, elegir el más adecuado a sus necesidades y aprender su modo de uso; en parte, este problema se acentúa por la inexistencia de un carácter en los productos que ayude a diferenciar e identificar unas tipologías respecto a otras.

El proyecto consiste en el diseño de un producto electrónico, capaz de integrar y aprovechar las posibilidades que ofrece la tecnología existente, obteniendo su máximo aprovechamiento en un entorno de uso definido y de modo que tenga una identidad que permita al usuario reconocerlo y utilizarlo del mejor modo posible.

El entorno de uso puede ser muy variado e incluir entornos públicos, privados, domésticos, laborales, profesionales, aficionados, etc. El producto a diseñar puede incluir todas las funciones necesarias para la consecución del beneficio principal, y/o funcionar en relación a otros equipos.

El proyecto implica la realización de un análisis en profundidad de la tecnología, las posibles tipologías de producto, los tipos de entorno, situaciones de uso y usuarios, así como de las posibles funciones a desarrollar por el producto y su utilidad para el usuario, tratando de conseguir conclusiones que produzcan CONCEPTOS CREATIVOS, ALTERNATIVOS E INNOVADORES, MÁXIME CONSIDERANDO QUE EL SECTOR AL QUE SE DESTINA EL PRODUCTO ES EMERGENTE Y SOMETIDO A UNA RÁPIDA EVOLUCIÓN.

Es necesario para el buen desarrollo del proyecto realizar profundos análisis del usuario, los posibles entornos de uso, verificaciones dimensionales de los objetos, y definir adecuadamente los modos de relación producto / usuario, derivados del diseño del interfaz y la estructura del árbol de funciones organizadas en el posible menú o menús del producto (alto orden / alta complejidad).

En el desarrollo del producto trabajarán conjuntamente equipos de diseñadores y electrónicos, que tendrán que colaborar en todas las fases. Los electrónicos tendrán que realizar un estudio profundo de las tecnologías electrónicas disponibles y sus potenciales funcionalidades, aportando al equipo un panorama de posibilidades que encauce la evolución de los conceptos de producto que se vayan desarrollando. Posteriormente, el avance en los conceptos de diseño y el desarrollo de las soluciones electrónicas deberá estar perfectamente acompasados para que el trabajo dé como resultado un producto viable.

## **2. Objetivos del proyecto:**

---

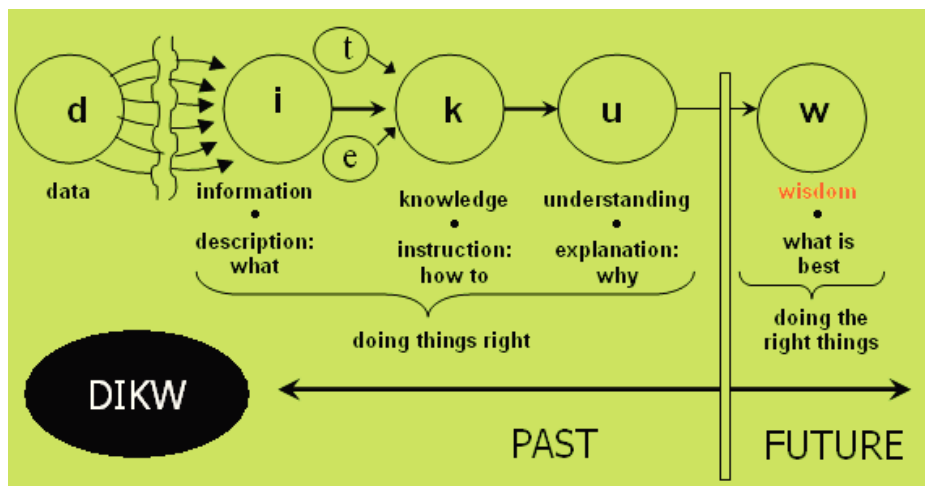
(Algunos objetivos son específicos de diseñadores o electrónicos)

- 1) Realizar la planificación del proyecto; reflexionar y aplicar un plan claro y estructurado, en el que se detallen las fases a realizar, documentos que se incluyen en cada fase y un calendario a seguir para conseguir el resto de los objetivos.
- 2) Realizar una descripción y definición de producto previa a la realización de las fases conceptuales, antes de comenzar con los bocetos. Se trata de un documento en el que se analiza alguna o varias de las tipologías de producto, sus funciones, sus componentes y ensamblajes, cómo son los accionamientos durante su uso, etc.
- 3) Definir la función principal (y secundarias en caso de haberlas). Dicha función, que tiene condicionantes particulares a cada uno de los productos, será definida por los propios estudiantes en el planteamiento de proyecto, la descripción detallada de esta función incluirá el entorno de utilización.
- 4) Ubicar y definir el producto en un entorno o situación de uso y relacionarlo con un tipo de usuario. Buscar rasgos que definan y personalicen el producto de forma que exista un segmento de mercado en el cual se pueda comercializar de forma adecuada.
- 5) Analizar la viabilidad de producción y montaje de acuerdo con las especificaciones técnicas.
- 6) Desarrollar habilidades y actitudes profesionales a través del trabajo colaborativo entre equipos multidisciplinares
- 7) Realizar las investigaciones necesarias sobre las tecnología electrónicas aplicables en el producto.
- 8) Aprender el uso de herramientas informáticas de desarrollo electrónico y habilidades de montaje, que serán necesarias para realizar el diseño, simulación, montaje, verificación, puesta a punto del prototipo electrónico que se integrará en el producto final.

### 3. Ámbito del proyecto:

Se busca **reducir el consumo energético en diversos escenarios**. Se considera energía tanto el consumo eléctrico (iluminación, electrodomésticos, dispositivos electrónicos, etc.), consumo de combustibles tipo gas/gasoil (climatización, cocina) y consumo de agua.

Existen diversas estrategias: mejorar la eficiencia de las cargas que consumen energía, gestionar automáticamente el uso de dichas cargas (domótica) o la concienciación del consumidor. En principio se persigue esta última estrategia en la que mediante los datos (d) e información (i) se crea un conocimiento (k) en las personas que provoca un entendimiento (u) del efecto que la gestión energética tiene a diferentes niveles: económico, medioambiental, etc. Este entendimiento es el que posibilita la generación de una sabiduría (w) con un impacto hacia futuro.



#### Escenarios:

1. *Uso de la electricidad (equipamiento en laboratorios, PCs, iluminación, climatización) en un gran edificio público como la universidad.*  
Aspectos claves: diversidad de usuarios (profesores, estudiantes) que no paga por la energía usada, escenarios (laboratorios, aulas, despachos), cambios de infraestructura complicados por motivos económicos
2. *Uso de agua en gran edificio público como la universidad*  
Aspectos claves: diversidad de usuarios que no paga por el agua, cambios de infraestructura complicados por motivos económicos
3. *Uso del agua y electricidad (equipamiento, iluminación, climatización) en habitaciones de hoteles.*  
Aspectos claves: clientes que dentro del precio de la habitación pagan por la energía independientemente de lo que gasten, escenarios (montaña, playa, etc.)
4. *Uso del agua en domicilios particulares*



Aspectos claves: diversidad de usuarios que usan el agua de un modo u otro según edad, ocupación, tiempo de estancia en casa, actividades, etc. y que pagan por el agua usada

5. *Uso de electricidad asociado a climatización y equipamiento (electrodomésticos, iluminación, ocio, etc.) en domicilios particulares*

Aspectos claves: diversidad de usuarios que usan la energía de un modo u otro según edad, ocupación, tiempo de estancia en casa, actividades, preferencias de temperatura, etc. y que pagan por la energía usada

6. *Uso de la electricidad asociado a climatización y equipamiento (dispositivos electrónicos, iluminación, etc.) en comercio*

Aspectos claves: diversidad de comercios que paga por la energía que consume

#### 4. Fases de desarrollo del proyecto:

---

Al final del documento figura un calendario con las fechas aproximadas de fases y eventos.

**1ª fase: Planificación del proceso, búsqueda de información, análisis y generación de conceptos.**

Durante esta fase los estudiantes deberán planificar el desarrollo del proyecto y realizar un calendario o diagrama de tiempos que marque las fases a cumplir.

*Equipos de diseño: Oficina Técnica con un Director de Proyecto.*

Los estudiantes de diseño se organizarán en equipos, cada uno de los cuales deberá ser capaz de proponer un producto en el momento indicado, que competirá con otros productos de otros equipos con el mismo escenario. Cada equipo nombrará un miembro director.

*Equipos de electrónica: Oficina Técnica con método Defensor de la Idea.*

Los estudiantes de electrónica se organizarán en equipos, pero cada uno de sus miembros colaborará con un equipo de diseño en la fase conceptual, y participará en la propuesta de un producto en el momento indicado, que competirá con otros productos de otros equipos con el mismo escenario. Dentro del equipo de electrónicos, sus miembros podrán colaborar entre sí, intercambiar información, etc. respecto a los proyectos en que participan cada uno de ellos.

Todo el proyecto se realizará mediante el trabajo en equipo; haciendo puestas en común de toda la información en reuniones en las que se analice, critique y contraste la información para concluir en ideas básicas para su posterior desarrollo. En esta fase de análisis se realizará como mínimo una investigación de mercado y su segmentación, y un análisis de gamas y líneas de producto hasta disponer de un mínimo de tres conceptos de producto de los que seleccionar y proponer un concepto viable. Se deben desarrollar una o varias fases creativas utilizando diferentes técnicas.

En el desarrollo de conceptos es indispensable tener en cuenta los requisitos de producto, el interfaz o comunicación producto-usuario, la ergonomía, la secuencia de uso y todos los análisis realizados previamente; se realizará un análisis formal en el que se estudiará la semántica y valores semióticos, el simbolismo, sus cualidades de percepción y el valor que presenta el producto, prestando especial atención al modo en que se pueden sugerir los valores deseados y evitar los no deseados.

En este análisis es necesario hacer una revisión de la evolución del producto en el mercado, de posibles productos análogos o relacionados y la tendencia estética actual en su propio sector y sectores relacionados.

Los electrónicos realizarán una investigación sobre tecnologías electrónicas, tanto hardware como software) aplicables a los conceptos, considerando la viabilidad de su desarrollo. Esta investigación incluirá la búsqueda de componentes en el mercado, fundamentando criterios de selección en cuanto a funcionalidad, disponibilidad, precio, etc. Toda esta información se irá poniendo en común con los diseñadores, para que así se vayan concretando las posibles ideas de producto de manera que sean coherentes con las tecnologías electrónicas aplicables. El objetivo es que cada concepto pueda ofrecerse con, al menos, una solución electrónica viable.

Como parte y motor de la investigación cada equipo de electrónicos desarrollará como experimento un circuito sencillo (Pequeño Proyecto Electrónico), desde la especificación hasta la implementación de un prototipo en placa de circuito impreso.

Al final de esta fase los equipos presentarán conjuntamente las conclusiones de su estudio. Los diseñadores propondrán una serie de opciones conceptuales para el desarrollo del producto, y los electrónicos expondrán los recursos electrónicos utilizables, su función, posibilidades y limitaciones, así como los componentes concretos disponibles. La presentación será oral y podrán utilizarse medios informáticos.

## ***2ª fase: Selección de proyectos y reconfiguración de equipos.***

De cada escenario se seleccionará un único producto por parte de los profesores, valorando el grado de innovación y creatividad y su potencial de viabilidad y aplicación, pudiendo contar con la opinión y participación de otros expertos, que aportarán el punto de vista del cliente. Los proyectos seleccionados recibirán, lógicamente, una mejor evaluación.

A partir de la selección de proyectos:

- Los proyectos seleccionados en cada escenario serán desarrollados hasta el nivel de prototipo funcional por el equipo de diseño que los haya presentado junto al equipo de electrónicos que trabajaba en ese escenario. La dirección de la parte electrónica será asumida por el miembro del equipo que colaboró inicialmente en la propuesta del concepto.
- Los proyectos no seleccionados serán desarrollados por el equipo de diseño únicamente a nivel conceptual.

### ***3ª fase: Desarrollo de las alternativas seleccionadas.***

Cada proyecto será desarrollado en su totalidad, continuando este desarrollo a través de bocetos más elaborados y que muestren la evolución funcional y la exploración formal; en esta fase se evaluarán tanto el razonamiento para la consecución de la función como las alternativas formales que pueden ayudar a cumplir mejor esta función.

Se debe desarrollar un mapa de menús que permita verificar el correcto funcionamiento del interfaz y la comunicación producto / usuario.

Es recomendable que se explore formalmente con volúmenes sencillos realizados en espuma de poliestireno (u otros materiales como plastilina, barro, etc.) el uso y la ergonomía de producto, reflejando las conclusiones en el dossier de presentación. Este estudio también será formal y se relacionará con los bocetos realizados.

Se deberán solucionar las características técnicas del producto y definir con precisión los procesos productivos y materiales a utilizar en su fabricación.

Paralelamente, se desarrollará el sistema electrónico mediante herramientas de simulación y con montajes reales, explorando a fondo sus funciones y restricciones. Será el momento de seleccionar los componentes concretos que mejor se ajusten a las necesidades. Estos desarrollos serán debidamente documentados con descripciones escritas, esquemas de circuito y simulaciones comentadas, y tendrán como resultado el montaje y puesta a punto de un prototipo en placa blanca.

Al final de esta fase se dará por cerrada la especificación de la parte electrónica para poder encargar los componentes definitivos y abordar el diseño de la placa de circuito impreso.

### ***4ª fase: Desarrollo final y presentación.***

La alternativa final será desarrollada en su totalidad, produciendo los dibujos o ilustraciones de presentación, descripción de las secuencias de menús, planos acotados, modelos o maquetas de presentación, necesarios para facilitar la total comprensión del diseño realizado. Como parte de esta tarea se deberán solucionar las características técnicas del producto, que incluyen las especificaciones del sistema electrónico que integrará, y que habrán sido acordadas entre los dos equipos.

En el caso de los grupos seleccionados para construir el prototipo, los electrónicos terminarán el desarrollo del sistema electrónico y el diseño de la placa de circuito impreso (PCB) para enviarla a fabricar. Posteriormente tendrán que montar y soldar los componentes y poner a punto el prototipo definitivo en PCB. A continuación se pasará a su integración en la maqueta del producto.

En la última semana los equipos presentarán conjuntamente el producto desarrollado, que incluirá, en su caso, una demostración del prototipo construido. La presentación será oral y podrán utilizarse medios informáticos.

## **5. Otros requisitos del proyecto:**

---

- Definir tipo de alimentación del producto. Sistemas de conexión / desconexión y puesta en funcionamiento.
- Definir las características de seguridad y regulación según el caso.
- Definir posibles accesorios cuando sea necesario.
- Los materiales deben seleccionarse de acuerdo a los requerimientos de uso, funcionamiento, seguridad y a la estética desarrollada, se valorará el correcto uso y selección de los materiales respecto a su precio y respeto al medioambiente.
- Los materiales elegidos deberán satisfacer la función y cumplir con los requisitos especificados por el alumno.
- El producto puede constar de diferentes acabados.
- El producto puede tener cualquier tamaño dentro de unas dimensiones definidas por el sentido común y verificado por medio de tablas antropométricas.
- El conjunto debe ser definido para una única función principal y específica y entorno de uso.

## **6. Evaluación del proyecto:**

---

En el presente proyecto se evaluarán los siguientes aspectos:

(Algunos de los ítems son específicos de diseñadores o de electrónicos).

### **1ª FASE**

- Realización de calendario y cumplimiento.
- Documentación inicial.
- Grado de profundización en la búsqueda de información.
- Clasificación y análisis de la documentación.
- Conclusiones del análisis de la documentación.
- Conclusiones del estudio ergonómico, de uso y funcional.
- Adecuación de las soluciones electrónicas propuestas.
- Calidad del Pequeño Proyecto Electrónico.
- Presentación de grupo.

### **2ª FASE**

- Definición de cada uno de los conceptos.
- Bocetos de concepto.
- Maquetas de estudio o volúmenes.
- Análisis formal y su relación con la función definida.
- Clasificación y selección de conceptos.
- Valoración de la elección del concepto en cuanto a su nivel de innovación y su viabilidad.
- Presentación gráfica, de volumen y verbal.

### 3ª FASE

- Especificaciones de diseño de producto, EDP del concepto desarrollado.
- Desarrollo del concepto elegido: Desarrollo de menús, funcional y formal.
- Desarrollo final, justificación y realización de la presentación.
- Elección de procesos productivos y materiales.
- Desarrollo del circuito electrónico.
- Diseño de la placa de circuito impreso.
- Puesta a punto del prototipo electrónico.

### 4ª FASE Y PRESENTACION FINAL

- Bocetos de desarrollo.
- Nivel de evolución de los conceptos reflejado en los bocetos.
- Presentación de la documentación.
- Capacidad explicativa de la presentación final.
- Medios utilizados en la presentación final.
- Calidad de la interacción entre diseñadores y electrónicos.

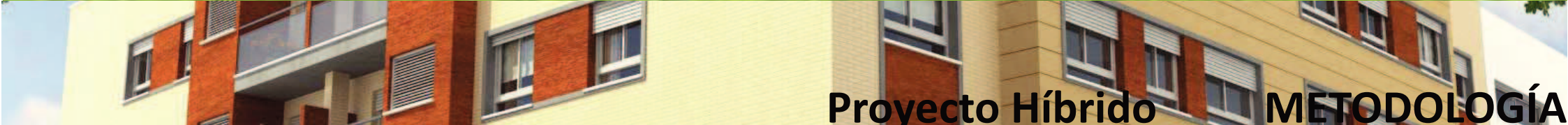
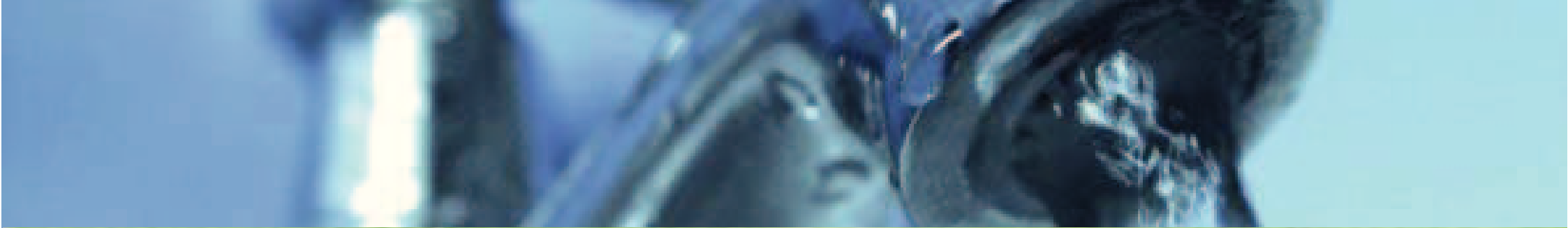
## 7. Calendario aproximado de desarrollo del proyecto:

| Semana | Fecha  | Fase     | Descripción                                                                                    |
|--------|--------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 17-sep | <b>1</b> | <b>Planificación del proceso, búsqueda de información, análisis y generación de conceptos.</b> |
|        | 12-oct |          | Pilar                                                                                          |
| 5      | 15-oct |          | 1ª Reunión diseñadores-electrónicos. Planificación.                                            |
| 10     | 19-nov | <b>2</b> | <b>Presentación (tres conceptos).<br/>Selección de proyectos y reconfiguración de equipos.</b> |
| 10     | 19-nov | <b>3</b> | <b>Desarrollo de las alternativas seleccionadas.</b>                                           |
| 12     | 10-dic |          | Especificación electrónica cerrada                                                             |
|        | 30-nov | <b>4</b> | <b>Desarrollo final y presentación.</b>                                                        |
|        | 21-dic |          | Navidad                                                                                        |
| 16     | 14-ene |          | Presentación final                                                                             |

Las fechas corresponden al lunes de la semana correspondiente. En negrita se destaca el comienzo de cada fase.

## **Anexo C – Uso de agua en viviendas particular, Dossier Fase 3 Reducido**

---



Proyecto Híbrido

METODOLOGÍA

# DISEÑO DE UN PRODUCTO ELECTRÓNICO

## USO DE AGUA EN VIVIENDAS PARTICULARES

FERNÁNDEZ JIMÉNEZ, Diana

FLETA ANÉS, Cristina

FRANCOS PEREA, Jorge

GÁLVEZ SANCHEZ, Miriam

MORENO MINGUEZ, Pablo

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto



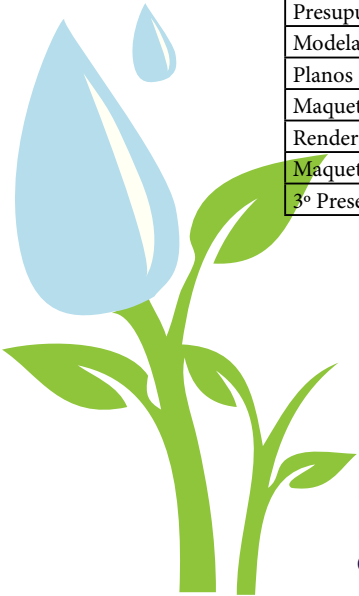
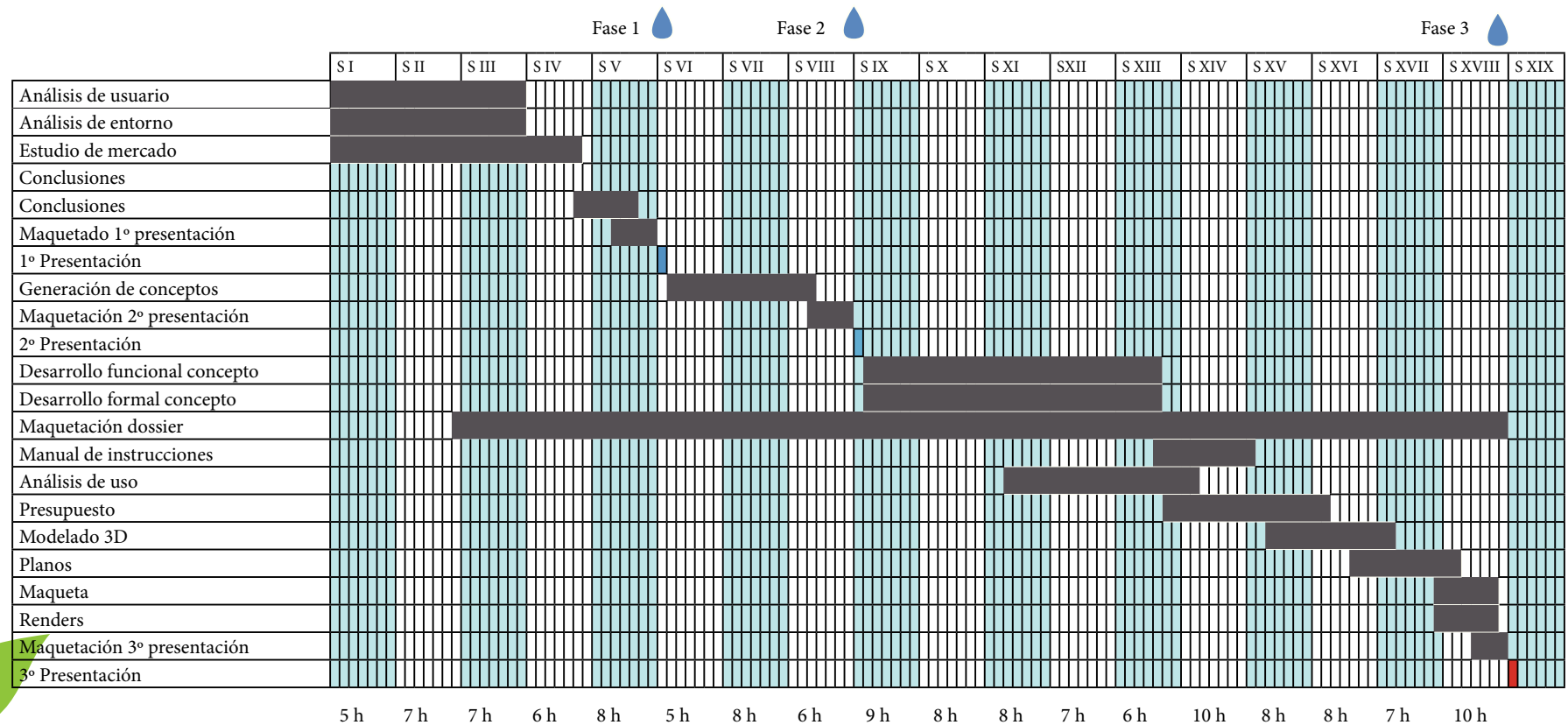
# ÍNDICE

|                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| 1                                                                                 | 2                                                                                   | 3                                                                                   |
| 4<br>ESTUDIO DE MERCADO                                                           | 24<br>PRIMER CONCEPTO                                                               | 44<br>CONCEPTO ELEGIDO                                                              |
| 15<br>ANÁLISIS DE ENTORNO                                                         | 28<br>SEGUNDO CONCEPTO                                                              | 48<br>DESARROLLO CONCEPTO                                                           |
| 21<br>ANÁLISIS DE USUARIO                                                         | 32<br>TERCER CONCEPTO                                                               | 52<br>DOCUMENTACIÓN TÉCNICA                                                         |
| 24<br>CONCIENCIACIÓN                                                              |                                                                                     | 60<br>NORMATIVA                                                                     |





# PLANIFICACIÓN



# PLANIFICACIÓN

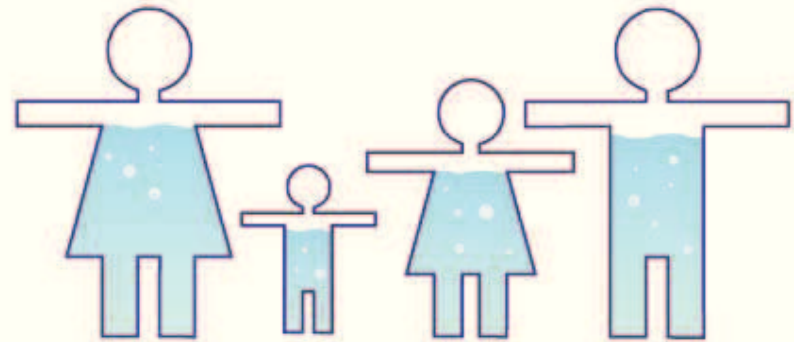
## DEFINICIÓN

El proyecto consiste en el diseño de un producto electrónico, capaz de integrar y aprovechar las posibilidades que ofrece la tecnología existente, obteniendo su máximo aprovechamiento en un entorno de uso definido, en este caso, el aprovechamiento del agua en domicilios particulares, y de modo que tenga una identidad que permita al usuario reconocerlo y utilizarlo del mejor modo posible.

Se busca reducir el consumo energético en el escenario nombrado anteriormente. Para lo cual se puede: mejorar la eficiencia de las cargas que consumen energía, gestionar automáticamente el uso de dichas cargas (domótica) o la concienciación del consumidor.

Por último, una pequeña reflexión para la motivación del proyecto.

El agua es un líquido fundamental para la supervivencia. El mundo está formado por un 70% de agua, pero la mayor parte es agua salada no apta para el consumo. El proceso de desalinización sigue siendo muy caro, por lo que no nos queda otra que moderar y controlar el gasto de agua. Apenas el 0,5% del agua mundial está disponible para el consumo. Sin embargo, muchos ciudadanos no son conscientes de su importancia y se olvidan de racionalizar su uso.



**El 70% del cuerpo humano es agua y se requiere ingerir aproximadamente 1,5 litros de agua diarios para realizar adecuadamente todas las funciones vitales**



---

**DOCUMENTACIÓN**

# DOCUMENTACIÓN

## ESTUDIO DE MERCADO

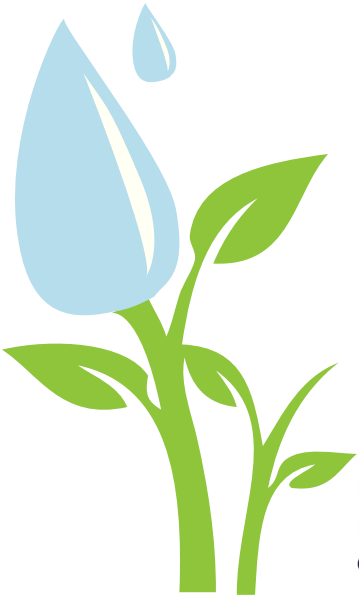
Se considera importante estudiar los productos que existen actualmente en el mercado para saber qué necesidades satisfacen, los usuarios a los que van destinados y los entornos, de este modo se busca encontrar posibles nichos de mercado a los que poder enfocar el nuevo producto de modo que se garantice la viabilidad comercial.

A su vez, se pueden valorar los propios productos existentes y proponer posibles mejoras. De este modo se pretende conocer los problemas y las oportunidades de venta.

La segmentación de los productos se baso en la diferenciación de productos que controlan el consumo de agua y aquellos que meramente informativos y de concienciación. Ambos ayudan a aportar información al usuario para cambiar sus hábitos de consumo.

**CONTROL:** Permiten personalizar y manipular las características del uso.

**INFORMATIVOS:** Informan sobre las características del uso de diversas formas.



# 1 DOCUMENTACIÓN

## ESTUDIO DE MERCADO

### Control consumo

#### Baño inodoro



##### GROHE Ondus® Digitecture LightEscudo

-Une el ahorro de agua del accionamiento de doble descarga con efectos de iluminación.

-La luz se activa por la función del contador de tiempo, o por el interruptor „on / off“ y puede fijar en un solo color o dejar que los colores vayan cambiando indistintamente.

-Emite sólo la cantidad justa de luz para usar el baño en medio de la noche y no tener que encender la luz del cuarto de baño principal.

\*Requiere iluminación continua, pero los leds tienen un consumo bajo.

\*Uso sencillo, se incorpora fácilmente a los hábitos del usuario.

##### Inodoros de baja y doble descarga

-Reduce el volumen de agua usado en la descarga. Estos sistemas usan hasta 6 litros de agua menos por descarga que un inodoro antiguo.

-Descargas selectivas (parcial de 3 litros ó total de 4 o más litros).



\*Uso sencillo, se incorpora fácilmente a los hábitos del usuario.

\*No reporta información.

#### Proyecto Híbrido

#### METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

#### W+W Roca

-Lavabo+inodoro: diseño y sostenibilidad en una solución única.

-Filtra el agua del lavamanos para reutilizarla en la descarga de la cisterna

-Los residuos de mayor tamaño se apartan del agua y sólo el líquido pasa directamente a un pequeño tanque de tratamiento donde se purifica.



\*Varios usos para el mismo agua.

\*Su uso no concientia al usuario para utilizar menos agua sino que es el mismo producto el que optimiza los recursos.

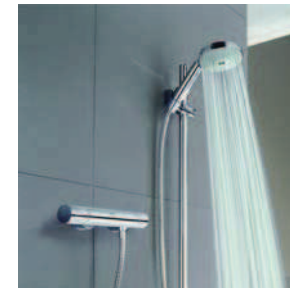
#### Baño ducha

##### Ducha Eficiente

-Concentración del chorro de salida sin reducir la cantidad de agua útil por unidad de superficie.

-Mezcla de aire con agua de manera que el chorro proporciona la misma sensación de mojado consumiendo aproximadamente la mitad de agua.

-Dispositivos que permiten interrumpir el caudal de la ducha mientras uno se enjabona.



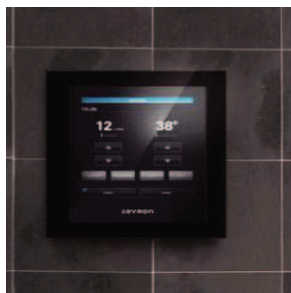
\*No concientia del uso responsable del agua, es el mismo producto el que utiliza menos agua sin que eso afecte a la experiencia del usuario.

# DOCUMENTACIÓN

## ESTUDIO DE MERCADO

### Control consumo

#### Baño ducha



##### ZEYRON TH. Termostática electrónica

-Equipo electrónico de regulación termostática (exacta y estable) del caudal y temperatura del agua en el punto final de consumo.

-Ideado para todo tipo de duchas o zonas de baño, control digital del agua unido al de otras variables como el vapor, cromoterapia o aromaterapia. Diseño, comfort y eficiencia.

-El usuario obtiene la primera gota de agua a la temperatura que ha elegido previamente. (Instalaciones con recirculación de agua caliente).

\*Producto complejo basado en aumentar el control del usuario con respecto al uso del agua en el baño.

\*La concienciación debe surgir del propio usuario.

##### GROHE Ondus® Panel digital para baño y ducha termostático

-Reemplaza el accionamiento mecánico por una interface digital táctil, revolucionado la forma en la que los consumidores interactúan con sus griferías o duchas.

-2 programas Pre set personalizables según usuario.

-Inversor: ducha mural/ lateral/ teleducha/ caño bañera

-Programación de los tiempos de uso y una función de paro "Pause" en cualquier momento.



\*Producto complejo basado en aumentar el control del usuario con respecto al uso del agua en el baño.

\*La concienciación debe surgir del propio usuario, facilitada por diversas opciones que ofrece el aparato.

#### Proyecto Híbrido

#### METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

##### KOHLER Dtvprompt- digital showering system

-Para instalar dentro de la ducha.

-Inversor integrado con múltiples combinaciones de salidas.

-Temperatura del agua exacta en pantalla.

-Posibilidad de pausa durante su enjabonado.

-Puede programar funcionamientos de tiempo limitado.

-Facilidades como reloj digital o elección de grados.



\*Producto complejo basado en aumentar el control del usuario con respecto al uso del agua en el baño.

\*La concienciación debe surgir del propio usuario, facilitada por diversas opciones que ofrece el aparato.

##### Termostato Ecostat Select

-Regula individualmente la temperatura y la cantidad de agua que sale de la ducha.

-Espacio para depositar todo tipo de utensilios de ducha.

-Función de ahorro de agua: la cantidad de agua se limita a 10 l/min. Si necesita más agua, hay más que pulsar el botón de desbloqueo y seguir girando.



\*Aumenta las posibilidades de control sobre la cantidad de agua utilizada.

\*Mejora de un elemento que ya existe.

\*Limita la cantidad de agua sin permitirle al usuario ser capaz de realizar la tarea de cortar el suministro, lo que realmente indicaría que es un consumidor responsable y que está concienciado.

# 1 DOCUMENTACIÓN

## ESTUDIO DE MERCADO

### Control consumo

#### Baño/cocina lavabo



**GROHE Ondus® Mezclador de lavabo digital**

-Reemplaza el accionamiento mecánico por una interface digital táctil, revolucionando la forma en la que los consumidores interactúan con sus griferías o duchas.

-Iconos del control digital pueden pre-programarse con la combinación preferida de temperatura, caudal y duración para asegurar la máxima eficiencia del uso del agua.

-Con los grifos electrónicos el agua se cierra cuando el usuario se marcha de delante del grifo.

-Además de la tradicional forma de accionar el pulsador, también dispone de un sensor de proximidad para descargar el agua sin tocar el accionamiento.

-Programación de los tiempos de uso y una función de paro "Pause" en cualquier momento.

\*Producto complejo basado en aumentar el control del usuario con respecto al uso del agua en el baño.

\*Favorece el ahorro por diferentes funciones que ofrece el aparato sin que el usuario intervenga.

\*También favorece el ahorro a la vez que conciencia permitiendo al usuario opciones que permiten ahorrar pero con la participación del mismo.



**ZEYRON MX. Mixer electrónico**

-Dimensiones reducidas y válido para diferentes entornos (baño, cocina).

-El control y la regulación tiene lugar gracias al teclado SURFACE el cual convierte superficies de distintos materiales (cerámica, mármol, resinas compactas, cristal...) en superficies táctiles.

-El equipo puede ser programado para limitar el tiempo de uso, la temperatura y el caudal del agua (con valores máximos y mínimos). Creando distintas escenas y memorias para asegurar un ahorro de agua

\*Producto complejo basado en aumentar el control del usuario con respecto al uso del agua en el baño.

\*Facilita la concienciación por diversas opciones que ofrece el propio aparato.

\*Permite situarlo en dos entornos diferentes.

#### Otros

##### HOMESEER

-Nos advierten de fugas de agua en habitaciones.

-Permite controlar y avisarnos de una posible fuga a través de nuestro dispositivo móvil o Tablet. Recibimos alertas por mensaje o e-mail. Y corta el agua general de la vivienda en el momento que detecta dicha anomalía.



\*El usuario no requiere interactuar con este dispositivo.

\*Inversión para asegurar la idoneidad del circuito.

\*Reporta información.

Proyecto Híbrido  
METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto



# 1 DOCUMENTACIÓN

## ESTUDIO DE MERCADO

### Información consumo

#### Baño



##### Poor Little Fish

- manera emocional para persuadir a los consumidores a pensar en el ahorro de agua, convirtiendo el consumo en algo tangible.
- Mientras se utiliza, el nivel de agua en el recipiente cae gradualmente (aunque en realidad no drene hacia fuera), sino que volverá al mismo nivel una vez que el agua deja de correr. Además, el agua del grifo es pura, sin que la tubería conecte con la pecera.

\*Forma de concienciación impactante que repercute de una forma muy visual en la parte más sentimental del usuario.

\*No añade nuevas funciones al objeto modificado, sigue siendo un grifo.

##### iSave

- Cuenta lo que gastamos, para darnos cuenta que debemos ahorrar y no desperdiciar agua.
- Genera además su propia energía (hidropower) para iluminar los leds y el circuito que permiten contar los litros de agua que gastamos.



\*Añade al objeto la capacidad de transmitir información, en este caso sobre el consumo.

\*Es el usuario el que debe actuar para reducir el consumo si lo desea.

#### Proyecto Híbrido

#### METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

##### WATERPEBBLE

-Aparato ecológico que proporciona el tiempo y la cantidad de agua que se utiliza en la regadera.

-Mide cuánta agua corre por la regadera. El primer baño que tomes se queda registrado y a partir de ahí sirve de referencia para indicarte si en los baños posteriores estás gastando más agua.

-Reduce el tiempo a dos terceras partes, mostrándose una luz color verde que es el indicador "normal", después pasa a amarillo si estás por cruzar el umbral de mayor gasto y por último llega a color rojo cuando estás gastando más agua, esto te obliga a ser consciente del tiempo que tardas en bañarte.

-Incluye el reciclaje del aparato, en cuanto termine su vida útil podrá ser devuelto para que vuelva a ser habilitado y posteriormente usado.



\*Uso sencillo, se incorpora fácilmente a los hábitos del usuario.

\*Reporta información mediante un sencillo sistema de colores.

\*Permite al usuario reducir su consumo en diferentes lugares con el mismo dispositivo.



# 1 DOCUMENTACIÓN

## ESTUDIO DE MERCADO

### ¿Qué se puede medir?

En este caso también es necesario conocer los diferentes dispositivos que existen en el mercado a nuestra disposición.

Se ha dividido el estudio según los datos que deseamos obtener para nuestro proyecto. Puesto que se trata del uso del agua en domicilios particulares se ha concluido que los datos a conocer son el caudal, la temperatura, la humedad y la cantidad de luz. Por otro lado también se han tenido en cuenta dispositivos que permitan o no el paso del agua en momentos concretos.

No se ha entrado a analizar productos concretos con precios y prestaciones, únicamente los tipos existentes, los usos y las características puesto que en esta fase lo necesario es conocer las formas de obtener los diferentes datos que deseamos.

### Caudal

|                             | Sistema                                                              | Elemento                                                                     |                                                             | Transmisor                                                           |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Volumétrico                 | Presión diferencial                                                  | Placa-orofoco-tobera                                                         | Conetados a tubo U o a un elemento de fuelle o de diafragma | Equilibrio de fuerzas                                                |
|                             |                                                                      | Tubo venturi                                                                 |                                                             | Silicio fundido                                                      |
|                             |                                                                      | Tubo Pitot                                                                   |                                                             |                                                                      |
|                             |                                                                      | Tubo Armuban                                                                 |                                                             |                                                                      |
|                             | Área variable                                                        | Rotámetro                                                                    |                                                             | Equilibrio de movimientos<br>Potenciométrico<br>Puente de impedancia |
|                             | Velocidad                                                            | Vertedero con flotador en canales abiertos<br>Turbina<br>Sondas ultrasónicas |                                                             | Potenciométrico<br>Piezoeléctrico                                    |
|                             | Fuerza                                                               | Placa de impacto                                                             |                                                             | Equilibrio de fuerzas<br>Galgas extensiométricas                     |
|                             | Tensión inducida                                                     | Medidor magnético                                                            |                                                             | Convertidor pontenciométrico                                         |
|                             | Desplazamiento positivo                                              | Disco giratorio                                                              |                                                             | Generador lacométrico o transductor de impulsos<br><br> <br> <br>v   |
|                             |                                                                      | Pistón oscilante                                                             |                                                             |                                                                      |
|                             |                                                                      | Pistón alternativo                                                           |                                                             |                                                                      |
|                             |                                                                      | Medidor rotativo                                                             | Cicloidal                                                   |                                                                      |
|                             |                                                                      |                                                                              | Birrotor                                                    |                                                                      |
| Oval                        |                                                                      |                                                                              |                                                             |                                                                      |
| Medidor paredes deformables |                                                                      |                                                                              |                                                             |                                                                      |
| Torbellino                  | Medidor de frecuencia de termistancia, o condensador o ultrasonidos. |                                                                              | Transductor de resistencia                                  |                                                                      |
| Oscilante                   | Válvula oscilante                                                    |                                                                              | Transductor de impulsos                                     |                                                                      |
| Másico                      | Térmico                                                              | Diferencia temperaturas en dos sondas de resistencia                         |                                                             | Puente de Wheatstone                                                 |
|                             | Momento                                                              | Medidor axial<br>Medidor axial de doble turbina                              |                                                             | Convertidor de par                                                   |
|                             | Fuerza de Coriolis                                                   | Tubo en vibración                                                            |                                                             |                                                                      |



# DOCUMENTACIÓN

## ESTUDIO DE MERCADO

¿Qué se puede medir?

Caudal

|             | Sistema             | Elemento                                   | Usos                                                  | Características                                                                           |
|-------------|---------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Volumétrico | Presión diferencial | Placa orificio-tobera                      | Fluidos sucios o ligeramente contaminados<br>Tuberías | Pérdidas de carga<br>Gases y líquidos                                                     |
|             |                     | Tubo venturi                               | Tuberías                                              | Flujos continuos<br>Alto coste<br>Pérdidas de presión mínimas                             |
|             |                     | Tubo Pitot                                 | Tuberías                                              | Velocidad en un punto<br>Baja caída de presión<br>Bajo coste<br>Baja precisión.           |
|             |                     | Tubo Annubar                               | Tuberías de gran diámetro y para gases limpios        | Baja caída de presión<br>Bajo coste                                                       |
|             | Área variable       | Rotámetro                                  | Tuberías                                              | Líquidos y gases                                                                          |
|             | Velocidad           | Vertedero con flotador en canales abiertos | Fluidos que fluyen dejando una superficie libre       | Alta pérdida de carga<br>No apto para fluidos con alto contenido de sólidos en suspensión |
|             |                     | Turbina                                    | Líquidos limpios y filtrados                          | Los más precisos<br>Limitado por la viscosidad del fluido                                 |
|             |                     | Sondas ultrasónicas                        | Mezclas y fluidos sucios en general                   | Por efecto doppler                                                                        |
|             | Fuerza              | Placa de impacto                           |                                                       |                                                                                           |
|             | Tensión inducida    | Medidor magnético                          | Líquidos sucios, viscosos y contaminados              | No caída de presión<br>Propiedades específicas para el todo de caudal<br>Buena precisión  |

|             | Sistema                 | Elemento                                                             | Usos                                                    | Características                                            |
|-------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Volumétrico | Desplazamiento positivo | Disco giratorio                                                      | Tuberías de pequeño diámetro                            | Muy económico y simple<br>Poco precisión                   |
|             |                         | Pistón oscilante                                                     |                                                         |                                                            |
|             |                         | Medidor rotativo                                                     | Tuberías con diámetro inferior a 2"<br>Líquidos y gases | Instalación en vertical                                    |
|             |                         | Medidor paredes deformables                                          |                                                         |                                                            |
|             | Torbellino              | Medidor de frecuencia de termistancia, o condensador o ultrasonidos. | Gases y líquidos limpios                                | Necesita características concretas del fluido<br>Precisión |
|             | Oscilante               | Válvula oscilante                                                    |                                                         |                                                            |

|        |                                                                 |                                                      |                                                                                    |                                                          |
|--------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|        | Compensación de presión y temperatura en medidores volumétricos |                                                      | Fluidos de alta viscosidad donde no se puede usar un medidor magnético.            | Precisión<br>No recomendable para fluidos sucios         |
| Másico | Térmico                                                         | Diferencia temperaturas en dos sondas de resistencia | Tuberías                                                                           | Aporta calor en un punto de la corriente                 |
|        | Momento                                                         | Medidor axial<br>Medidor axial de doble turbina      |                                                                                    |                                                          |
|        | Fuerza de Coriolis                                              | Tubo en vibración                                    | Fluidos viscosos, sucios, corrosivos con temperatura extrema o con altas presiones | Alta precisión<br>Escaso mantenimiento<br>Muy voluminoso |

Proyecto Híbrido

METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

# DOCUMENTACIÓN

## ESTUDIO DE MERCADO

¿Qué se puede medir?

Temperatura

|             | Sistema                                     | Elemento                | Uso                       | Características                                                      |
|-------------|---------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Temperatura | Variación de volumen                        | Termómetro de vidrio    |                           | El más usado es el de mercurio                                       |
|             |                                             | Termómetro bimetalico   | Rango entre -200º y 500º  | Diámetro reducido<br>Bajo coste                                      |
|             | Variación de resistencia en conductores     | Termoresistencias       |                           | Se calientan<br>Exactas<br>Costosas                                  |
|             |                                             | Sondas                  | Superficie                | Rango entre -200º y 900º                                             |
|             |                                             |                         | Penetración /Inmersión    | Líquidos y sustancias viscoplásticas<br>Rango entre -200º y 600º     |
|             |                                             |                         | Parche / Cinta adhesiva   | Rango entre -10º y 250º                                              |
|             |                                             |                         | Tornillo                  | Rango entre -180º y 200º                                             |
|             | Variación de resistencia en semiconductores | Termistores             |                           | Rango entre -100º y 300º                                             |
|             | F.E.M.                                      | Termopares              |                           | Muchos tipos que permiten un amplio rango de actuación<br>Económicas |
|             | Radiación                                   | Pirómetros ópticos      | Superior a 700º           |                                                                      |
|             |                                             | Infrarrojos             | Rango entre -100º y 3000º | Temperatura de superficie                                            |
|             |                                             | Pirómetro fotoeléctrico | Rango entre 35º y 1200º   | Refrigerado con nitrógeno líquido                                    |

Humedad/ luz

|         | Sistema             | Elemento   | Uso | Características                                 |
|---------|---------------------|------------|-----|-------------------------------------------------|
| Humedad | Mecánicos           | Higrómetro |     | Cambios de dimensiones en diferentes materiales |
|         | Conductividad       |            |     | El agua es buena conductora de corriente        |
|         | Infrarrojos         |            |     | Radiación en el vapor de agua                   |
|         | Capacitivos         |            |     | Cambio de capacidad de un condensador           |
|         | Resistivos          |            |     | Conductividad de la tierra                      |
|         | Sales higroscópicas |            |     | A partir de una molécula cristalina             |

|     | Sistema              | Elemento  | Uso                                                        | Características                                                                                 |
|-----|----------------------|-----------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Luz | Fotoresistencia      | Fotómetro | Cámaras<br>Sistemas anti incendio<br>Sistemas de seguridad | Componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de intensidad de luz incidente |
|     | Fotodiodo            |           | Lectores de Cd y fibra óptica                              |                                                                                                 |
|     | Fototransistor       |           | Comunicaciones con fibra óptica y lectores de cinta        | Sensible a infrarrojos                                                                          |
|     | Célula fotoeléctrica |           | Placas solares                                             |                                                                                                 |
|     | Sensor CCD           |           | Cámaras fotográficas                                       | Circuito integrado                                                                              |
|     | Sensor CMOS          |           | Webcams y cámaras fotográficas                             | Chip sensor con controladores                                                                   |
|     |                      |           |                                                            |                                                                                                 |

Proyecto Híbrido

METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

# 1 DOCUMENTACIÓN

## ESTUDIO DE MERCADO

¿Qué se puede medir?

Válvulas (Llaves de paso)

| Válvulas | Sistema          |              | Elemento    | Uso                                                | Características                                                                                                                          |
|----------|------------------|--------------|-------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | Mecánico         | Globo        |             | Llenado, envasado de bebidas ... grandes diámetros | El elemento de cierre actúa como tapón                                                                                                   |
|          |                  | Bola         |             | Grifos                                             | El elemento de cierre rota                                                                                                               |
|          |                  | Compuerta    |             | Grifos                                             | El elemento de cierre es insertado                                                                                                       |
|          |                  | Diafragma    |             | Industria farmacéutica                             | La vía de circulación es pinchada desde el exterior                                                                                      |
|          |                  | Temporizadas |             | Grifos de lavabo, urinarios e inodoros             | Se abren con una pulsación del usuario y cierran al cabo de cierto tiempo tras dejar pasar un caudal determinado                         |
|          | Electro-mecánico | Directo      | Abiertas    |                                                    | Quedan abiertas cuando no hay alimentación                                                                                               |
|          |                  |              | Cerradas    |                                                    | Quedan cerradas cuando no hay alimentación                                                                                               |
|          |                  |              | Conmutables | Sistemas de calefacción                            | Conmutar la entrada entre dos salidas                                                                                                    |
|          |                  | Indirecto    |             | Lavadoras, lavaplatos, riegos                      | Controla una válvula piloto secundaria y la energía para la actuación de la válvula principal la suministra la presión del propio fluido |

Proyecto Híbrido

METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

# 1 DOCUMENTACIÓN

## ANÁLISIS DE ENTORNO

### Tipologías residenciales

En las zonas urbanas de los países desarrollados la mayor parte del consumo de agua corre a cargo del consumo doméstico. La forma del crecimiento urbano y su creciente diferenciación entre distintas tipologías de vivienda influye de manera muy directa en este consumo. Los consumos tienden a ser muy distintos según nos encontremos ante un urbanismo de alta densidad edificatoria o, por el contrario, ante un urbanismo disperso, de carácter extensivo con importantes usos exteriores, como por ejemplo, jardines y piscinas. Para ampliar el conocimiento sobre cómo se distribuyen los consumos en las tipologías edificatorias características de los diferentes modelos urbanos, hemos tomado como referencia una encuesta realizada en hogares de Barcelona. El análisis de los datos realizado permite encontrar relaciones entre los consumos y los ahorros potenciales, y las diferentes tipologías edificatorias. Para realizar nuestro estudio hemos diferenciado tres tipologías diferentes: plurifamiliar intensiva; plurifamiliar semi-intensiva con equipamientos comunitarios (jardín y piscina) y unifamiliar (aislada o adosada). A continuación mostramos una tabla con el peso de las tres tipologías residenciales anteriormente descritas.

| Tipología residencial           | Porcentaje |
|---------------------------------|------------|
| plurifamiliares intensivas      | 58% - 62%  |
| plurifamiliares semi-intensivas | 10% - 12%  |
| unifamiliares                   | 30% - 32%  |

Fuente: Instituto Nacional de estadística. Censo de Población y Viviendas

### Diferencias en el consumo doméstico de agua en función de la tipología de vivienda

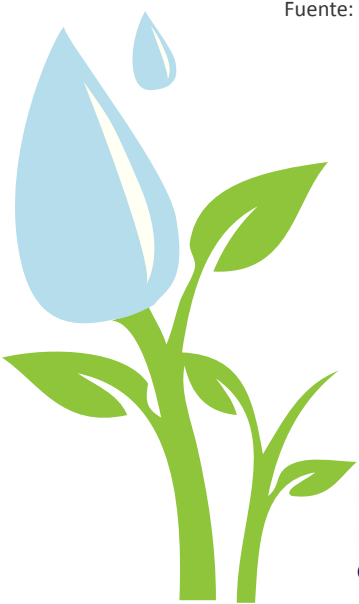
El primer resultado que se encuentra al analizar los datos de la encuesta es la gran variabilidad existente en relación al consumo doméstico de agua por cápita, incluso dentro de la misma tipología edificatoria, y muy especialmente, en las viviendas unifamiliares con jardín. Así, según la encuesta cabe resaltar en primer lugar los menores consumos registrados en la tipología plurifamiliar intensiva ( $120,1 \pm 47,8$  litros/persona/día, lpd); seguida por la tipología plurifamiliar semi-intensiva ( $147,7 \pm 61,9$  lpd) y, finalmente, por la tipología unifamiliar ( $203,2 \pm 116,4$  lpd). Como media, por tanto, las familias que habitan en viviendas unifamiliares emplean 1,69 veces más agua que las que habitan en la tipología plurifamiliar intensiva.

|                                    | Plurifamiliar intensiva | Plurifamiliar semi-intensiva | Unifamiliar         |
|------------------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------|
| Consumo doméstico por cápita (lpd) | $120,1 \pm 47,8$        | $147,7 \pm 61,9$             | $203,2 \pm 116,4^*$ |
| Superficie de la vivienda (m2)     | $85,6 \pm 30,5$         | $109,6 \pm 32,1$             | $173,0 \pm 67,3$    |
| Personas que habitan la vivienda   | $2,7 \pm 1,2$           | $3,2 \pm 1,2$                | $3,3 \pm 1,3$       |
| Total de puntos de consumo         | $8,7 \pm 2,9$           | $10,9 \pm 2,2$               | $13,6 \pm 3,9$      |

Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas. \* Correspondería a un jardín de  $\approx 200\text{m}^2$ , < 50% de césped y regado adecuadamente.

### Dispositivos de ahorro en diferentes puntos del hogar

En cuanto a la instalación de dispositivos de ahorro en los diferentes puntos de consumo, en general, los dispositivos más utilizados son los aireadores, instalados en todos los grifos del 14,5% de los hogares y en algunos grifos del 12,1% de los hogares. Por lo que se refiere a las duchas, también un 12,6% de los hogares tiene instalados aireadores en todas las duchas y un 4,4% en algunas de ellas. Por último, de los mecanismos que permiten ahorrar agua en el uso del inodoro, los más extendidos son el doble pulsador, con un 12,6% de los hogares que los tienen en todos sus inodoros y un 9,6% que lo tienen en algunos. Los sistemas como el interruptor de caudal, o el limitador de relleno o de descarga aparecen en un porcentaje inferior al 10% en todos los casos. No se encuentran diferencias significativas en función de la tipología de vivienda para ninguno de los dispositivos de ahorro.



# 1 DOCUMENTACIÓN

## ANÁLISIS DE ENTORNO

### Usos externos

Por lo que se refiere a los usos externos, como el jardín y la piscina, estos son más característicos de la *tipología unifamiliar* y de la *tipología plurifamiliar* con equipamientos comunitarios. De hecho, aproximadamente el 90% de las casas unifamiliares de la muestra disponen de un jardín privado. Estos son, en un 82,6%, jardines pequeños de menos de 100 m<sup>2</sup>. Esto determina sustancialmente las necesidades hídricas del jardín, que a igual tipología de jardín y clima, forzosamente serán inferiores a las de jardines de mayores dimensiones.

Las especies plantadas también tienen gran influencia sobre las necesidades del jardín y, en especial, el césped se manifiesta como uno de los grandes consumidores del jardín. En nuestro caso, un 49% de los jardines de casas unifamiliares no tienen césped (principalmente jardines de menos de 20 m<sup>2</sup>). Son precisamente los jardines de pequeñas dimensiones y sin césped los que son regados con la tradicional manguera. En cambio, el sistema de riego por aspersión y difusión está asociado normalmente a la plantación de césped. En relación al origen de agua de riego del jardín, un 81% de los encuestados utilizan siempre agua de la red general y un 4% combina este agua con agua de pozo. Un 10% emplean únicamente agua de pozo y un 4% almacenan agua de la lluvia para estos fines. Las piscinas, en cambio no están tan presentes como los jardines en las viviendas unifamiliares de la muestra (24% de los casos). Estas suelen ser piscinas de menos de 100m<sup>3</sup> (86%) y con un circuito cerrado de depuración (75%).

Para el caso de las *viviendas plurifamiliares* con equipamientos comunitarios, el 100% disponían de jardín y piscina. Los jardines comunitarios suelen ir de los 100 m<sup>2</sup> hasta más de 500 m<sup>2</sup>, en ellos predomina fundamentalmente el césped y se riegan principalmente por sistemas de aspersión y difusión. En general, los encuestados desconocían el origen del agua de riego, aunque es muy probable que en la mayoría de casos ésta provenga de la red general. Las piscinas suelen disponer de un sistema cerrado de depuración y comprenden capacidades de entre 50 m<sup>3</sup> a más de 200 m<sup>3</sup>.

Proyecto Híbrido  
METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto





# DOCUMENTACIÓN

## ANÁLISIS DE ENTORNO

La distribución de los usos que dan lugar a los consumos reseñados también arroja diferencias importantes según la tipología residencial, sobretodo para la tipología unifamiliar (Ver Figura 1).



### Estimación del ahorro máximo potencial en el consumo doméstico de agua según el tipo de vivienda

Los datos anteriores muestran como los mayores ahorros potenciales se encuentran, por un lado, en el ámbito de la higiene personal y, por otro, en el diseño y riego de jardines privados.

A continuación se estima cual puede ser el ahorro con la introducción de diferentes medidas:

#### Medida de ahorro A:

- En **usos interiores**: Instalación de dispositivos de ahorro en todos los aparatos: grifos monomando con limitador de caudal, duchas con temperatura y caudal regulable, cisternas con dispositivo de doble descarga. Las hipótesis máximas de ahorro que marcan los fabricantes son 50% en grifos y duchas y 30% en cisternas.
- En **usos exteriores**: Sustitución de todo el césped por plantas adaptadas a la climatología, disminución del área de césped hasta un máximo del 30% del jardín y mantenimiento de la misma tipología del jardín pero con sistemas de riego más eficientes

#### Medida de ahorro B:

- Reutilización de agua procedente del lavabo y de la ducha, previamente depurada, para la cisterna del inodoro. Se consigue que el consumo por parte del inodoro sea igual a 0.

#### Medida de ahorro C:

- Combinación de medida de ahorro A y B.



# DOCUMENTACIÓN

## ANÁLISIS DE ENTORNO

Según nuestros cálculos, el ahorro potencial máximo para la tipología plurifamiliar intensiva aplicando dispositivos de ahorro en todos los aparatos del hogar (Medida de ahorro A) se puede establecer aproximadamente en un 23% de los consumos actuales, pasando a ser de 97 lpd. Para la tipología plurifamiliar semi-intensiva, este ahorro sería de un 34 %, pasando de 160 lpd a 103 lpd, con los mayores ahorros conseguidos en la ducha. Para el caso de las viviendas unifamiliares, la medida de ahorro A, variaría en función sobre todo de la presencia de césped. Si todo el césped se substituyera por especies autóctonas de menor consumo, y se aplicaran las mismas medidas en los usos interiores que en las otras tipologías, el ahorro total alcanzaría alrededor de un 32 % de los consumos actuales. Si por el contrario, se disminuyera la superficie de césped hasta un máximo de un tercio de la superficie total del jardín, el ahorro potencial sería del 28%, situándose el consumo total en los 150lpd. En cambio, si se mantuviera el césped y se regara con métodos más eficientes, el ahorro sobre el consumo del jardín no superaría el 5 %, y éste, junto al resto de medidas sobre los usos interiores, sería de un 22%.

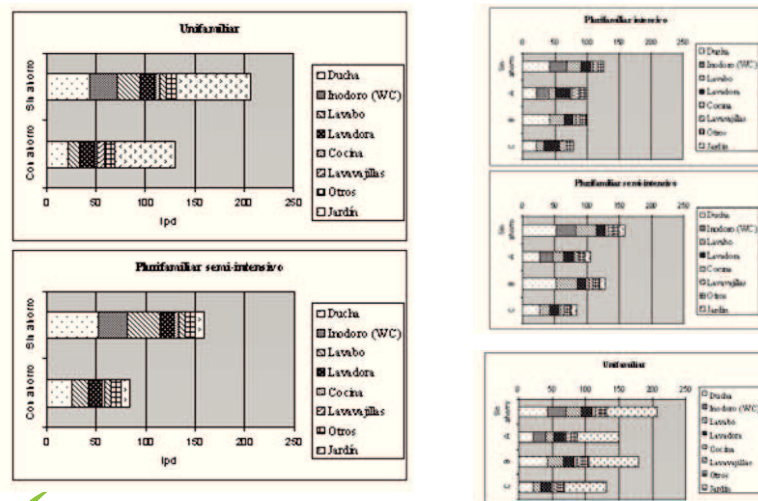


Figura 3: Comparación del consumo doméstico per cápita con diferentes medidas de ahorro en función de la tipología residencial.

Proyecto Híbrido

METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto



El uso en el hogar de recursos alternativos también ofrece posibilidades muy interesantes. En nuestro estudio, hemos supuesto que el agua procedente de duchas y lavabos podía ser reutilizada en los inodoros previa depuración fisicoquímica (Medida de ahorro B). Bajo esta hipótesis, el ahorro potencial máximo ascendería a un 21 % en las viviendas plurifamiliares intensivas, a un 19% en las plurifamiliares semi-intensivas y sobre un 13 % en las viviendas unifamiliares, con un ahorro de entre 27 lpd y 30 lpd en los tres casos. En las viviendas unifamiliares esta medida, tomada individualmente, tiene poca repercusión sobre el ahorro global, ya que gran parte del consumo corre a cargo de los consumos exteriores. Si se combinara la reutilización con la medida de ahorro A (calculado para, cómo máximo, un 30% de césped), el consumo podría reducirse hasta un 37% en el caso de la tipología unifamiliar, pasando los consumos de 207 lpd sin ahorro, a los 130 lpd. Para el caso de la vivienda plurifamiliar intensiva el consumo se reduciría hasta 78 lpd (38%) y para las plurifamiliares semi-intensivas se situaría en los 84 lpd (47%).



# DOCUMENTACIÓN

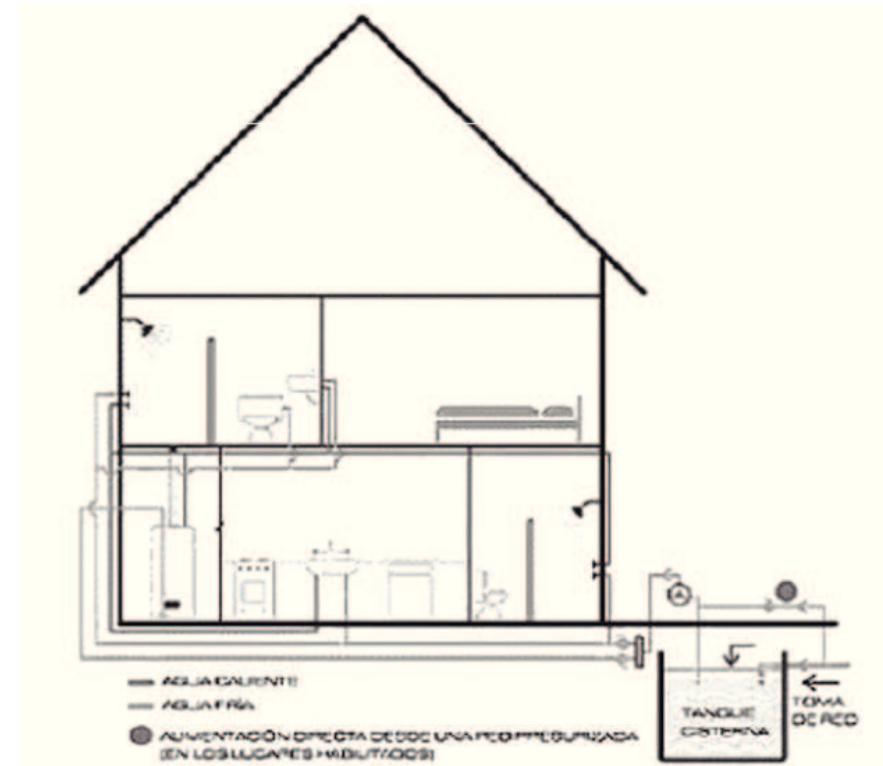
## ANÁLISIS DE ENTORNO

### Usos externos

#### Ejemplo vivienda unifamiliar y su sistema hídrico

Los resultados obtenidos confirman que se produce un mayor consumo en las viviendas unifamiliares, especialmente por el peso de los usos exteriores. El consumo exterior por parte del riego jardín se sitúa alrededor de los 75 lpd en esta tipología edificatoria, pudiendo superar éste los 90 lpd en viviendas de elevado poder adquisitivo. Si se compara éste con los 4,9 lpd dedicados a jardinería privada en este ámbito, el consumo de agua por parte de la jardinería privada resulta muy elevado. Algunas de estas medidas podrían ser la continuidad con el modelo de ciudad mediterránea, tradicionalmente compacta y menos consumidora de recursos sostenible.

El trabajo también ha presentado una estimación de las posibilidades de ahorro de agua según las distintas tipologías edificatorias, no únicamente en los consumos exteriores sino también en los interiores. Los resultados muestran que existe un potencial de ahorro no menospreciable en lo referente al consumo doméstico de agua en nuestras ciudades y confirman de manera significativa la importancia de actuar sobre la demanda de agua a fin de reducir los desequilibrios hídricos. Para ello, sin embargo, es necesaria una actitud decidida por parte de las administraciones públicas, especialmente a la hora de promulgar normativas que hagan obligatorias estas tecnologías de ahorro y/o reutilización por lo menos en las nuevas construcciones.



# DOCUMENTACIÓN

## ANÁLISIS DE USUARIO

### Ejemplo consumo familia 4 miembros

El análisis de usuario se ha realizado observando el consumo de una familia media española con 4 miembros y que vive en un apartamento de un edificio en una ciudad media.

Hemos observado las veces a la semana que realizan cada actividad y el consumo medio que se produce en cada una de esas actividades.

Los datos tomados son los siguientes

| ACTIVIDAD    | Bañarse    | Ducharse  | Usar la cisterna del baño | Limpiar la casa   | Lavadora   | Lavavajillas | Fregar la vajilla a mano | Lavarse las manos | Cocer alimentos     | Beber      |
|--------------|------------|-----------|---------------------------|-------------------|------------|--------------|--------------------------|-------------------|---------------------|------------|
| CONSUMO AGUA | 150 litros | 30 litros | 10 litros                 | 15 litros diarios | 200 litros | 150 litros   | 10 litros por persona    | 1,5 litros        | 1 litro por persona | 0,5 litros |

| ACTIVIDAD      | Bañarse | Ducharse | Usar la cisterna del baño | Limpiar la casa | Lavadora | Lavavajillas | Lavar la vajilla a mano | Lavarse las manos | Cocer alimentos | Beber     |
|----------------|---------|----------|---------------------------|-----------------|----------|--------------|-------------------------|-------------------|-----------------|-----------|
| PADRE          | 1 vez   | 6 veces  | 15 veces                  |                 |          |              | 3 veces                 | 21 veces          |                 | 4 litros  |
| MADRE          |         | 7 veces  | 14 veces                  |                 |          |              | 6 veces                 | 30 veces          |                 | 6 litros  |
| HIJO (15 AÑOS) |         | 5 veces  | 25 veces                  |                 |          |              | 3 veces                 | 25 veces          |                 | 10 litros |
| HIJA (8 AÑOS)  | 2 veces | 4 veces  | 14 veces                  |                 |          |              |                         | 20 veces          |                 | 10 litros |
| FAMILIA        |         |          |                           | 4 veces         | 3 veces  | 4 veces      |                         |                   | 7 veces         |           |

El consumo de agua de una familia media en una semana supera los 3.300 litros.

Las actividades en las que más agua se consume es en la ducha y en la cisterna del baño.

Bañarse consume más agua que ducharse pero, la mayoría de los miembros de la familia estudiada se bañan 3 veces a la semana que puede considerarse aceptable.

Los litros de agua consumidos en la cocina (cocer alimentos y beber agua) conviene no reducirlos puesto que están muy relacionados con la salud.

Otra de las tareas que consume gran cantidad de agua es el lavavajillas y la lavadora pero es preferible a realizar las mismas a tareas a mano, puesto que consumen aún más agua. De todos modos, conviene utilizar los electrodomésticos a plena carga

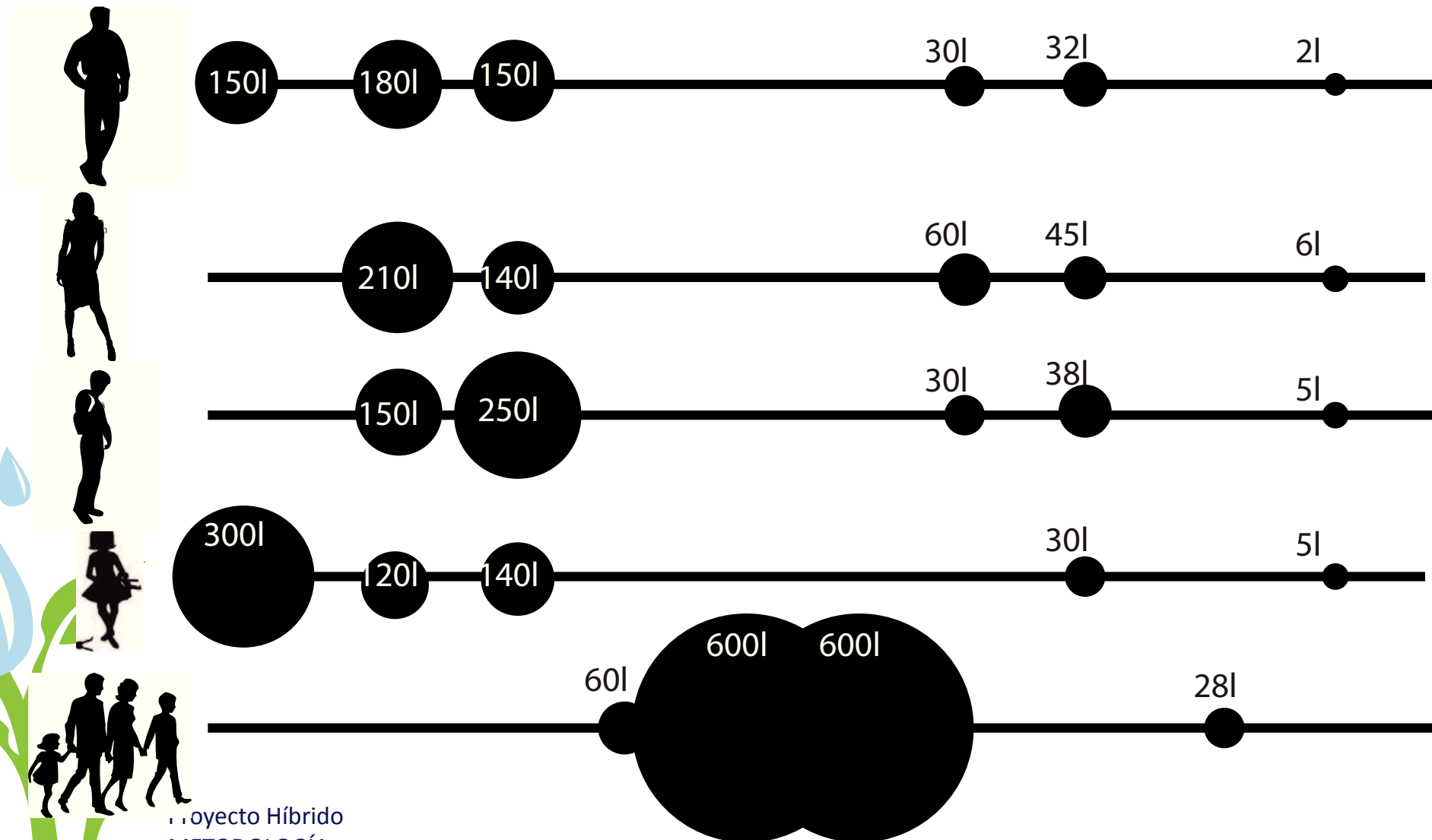


Proyecto Híbrido  
METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

# DOCUMENTACIÓN

## ANÁLISIS DE USUARIO



Proyecto Híbrido  
METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

# 1 DOCUMENTACIÓN

## CONCIENCIACIÓN

### Conciencia social

Teniendo en cuenta las previsiones de cambio climático, aumento de la demanda de agua y consecuente escenario futuro de escasez en España y además, las ventajas que la reducción de la demanda como vía de solución al déficit supone desde los puntos de vista económico y ambiental, es indispensable profundizar en los factores que se relacionan con la reducción y la creación de una conciencia de ahorro.



#### METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

### Definición de conciencia social

Según Myshele Goldberg, la conciencia puede ser descrita como la **interiorización de valores**.

La conciencia en sí misma es principalmente emocional: asociamos los sentimientos de placer y orgullo con la acción correcta, y los sentimientos de culpa y la vergüenza con la acción equivocada. Estas emociones ayudan a motivar las decisiones y el comportamiento, jugando un papel importante en el mantenimiento y transformación de las normas sociales. En muchos sentidos, las normas de la sociedad son la suma de nuestros valores colectivos y prioridades – tal como la sociedad nos forma, damos forma a la sociedad.

Además del sentido de lo correcto y lo incorrecto de una acción personal, los individuos poseen un **sentido de lo correcto e incorrecto para la acción colectiva**, a lo que podríamos llamar “**conciencia social**”.

La conciencia individual nos obliga a actuar moralmente en nuestra vida cotidiana, evitando o ayudando a aliviar el sufrimiento inmediato de los demás, mientras que la conciencia social **nos obliga a insistir en la acción moral de las instituciones de la sociedad**. Si podemos entender nuestra propia conciencia social, **podemos tomar decisiones más conscientes para ayudar a formar la sociedad de acuerdo a nuestros valores**.

Si podemos entender la conciencia social de los demás, **podemos encontrar valores y objetivos comunes entre los grupos aparentemente diversos** y construir movimientos para el cambio.

Comprender la conciencia social, ya sea la nuestra propia o la de los otros, ayuda a identificar supuestos, valores y visiones, lo que la convierte en un elemento importante para la sostenibilidad, y una herramienta útil para la transformación social y ecológica.

# 1 DOCUMENTACIÓN

## CONCIENCIACIÓN

### Conciencia social

Si la población quiere que los recursos sean utilizados de manera sostenible, garantizando el bienestar de las generaciones futuras, deberán implicarse mucho más en la gestión del agua, de manera consciente y comprometida.

Para que un programa de uso eficiente del agua tenga éxito, debe contar con la **participación ciudadana**, y para ello es indispensable establecer acciones de comunicación y educación.

Los medios para hacer del conocimiento de los usuarios los objetivos, metas y resultados del programa, son variados, e incluyen desde avisos en los recibos de pago, campañas publicitarias en prensa, radio y televisión, anuncios en la vía pública y sistema de transporte hasta la distribución de dispositivos ahorradores.

La reducción de la demanda mediante la mejora de la eficiencia del uso del agua requiere una comprensión de cómo el agua se utiliza y en qué formas de ahorro de agua puede ser lograda.

Actividades tales como cerrar el grifo para limpiarse los dientes o esperar hasta que haya una carga completa antes de usar una máquina de lavado, se recomiendan como maneras en que los individuos pueden ahorrar agua, junto con un contador instalado y el uso de un dispositivo de ahorro de agua en la cisterna del WC. La pregunta que emana de estos conjuntos de diversas recomendaciones es, hasta qué punto estos comportamientos están vinculados a otras actividades en general, denominadas acciones ambientales y en cuáles de ellas estarían dispuestos los ciudadanos a participar.



Proyecto Híbrido

METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto



# 1 DOCUMENTACIÓN

## CONCIENCIACIÓN

### Medidas de ahorro

#### Medidas de ahorro

Las medidas de ahorro que pueden adoptarse en un hogar cualquiera responden a una voluntad de sus residentes motivada por diferentes causas, entre las que destacan: económicas, culturales, facilidad de acceso al agua y otras.

A continuación se relacionan algunos de los factores que pueden influir en la actitud de ahorro:

- Los **precios y los incentivos económicos**, en relación con la medida que los individuos creen que el precio es una importante variable en la reducción del consumo de agua.

- La **disponibilidad del agua**. El comportamiento puede variar según en qué región vive el individuo, si hay más o menos disponibilidad, si hay amenazas de sequía.

- **Amenaza ambiental**, dependiendo de en qué medida los individuos sienten que su falta de acción (es decir, no al ahorro de agua) puede dar lugar a importantes consecuencias indeseables.

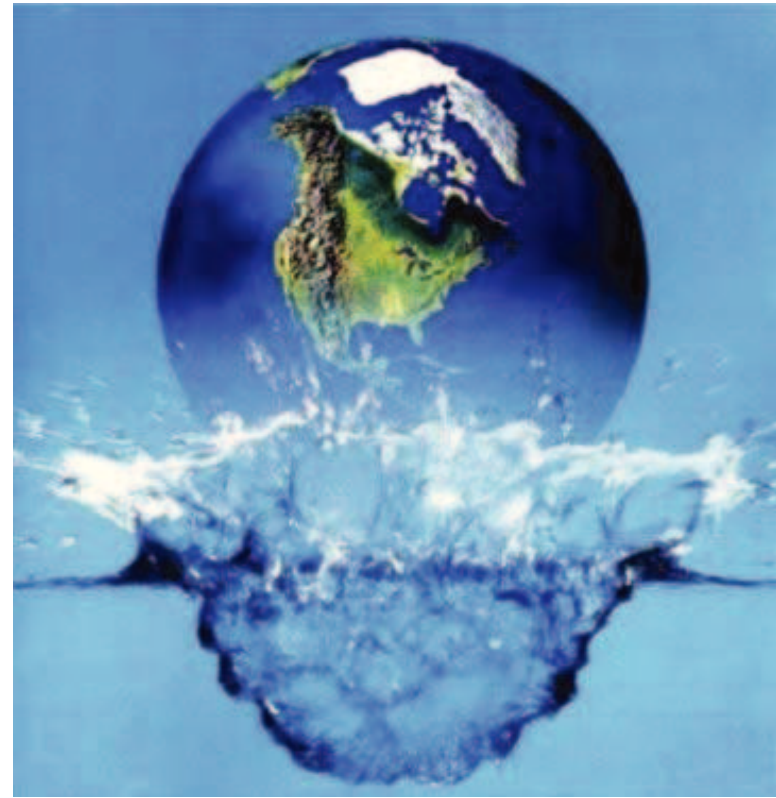
- La **imagen social**, centrándose en la medida en que las personas sientan que deben mostrar comportamientos que otros individuos valoren positivamente.

- La **percepción de los derechos de agua**, en relación con la medida en que los individuos creen que ellos tienen derecho a un suministro de agua constante y sin restricciones.

- **Motivaciones intrínsecas y satisfacciones** que se centran en el disfrute de determinadas actuaciones medioambientales.

Existen otros factores que influyen en el consumo de agua doméstico, entre ellos, la densidad (grado de agrupamiento de la población), la tenencia de la vivienda (alquiler o propiedad), la separación del suministro por calidades de agua y el estilo de vida, que en su conjunto pueden influir en el grado de compromiso con el ahorro de agua; resumiendo: los aspectos físicos y técnicos del tipo de vivienda y la forma de propiedad, así como el perfil socio demográfico de los hogares en las diferentes formas de vivienda.

En condiciones de igualdad, las diferencias de consumo de un hogar a otro estarían dadas por decisiones humanas de carácter proactivo que pueden ser resumidas en el concepto de “Conciencia proactiva de ahorro”, definiéndose esta conciencia como una voluntad orientada a dicho propósito y materializada mediante actuaciones concretas.



Proyecto Híbrido

METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

# 1 DOCUMENTACIÓN

## CONCIENCIACIÓN

### Qué queremos comunicar al usuario

Lo que básicamente queremos implementar en su conciencia individual es una serie de consejos, que tras su puesta en marcha se convertirán en hábitos cotidianos de cada individuo consiguiendo el objetivo propuesto de cambiar la conciencia individual del usuario.

Las ideas claves que se desean retransmitir al consumidor podrían ser resumidas en consejos, ya sean en el uso de determinado electrodoméstico y el aprovechamiento de la totalidad del agua.

Los “consejos” a continuación se tratarían de ideas a transmitir al usuario sin definir la manera que posteriormente emplearemos para ello.

### ¿Qué podemos hacer en el cuarto de baño?

#### - MEJOR DUCHARSE QUE BAÑARSE

Una ducha de 5 minutos necesita 100 litros con un cabezal normal y 50 litros con uno ahorrador equipado de un reductor de caudal. En un baño se consumen hasta 250 litros.

#### - CIERRE EL GRIFO MIENTRAS SE ENJABONA, SE AFEITA O SE CEPILLA LOS DIENTES

No deje correr el agua y utilícela únicamente cuando realmente la necesita. Por ejemplo, cierre el grifo mientras se enjabona, utilice un vaso cuando se cepille los dientes, y si se afeita basta con que tenga agua en la pila o en un vaso.

#### - NO EMPLEE EL INODORO COMO PAPELERA

Se gastan inútilmente 9-10 litros (la capacidad de la cisterna del inodoro) de agua cada vez que se emplea el inodoro para tirar una colilla o un papel en vez de emplear la papelera.

#### - TEMPERATURA ENTRE 30- 35º PARA EL AGUA DE LA DUCHA

Una temperatura templada es suficiente y confortable y nos proporciona un gran ahorro en ACS. El aumento de 1ºC en la temperatura supone consumos extras de energía de un 5%.

Proyecto Híbrido  
METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto



# DOCUMENTACIÓN

## CONCIENCIACIÓN

Qué queremos comunicar al usuario



### METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

### ¿Qué podemos hacer en la cocina?

#### - GUARDAR UNA BOTELLA DE AGUA POTABLE DENTRO DE LA NEVERA

No deje el grifo abierto esperando que salga agua fresca. Meta una botella en la nevera para tener siempre agua fresca.

#### - NO DESCONGELAR ALIMENTOS BAJO EL CHORRO DE AGUA

A la hora de descongelar alimentos, evite hacerlo poniéndolos bajo el chorro de agua. Use la nevera sacándolos la noche anterior.

#### - LLENAR EL LAVAVAJILLAS ANTES DE USARLO

Y emplear la tecla de media carga cuando no esté lleno.

#### - LAVAR LA VAJILLA

Lavar a mano con agua caliente resulta un 60% más caro que con un lavavajillas moderno. No friegue los platos con el grifo abierto. Utilice una pila para enjabonar y otra para aclarar.

#### - COCINAR

Usa el microondas para calentar agua o leche, se ahorra más energía debido al poco funcionamiento de este.

Come más vegetales y cereales; el mismo consumo de proteínas proveniente de la carne necesita 100 veces más de agua para su producción que los vegetales y cereales





# DOCUMENTACIÓN

## CONCIENCIACIÓN

Qué queremos comunicar al usuario

¿Qué podemos hacer con la colada?

- **UTILIZAR LA LAVADORA CUANDO ESTÉ LLENA**

y emplear la tecla de media carga, si dispone de esta, solamente cuando se tenga mucha prisa. En efecto, este programa permite ahorrar agua y energía, pero el consumo aumenta en un 30% frente al consumo de una lavadora llena.

- **AJUSTAR LA DOSIS DE DETERGENTE SEGÚN LA DUREZA DEL AGUA**

Un agua blanda necesita menos detergente que un agua dura. Las dosis de detergente en función de la dureza del agua están incluidas en las recomendaciones de uso en los envases de detergentes.

- **EVITAR EL PRELAVADO EN LA LAVADORA SIEMPRE QUE SEA POSIBLE**

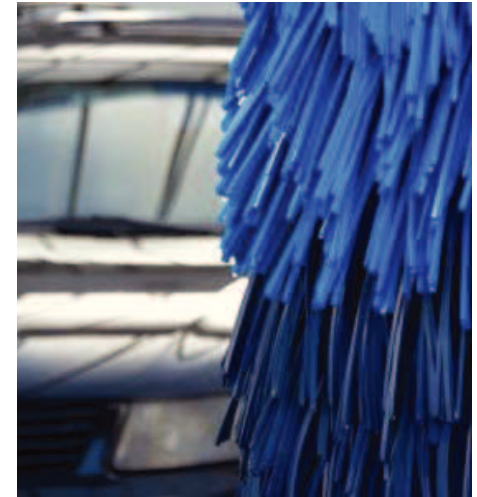
Utilizar programas a baja temperatura.



Proyecto Híbrido

METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto



¿Qué podemos hacer fuera de casa?

- **UTILIZAR ESTACIÓN DE LAVADO PARA LIMPIAR EL COCHE**

Para la limpieza de su coche la estación de lavado es la solución más eficiente con 35 litros frente a los 500 litros gastados con una limpieza manual con manguera sin corte automático.

- La limpieza de su coche una vez al mes es ampliamente suficiente

# 1 DOCUMENTACIÓN

## CONCIENCIACIÓN

### Jardín

#### Elección del sistema de riego

- **RIEGO POR ASPERSIÓN**

El agua se distribuye como una lluvia de pequeñas gotas y es aconsejable en zonas de césped o similares. Dependiendo de la superficie del terreno a regar, optaremos por aspersores (giratorios y de mayor alcance) o difusores (fijos).

- **RIEGO POR GOTEO**

Consiste en un tubo de plástico que tiene una pieza interior con orificios aproximadamente cada 40 cm, por los que va saliendo el agua gota a gota. No tiene pérdidas por evaporación y disminuye la proliferación de malas hierbas. Exige muy poca presión y es fácil de montar.

- **RIEGO POR EXUDACIÓN**

Se parece a la técnica del goteo, pero en este caso la manguera está provista de infinidad de poros. Cuando la manguera está llena de agua, comienza a sudar el líquido de su interior. Es la técnica que permite mayores ahorros de agua.



Proyecto Híbrido  
METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

#### Consejos para el riego del jardín

Es conveniente **regar en las horas de menos calor**; así se perderá menos agua por evaporación.

**No se debe regar los días de fuerte viento.**

Los árboles y arbustos **recién plantados requieren riegos frecuentes**. Sin embargo, una vez han desarrollado bien sus raíces (lo que supone aproximadamente un par de años), los riegos serán cada vez menos necesarios. En muchos casos bastará con tres o cuatro riegos en el verano y algunas especies no necesitarán riego alguno.

Es **preferible regar árboles y arbustos pocas veces aunque con generosidad**. Las plantas desarrollarán así mejor las raíces y se harán más resistentes a las sequías. El riego debe plantearse con flexibilidad, adaptándolo a la meteorología.

Es recomendable **comprobar el grado de humedad del suelo antes de regar**. Tanto los difusores como los aspersores y goteros, tienen diferentes tipos de caudales, alcances y recorridos. Es importante elegir los que mejor se ajusten a cada necesidad y regularlos cuidadosamente: se debe evitar todo riego del pavimento o su perposición del área de riego de varios aspersores. Si se cuenta con un sistema de riego automatizado puede **incorporarse un sensor de lluvia** y un sensor de humedad para evitar riesgos innecesarios.

Es conveniente **dejar crecer el césped 5/6 cm**, así necesitará menos agua. La limitación del empleo de fertilizantes en verano permite disminuir la demanda de agua en las plantas.

La **recogida de agua de lluvia** cuando el agua necesaria para la operación no requiere estar potabilizada como en el caso de riego de jardín, se puede estudiar la posibilidad de emplear agua que no procede de la red de abastecimiento municipal. Las fuentes alternativas incluyen el aprovechamiento de acequia, de pozo o la captación y almacenamiento de agua de lluvia en barriles o bidones.

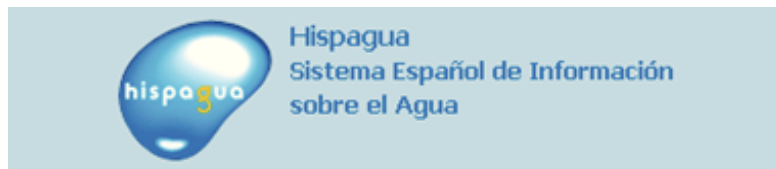
Para la limpieza de las calles y patio del jardín el empleo de una escoba y un recogedor permite ahorrar hasta 200 litros frente a una limpieza con manguera.

# 1 DOCUMENTACIÓN

## CONCIENCIACIÓN

### Concienciación a través de Internet

Muchas empresas ponen a disposición de los usuarios elementos concienciadores, internet es uno de los métodos al alcance de la mayoría por el cual se puede dar mayor cantidad de información.



**WEB AGUA DULCE.** Eficiencia del agua en las ciudades. Web de la Fundación Ecología y Desarrollo que ofrece gran cantidad de información sobre el uso eficiente del agua en las ciudades (calculador de consumo y pérdidas de agua, escaparate virtual de tecnológicas ahorradoras, boletín electrónico, noticias de actualidad, centro de documentación ... )[www.agua-dulce.org](http://www.agua-dulce.org)

**HISPAGUA.** Sistema español de información sobre el agua. <http://hispagua.cedex.es>

**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE.** [www.marm.es](http://www.marm.es)

**PORTAL DEL AGUA DE LA UNESCO** [www.unesco.org/water/index\\_es.shtml](http://www.unesco.org/water/index_es.shtml)

**ENVIRONNEMENT CANADA.** (freshwater website -Le site Web de l'eau douce).  
[www.ec.gc.ca/water/accueil.htm](http://www.ec.gc.ca/water/accueil.htm)

**H2OUSE.** Web de la American Water Works Association sobre el uso eficiente del agua.  
[www.h2ouse.org](http://www.h2ouse.org)

**GREENPEACE.** Asociación que lucha por la conservación del medio ambiente. Ha publicado algunas guías de ahorro energético en los hogares.  
[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

**WATER&ENERGY EFFICIENCY.** Asociación que ha presentado informes sobre proyectos y actuaciones que Alliance to save Energy ha promovido sobre agua y energía.  
[www.watergy.org](http://www.watergy.org)

**INE.** Nos muestra estadísticas e indicadores sobre el agua.  
[www.ine.es](http://www.ine.es)

**THE CALIFORNIA ENERGY COMISSION.** Esta asociación ha presentado el informe California's Water-Energy Relationship.  
[www.energy.ca.gov](http://www.energy.ca.gov)

**ALLIANCE TO SAVE ENERGY.** Es una asociación estadounidense para el ahorro energético.  
<http://ase.org>

**ALLIANCE FOR WATER EFFICIENCY.** Organización sin ánimo de lucro ubicada en Chicago que defiende el uso eficiente del agua. [www.allianceforwaterefficiency.org](http://www.allianceforwaterefficiency.org)

**CONFEDERACIÓN DE CONSUMIDORES Y USUARIOS.** Ha participado en un proyecto sobre climatización y ahorro energético en el hogar. [www.ceca.es](http://www.ceca.es)



# 2

CONCEPTOS

# 2 CONCEPTOS

## CONCEPTO 1

### Concienciación en familia



Este concepto pretende concienciar sobre el uso del agua en el baño, por lo que toma datos del lavabo, la ducha y el baño.

Para hacer más atractiva la concienciación, se ha creado una especie de competición entre los miembros de la casa de tal forma que los consumos de cada uno de ellos se contabilicen por separado.

Al entrar en el baño se seleccionaría el usuario y, cuando utilizase el lavabo, la ducha o el inodoro, comenzaría a contar el consumo midiendo el caudal.

Los datos finales de consumo se podrían consultar a través de Internet desde un ordenador o teléfono móvil.



# 2 CONCEPTOS

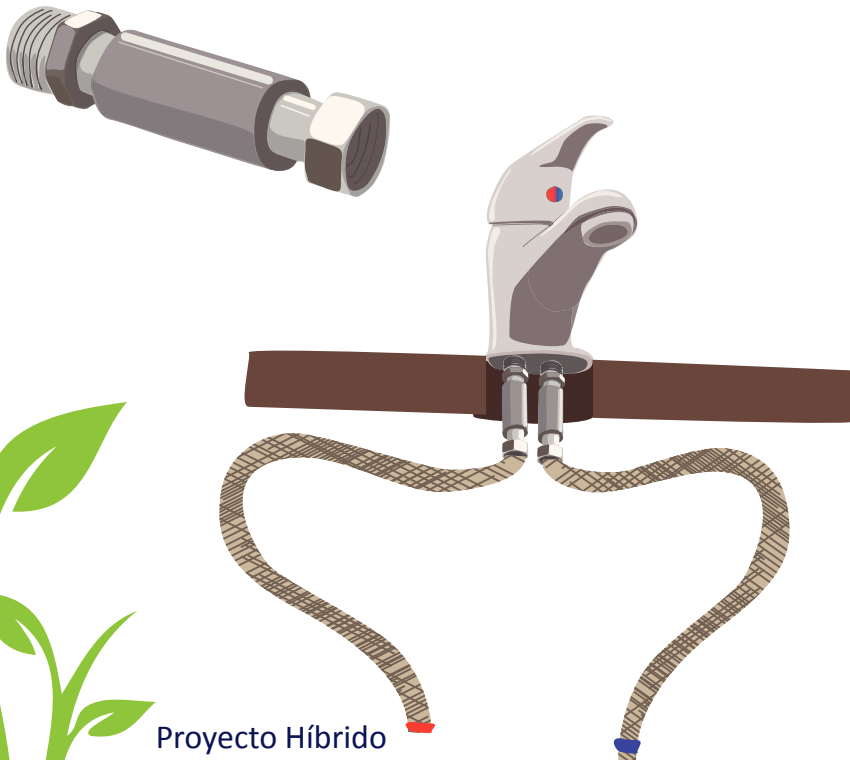
## CONCEPTO 1

### Concienciación en familia



Serían dos sistemas independientes pero interconectados para que puedas cambiar solamente la botonera si el número de usuarios aumenta.

Se ha pensado que la botonera pueda hacer las funciones de interruptor de la luz del baño y, de esta forma, se seleccione el usuario al entrar al baño.



Proyecto Híbrido  
METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

# CONCEPTOS

## CONCEPTO 1

### Concienciación en familia

- Comunicación:
  - Inalámbrico ( Wifi, Bluetooth)
  - Cable
- Uso de sensores para medición de caudal. Se podría añadir información como la temperatura del agua, precisando de sensores de este tipo.
- Alimentación de 7v a 12v por cable. Sin uso a ser posible de baterías.
- Electrónica posiblemente basada en Arduino. Para prototipo, nuevo diseño de las diferentes PCBs.
- Procesamiento de información:
  - o Sensor en todos los puntos donde se vaya a tener un consumo de agua.
    - Programación mucho más fácil.
    - Mayor coste económico ( mayor cantidad de HW y posiblemente mayor coste de instalación del equipo de medición).
  - o Sensor en un solo punto (entrada agua al baño):
    - Identificación de los diferentes consumos de agua mediante software (creación de un algoritmo para la identificación del uso del agua). Por ejemplo, las cantidades de agua que usa el WC son constantes y teniendo 1 o 2 valores como mucho.
    - Menor coste económico en hardware y quizás algo mas sencillo de instalar el sistema de medición.

- Botonera de identificación del usuario ( 2 funciones):
  - Identificación del usuario que esta haciendo uso del agua.
  - Conectar o desconectar la iluminación del cuarto de baño.

Proyecto Híbrido

METODOLOGÍA

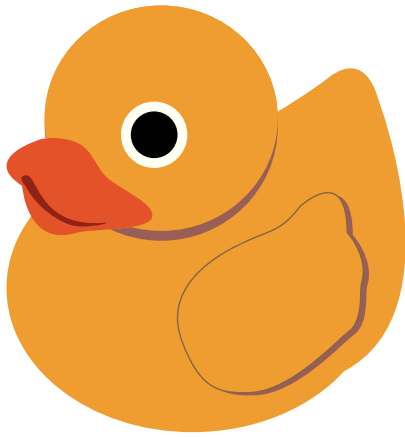
Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto



# 2 CONCEPTOS

## CONCEPTO 2

### Cuánto gastamos



Se trata de un sensor de humedad (hemos pensado que tenga una forma graciosa, tipo, un patito de goma) y que se encuentre flotando en el agua cuando te duchas o bañas.

Va conectado a una pantalla (preferiblemente iría sin cables) y en la pantalla se muestran datos aproximados del consumo.

El “patito” se encarga de comprobar cuándo hay agua circulando y cuándo no y es la pantalla la que se encarga de mostrar datos midiendo el tiempo y haciendo una relación con el consumo y mostrando, por ejemplo, el coste.



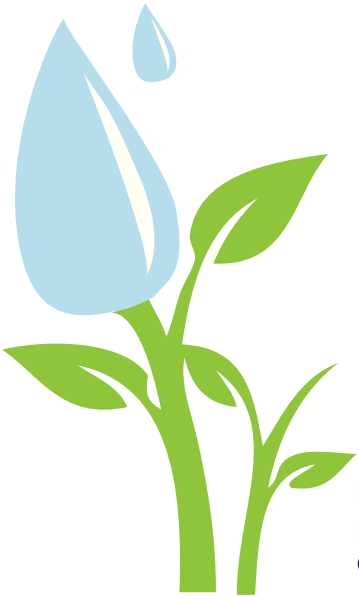
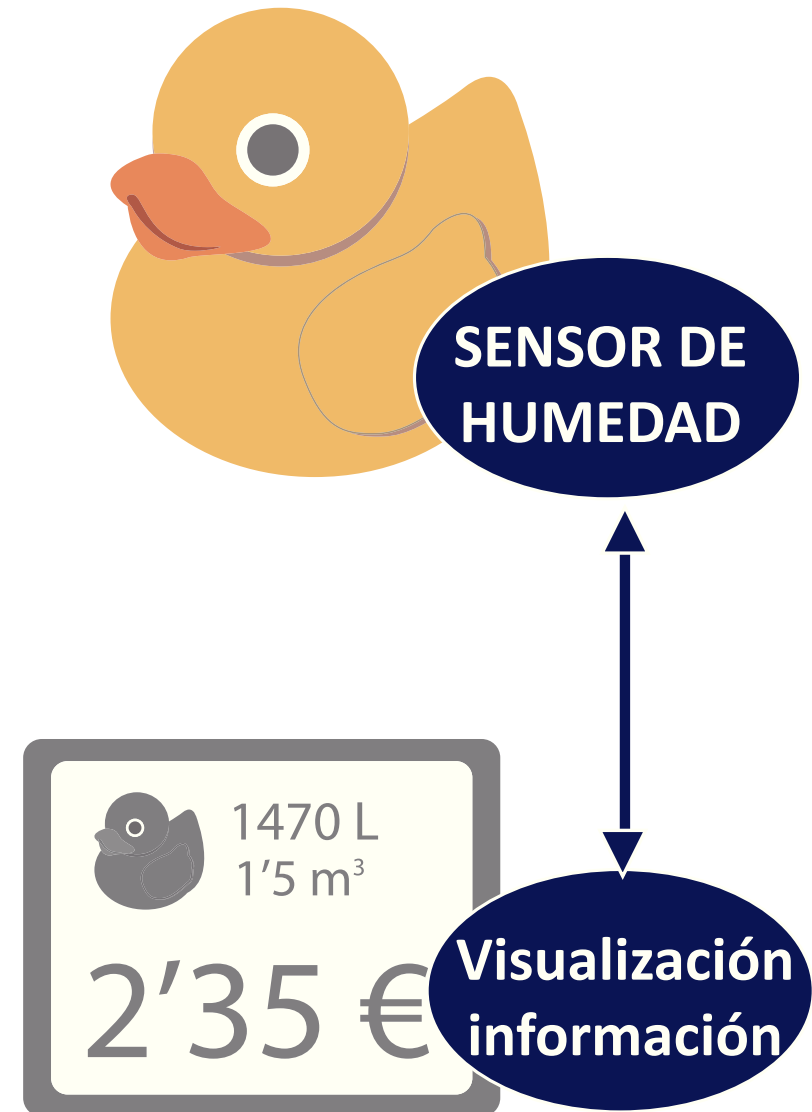


# 2 CONCEPTOS

## CONCEPTO 2

### Cuánto gastamos

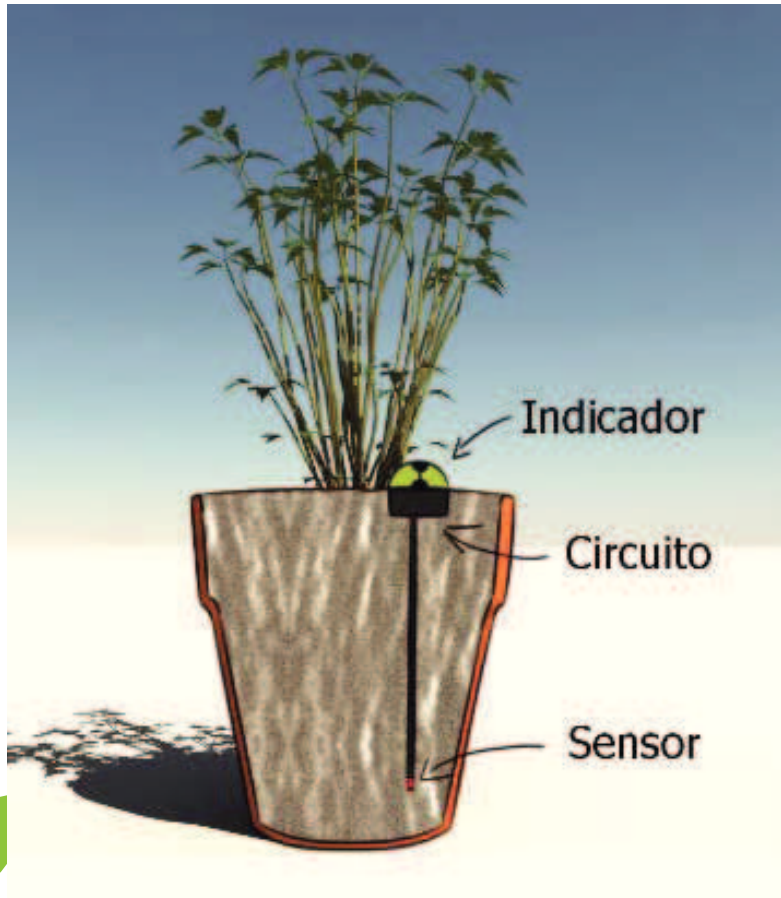
- Comunicación únicamente inalámbrica.
- Alimentación por batería para el dispositivo correspondiente al sensor y por cable o batería para la pantalla o sistema de visualización de la información.
- Mediante el sistema de visualización podemos obtener el tiempo en el que se esta usando el agua. Además se pueden sacar otros datos como un posible coste económico aproximado.



# 2 CONCEPTOS

## CONCEPTO 3

### Regando las plantas



#### Alternativa simple

Se trata de un dispositivo pequeño que se coloca en el pie de una planta y, sensando la humedad del suelo, detecta si la planta necesita agua.

Si el sensor dice que necesita agua, el dispositivo emite una luz que va cambiando de color conforme vamos añadiendo agua. De esta forma se utiliza el agua estrictamente necesaria para regar cada tipo de planta.

#### Alternativa compleja

Surge de la alternativa simple pero adaptada a todo el jardín.

Se pretende sensar todas las plantas del jardín del mismo modo que lo hacemos en la alternativa simple.

La información de todos los sensores podría mostrarse a través de un panel, y, también, directamente en la manguera para un control más cómodo.

# 2 CONCEPTOS

## CONCEPTO 3

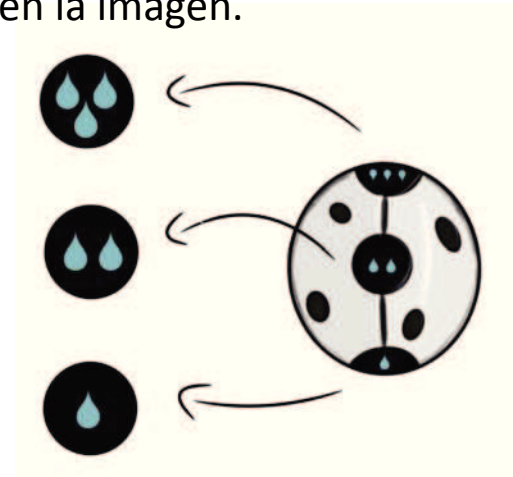
### Regando las plantas



### Alternativa simple

El dispositivo sensa la humedad de la tierra sobre la que se asienta la planta y de esta forma reconoce si ésta necesita mayor humedad o no.

Para definir los valores de humedad que ha de tener cada variedad de planta existen varios programas que definen si la planta necesita un suelo muy húmedo, normal o poco húmedo. Según se va regando, se va aumentando la humedad y el dispositivo cambia de color como se ve en la imagen.

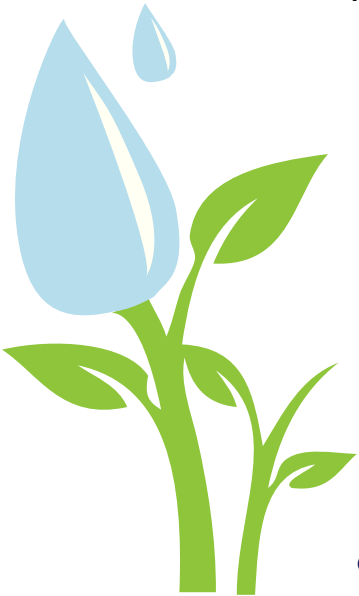


# 2 CONCEPTOS

## CONCEPTO 3

### Regando las plantas

- Medidor de humedad de la tierra digital.
- Diferentes opciones a la hora de visualizar información:
  - o Mediante una pequeña pantalla que muestre el valor en %
  - o Mediante indicación luminosa usando varios colores. Cada uno correspondería a diferentes estados de humedad de la tierra.
- Alimentación por batería. De 5 a 7V.

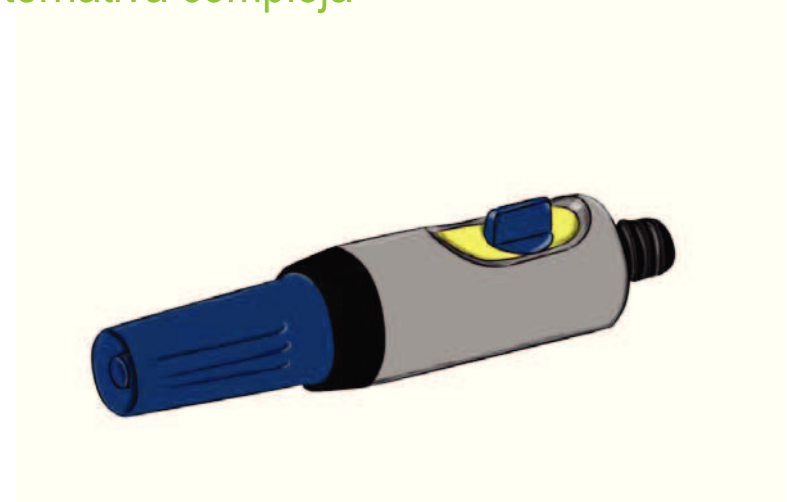


# 2 CONCEPTOS

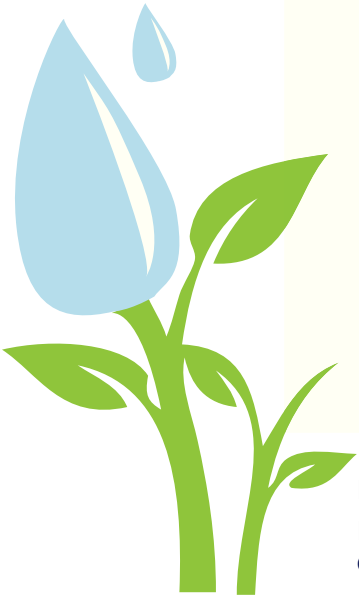
## CONCEPTO 3

Regando las plantas

Alternativa compleja



No sé muy bien qué poner en esta diapositiva



# 2 CONCEPTOS

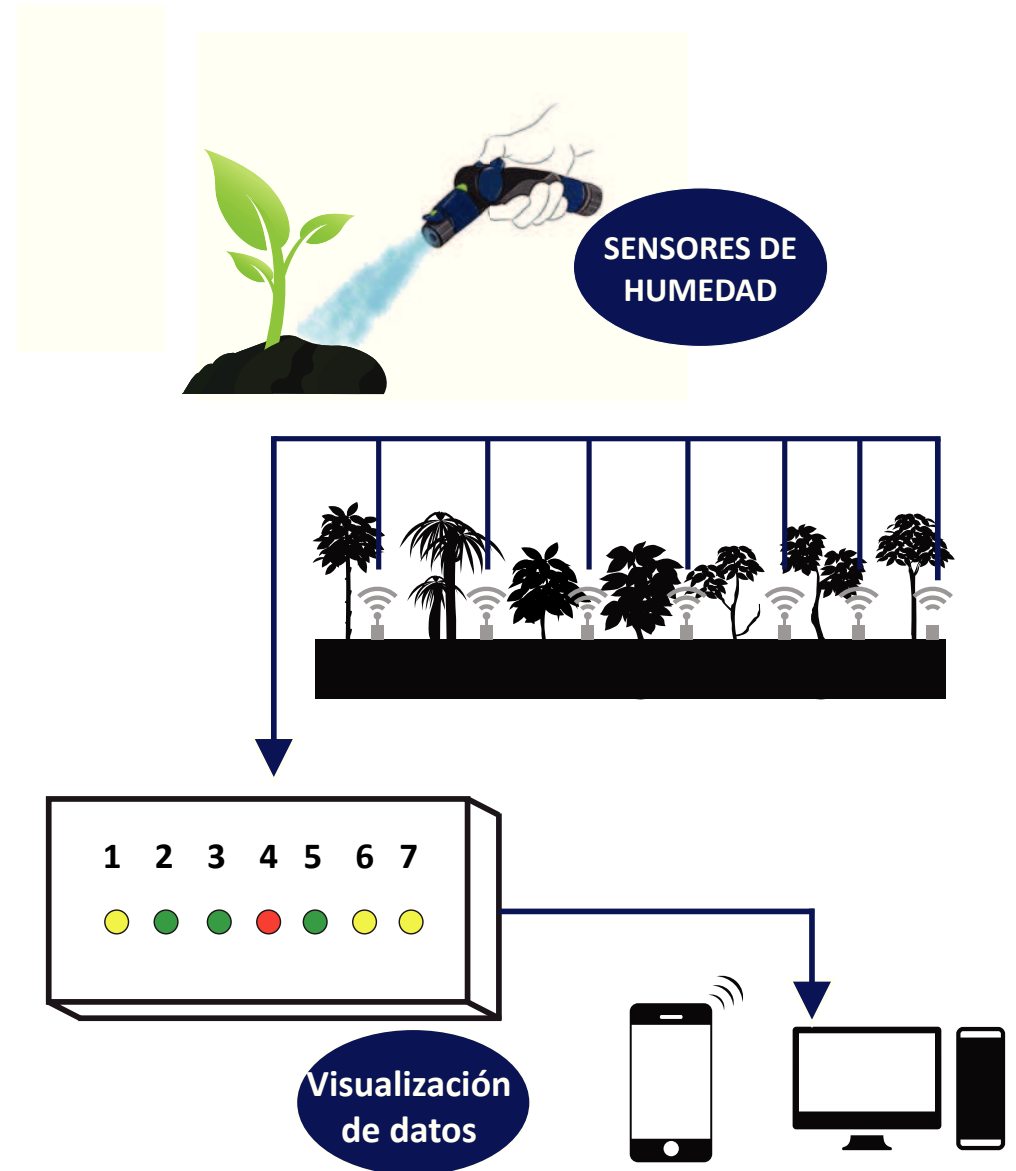
## CONCEPTO 3

### Regando las plantas

- Comunicación Inalámbrica entre todos los dispositivos.
- Alimentación mediante batería o cable para los sensores. Batería para el accesorio de la manguera. Cable para la pantalla. De 5v a 12v.
- El accesorio para la manguera consiste en un pequeño sistema de visualización que permita seleccionar el sensor a mostrar la información.
- Se puede medir la humedad tanto en macetas como en un área de tierra mediante un sensor por maceta o una matriz de sensores para una superficie de tierra.
- Mediante una pantalla o con un PC, se puede acceder a la interfaz del sistema en la cual gráficamente se muestra el estado del jardín.

Proyecto Híbrido  
METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto



A close-up photograph of a hand holding a black pencil, sketching a car on a white sheet of paper. The car is a sedan, shown from a front-three-quarter view. The sketch is done with dark, expressive lines. The background is blurred, showing a desk with some other papers and a pen.

**N3**

---

**DESARROLLO  
CONCEPTOS**



# 3 CONCEPTO ELEGIDO

# BAMBU

Finalmente el concepto elegido ha sido el concepto nº3 que concientiza al usuario sobre el uso del agua a la hora del riego de las plantas.

Además le ayuda en el cuidado de las mismas.

En esta fase se tratará de desarrollar hasta el detalle todas las características del concepto para convertirlo en un producto con posibilidades en el mercado.

## **Mejoras a realizar**

El hecho de que el sistema receptor de los datos fuera la manguera aporta gran comodidad al usuario pero, a la vez, encarece enormemente el desarrollo del mismo.

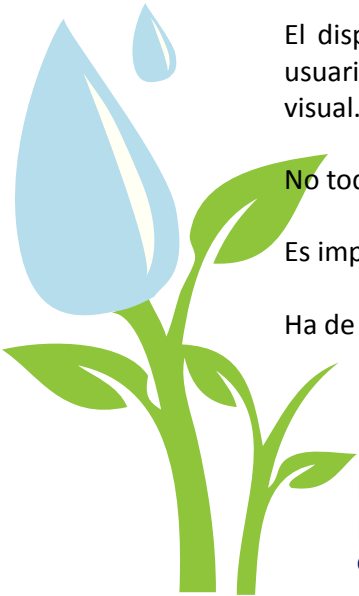
El código de colores debe ser claro y lógico para que el usuario lo reconozca claramente.

El dispositivo de la mota, va a estar alejado de la visión del usuario, lo que puede provocar problemas en la comunicación visual.

No todos los jardines tienen el mismo tamaño.

Es importante que se pueda utilizar en todo tipo de plantas.

Ha de acogerse a los conocimientos electrónicos del alumno.



## Evolución del concepto

En el desarrollo del concepto surgieron numerosos cambios que nos llevaron al producto final.

Uno de los aspectos que más dificultades produjo en cuanto al desarrollo del producto fue el hecho de que no todos los jardines tienen el mismo tamaño ni el mismo número de plantas por lo que el número de motas necesario variaba.

Por ello, se pensó en desarrollar un sistema ampliable, es decir, que pudieses adquirir las motas que desearas y relacionarlas todas con un dispositivo central, pero todo esto ocasionaba problemas en el uso del dispositivo.

Inicialmente, se desechó la idea de que la información al usuario se suministrase a través de la manguera ya que suponía un elevado aumento del coste y de la complejidad del proyecto. Por lo tanto, se optó por que hubiese un dispositivo central.

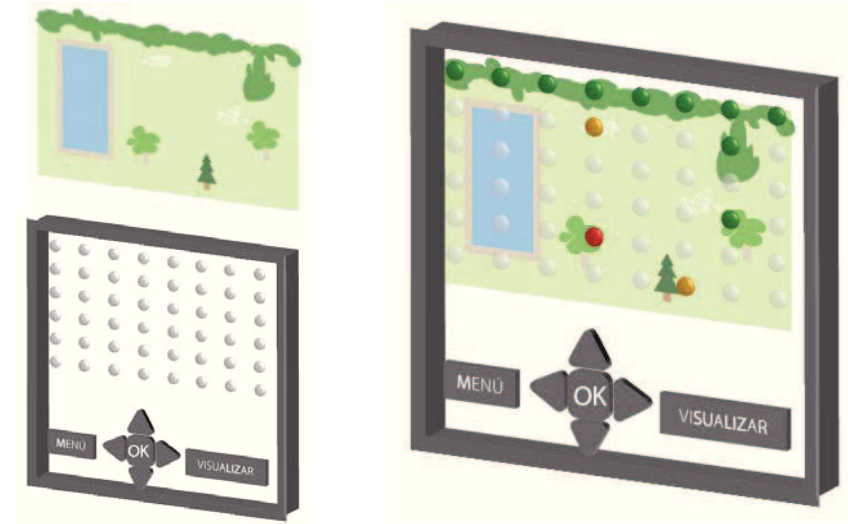
Se llegó a la conclusión de que la mejor opción sería que este dispositivo de recogida de datos fuese el móvil del usuario mediante una aplicación asociada al producto.

No se pudo llevar a cabo esta idea ya que los conocimientos sobre electrónica nos restringían.

Es entonces cuando se empezó a desarrollar un dispositivo central capaz de recoger esta información y mostrarla de la manera más lógica y ordenada posible.

Se barajaron diferentes posibilidades:

### 1. Cuadrícula de leds



La primera posibilidad consiste en un dispositivo de información analógico. Consiste en una cuadrícula que el usuario debe configurar.

#### Ventajas

- Se ve claramente la distribución de las motas en el jardín ya que dispone de una ranura para introducir un dibujo del jardín.
- Tiene un conjunto de botones intuitivo.
- No es necesario que sea portátil ya que el usuario localiza las plantas que necesitan agua en el mapa y luego acude a regar cada una de ellas.
- Ampliable. Basta con comprar más motas y configurarlas.

#### Inconvenientes

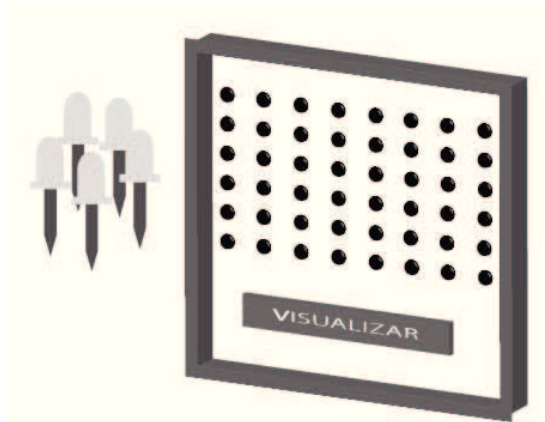
- Tiene un tamaño grande.
- El método de configuración hace más complejo el uso del dispositivo y no sería adecuado para todos los usuarios.
- La disposición de un gran número de leds y de la opción configurable por el usuario, encarece el producto.

# 3 CONCEPTO ELEGIDO

# BAMBU

## Evolución del concepto

### 2. Cuadrícula de conectores



Otra idea, similar a la anterior, intentaba suprimir de la anterior el coste por la cantidad de leds que contenía.

En esta ocasión, se planteaba una cuadrícula con agujeros interconectados en el interior. El usuario adquiriría packs de leds y motas (cada uno con un número serigrafiado) y colocaba los leds en el agujero de la cuadrícula que considerase oportuno, relacionandolo lógicamente con el lugar en el que había colocado la mota en su jardín.

#### Ventajas

- Disposición lógica de las motas. El usuario decide dónde y cómo las coloca.
- Ampliable. El usuario adquiere motas y leds para ampliar su dispositivo cuanto quiera.

#### Inconvenientes

- Complejidad de uso

Proyecto Híbrido

METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

Además de todo esto, también se pensó que el usuario pudiese consultar los datos en su ordenador, pero ocurría lo mismo que con el smartphone.

Una idea clara que hubo desde el principio fue que los dispositivos centrales tuviesen un botón “Visualizar” que haría que los leds no estuviesen continuamente luciendo sino que lo hiciesen cuando el usuario lo solicita. Esto produce un enorme ahorro en las baterías, ya que el dispositivo estará en standby la mayor parte del tiempo.

Además se barajaron diferentes opciones en cuanto a la transmisión de datos entre las motas y el aparato central. Se plantearon 3 diferentes opciones:



**Radiofrecuencia**

Finalmente se escogió la radiofrecuencia por ser el más económico y, aunque tenía el menor alcance, éste era adecuado para cubrir todo el terreno de un jardín particular.

# 3 CONCEPTO ELEGIDO

# BAMBU

## Concepto final

Con esto, llegamos al producto final.

Se trata de 2 dispositivos intercomunicados entre sí.

Uno de ellos será el que denominemos **Mota**. Este dispositivo se clava en el suelo para estar en contacto con la tierra. En las puntas inferiores lleva dos sensores de humedad, que, mediante electrólisis, mide la humedad del suelo, la relaciona con unos parámetros establecidos e informa al usuario de la necesidad de agua de sus plantas.

El otro dispositivo será el que denominemos a partir de ahora Mando. Se trata de un control del estado de las plantas. Consta de un botón Visualizar que permite recibir información del estado de las plantas del jardín sin necesidad de salir de casa. Consta de 6 leds que van relacionados con las 6 motas que el usuario colocará en el jardín.

Al activar el pulsador Visualizar, se iluminarán los leds del Mando según el estado de las plantas, mediante un código de color (rojo, amarillo y verde) similar al de los semáforos, y también se iluminarán los leds de las Motas del jardín. Se apagarán a los 5 minutos.

Para la venta final, habrá diferentes packs según la amplitud del jardín.

- Pack con 6 Motas de jardín y un Mando con 6 leds.
- Pack con 9 Motas de jardín y un Mando con 9 leds.
- Pack con 12 Motas de jardín y un Mando con 12 leds.

Proyecto Híbrido  
METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto





# 3 CONCEPTO ELEGIDO

## ENTORNO



Este es un producto pensado exclusivamente para **uso privado en exteriores, en el jardín doméstico** y en invernaderos, para el control de sistemas de riego automático o manual.

No se permite el uso en el ámbito industrial ni en conexión con productos químicos, alimentos o sustancias inflamables y explosivos debido a su modo de funcionamiento. Esto se debe a que los sensores no están diseñados para soportar todos los tipos de productos químicos que se pueden esparcir por este tipo de entornos.

El sistema utiliza la conductividad de la tierra para medir la humedad y por tanto el contacto con algunos productos químicos puede producir reacciones inesperadas o adversas para los usuarios.

Proyecto Híbrido  
METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

# BAMBU

Características:

**PRIVADO**  
**EXTERIORES**  
**JARDÍN DOMÉSTICO**  
**RIEGO AUTOMÁTICO O MANUAL**



# 3 CONCEPTO ELEGIDO

# BAMBU

## Concepto final

En cuanto a la interfaz del producto se pretendía crear un código de colores que fuese fácilmente entendible por los usuarios. Por eso, se seleccionó un código de color basado en los colores rojo, amarillo y verde, similar al de los semáforos.

Al ser un código conocido, el usuario intuye el significado de cada color.

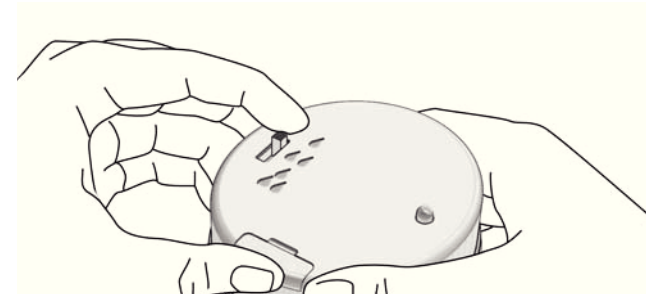
- Rojo Necesita agua urgentemente
- Amarillo Necesita agua
- Verde Nivel de agua adecuado

Otro aspecto de la interfaz que debemos analizar es el que presenta el interruptor. Para acceder al interruptor el usuario debe retirar el capuchón de la mota y seleccionar entre diferentes niveles de humedad.

Para identificar los diferentes niveles de humedad se han creado tres símbolos:

- Planta de seco
- Planta de humedad media
- Planta de humedad alta

Finalmente debemos analizar el botón Visualizar del Mando, que, para un uso más sencillo, se ha representado con un ojo.



# 3 CONCEPTO ELEGIDO

## MOTA

### Análisis formal

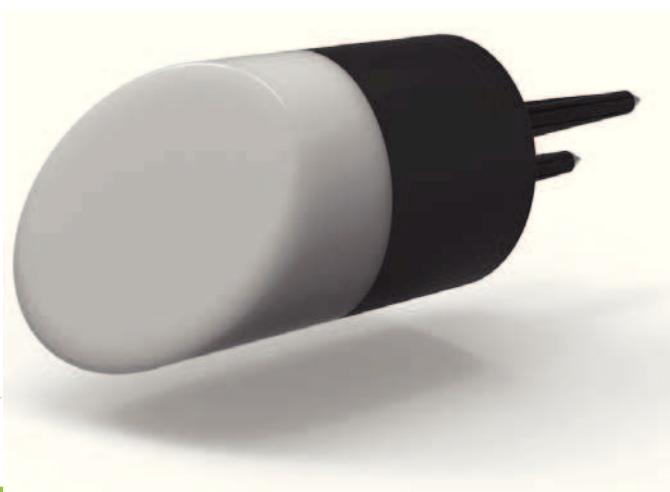
La forma del producto respecto con la del concepto inicial ha variado considerablemente.

En un principio se pensó en una forma integrada con la naturaleza, que simulase una planta o un animal. En este caso nos decantamos por una mariquita, por su forma redondeada, que resultaba cómoda a la hora de manipular la mota.

La forma final conserva esa redondez de la que hablabamos porque se considera cómoda para el usuario. Pero no es círculo perfecto sino que lo convertimos en un óvalo.

Las dimensiones finales del óvalo son aptas para el cómodo manejo del aparato por los usuarios.

Las varillas en la parte inferior hacen intuitivo el hecho de que hay que clavarla en la tierra.

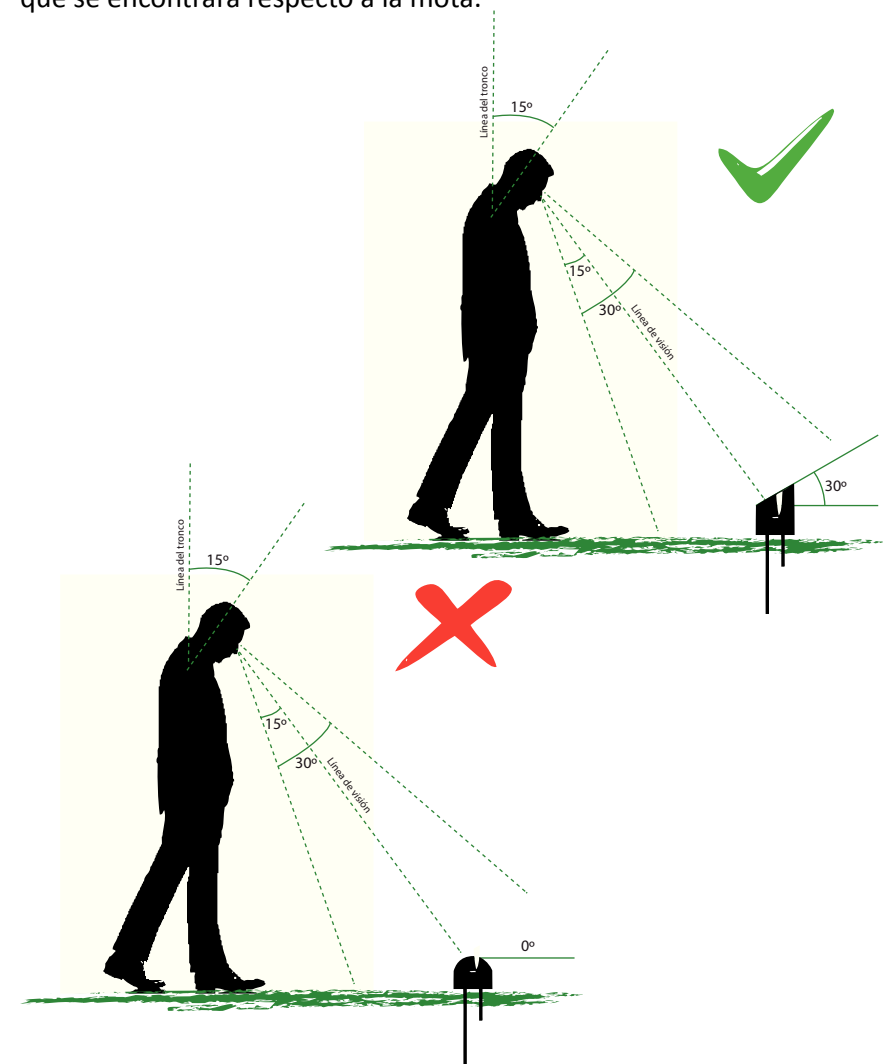


Proyecto Híbrido  
METODOLOGÍA

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de producto

# BAMBU

Además, la parte superior tendrá una inclinación de 30° ya que se estima que es el ángulo de visión óptimo para el usuario desde la posición en la que se encontrará respecto a la mota.





# 3 CONCEPTO ELEGIDO

## MOTA

### Análisis formal

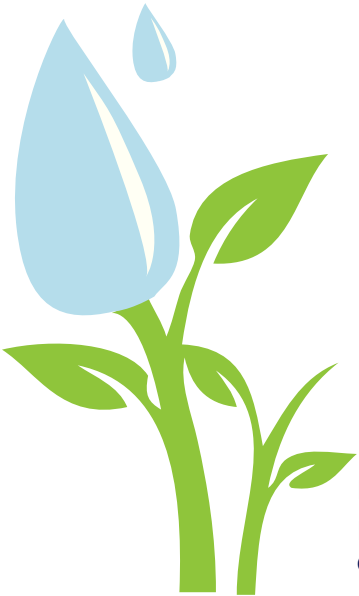
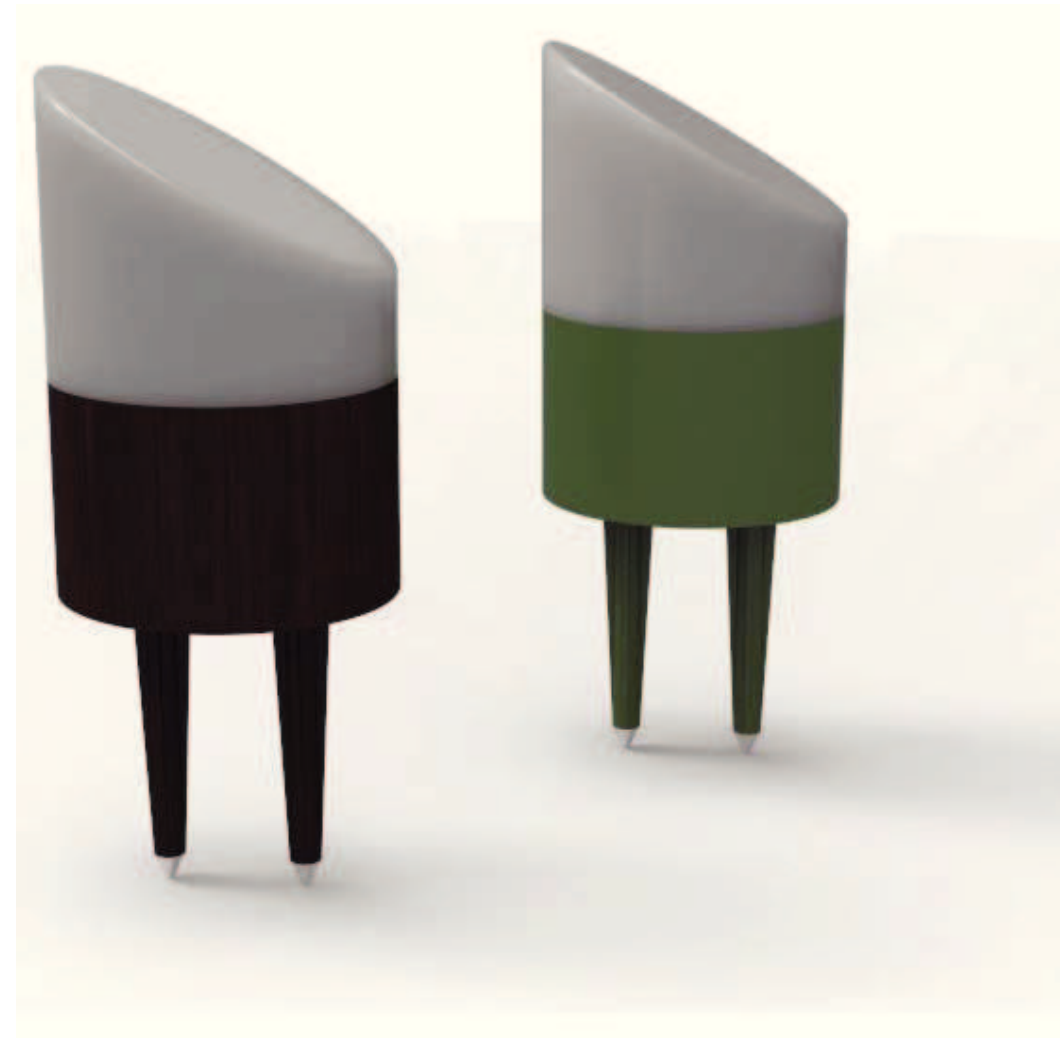
El carácter ovalado de la mota limita las posiciones en las que colocar el capuchón superior, lo que ayuda a la hora de la visualización del número serigrafiado en la parte inclinada.

En cuanto a los colores y acabados, podrían existir diferentes opciones, como las que proponemos en la imagen.

El PVC, material en el que están fabricadas, PVC permite que puedan obtenerse acabados muy diversos.

En el producto propuesto que ha optado por dejar el material al natural, sin ningún acabado concreto, ya que todo proceso añadido encarece de una forma u otra el precio final del producto.

# BAMBU



## Anexo D – Datasheets

---



# **PIC18F46J50**

## **Data Sheet**

28/44-Pin, Low-Power,  
High-Performance USB Microcontrollers  
with nanoWatt XLP Technology

---

---

**Note the following details of the code protection feature on Microchip devices:**

- Microchip products meet the specification contained in their particular Microchip Data Sheet.
- Microchip believes that its family of products is one of the most secure families of its kind on the market today, when used in the intended manner and under normal conditions.
- There are dishonest and possibly illegal methods used to breach the code protection feature. All of these methods, to our knowledge, require using the Microchip products in a manner outside the operating specifications contained in Microchip's Data Sheets. Most likely, the person doing so is engaged in theft of intellectual property.
- Microchip is willing to work with the customer who is concerned about the integrity of their code.
- Neither Microchip nor any other semiconductor manufacturer can guarantee the security of their code. Code protection does not mean that we are guaranteeing the product as "unbreakable."

Code protection is constantly evolving. We at Microchip are committed to continuously improving the code protection features of our products. Attempts to break Microchip's code protection feature may be a violation of the Digital Millennium Copyright Act. If such acts allow unauthorized access to your software or other copyrighted work, you may have a right to sue for relief under that Act.

---

Information contained in this publication regarding device applications and the like is provided only for your convenience and may be superseded by updates. It is your responsibility to ensure that your application meets with your specifications. MICROCHIP MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES OF ANY KIND WHETHER EXPRESS OR IMPLIED, WRITTEN OR ORAL, STATUTORY OR OTHERWISE, RELATED TO THE INFORMATION, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ITS CONDITION, QUALITY, PERFORMANCE, MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR PURPOSE. Microchip disclaims all liability arising from this information and its use. Use of Microchip devices in life support and/or safety applications is entirely at the buyer's risk, and the buyer agrees to defend, indemnify and hold harmless Microchip from any and all damages, claims, suits, or expenses resulting from such use. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any Microchip intellectual property rights.

#### Trademarks

The Microchip name and logo, the Microchip logo, dsPIC, KEELOQ, KEELOQ logo, MPLAB, PIC, PICmicro, PICSTART, PIC<sup>32</sup> logo, rPIC and UNI/O are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

FilterLab, Hampshire, HI-TECH C, Linear Active Thermistor, MXDEV, MXLAB, SEEVAL and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

Analog-for-the-Digital Age, Application Maestro, CodeGuard, dsPICDEM, dsPICDEM.net, dsPICworks, dsSPEAK, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, HI-TIDE, In-Circuit Serial Programming, ICSP, Mindi, MiWi, MPASM, MPLAB Certified logo, MPLIB, MPLINK, mTouch, Omniscent Code Generation, PICC, PICC-18, PICDEM, PICDEM.net, PICkit, PICTail, REAL ICE, rLAB, Select Mode, Total Endurance, TSHARC, UniWinDriver, WiperLock and ZENA are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

SQTP is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

© 2011, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

 Printed on recycled paper.

ISBN: 978-1-61341-027-1

*Microchip received ISO/TS-16949:2002 certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona; Gresham, Oregon and design centers in California and India. The Company's quality system processes and procedures are for its PIC® MCUs and dsPIC® DSCs, KEELOQ® code hopping devices, Serial EEPROMs, microperipherals, nonvolatile memory and analog products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001:2000 certified.*

**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM**  
**CERTIFIED BY DNV**  
**== ISO/TS 16949:2002 ==**



# PIC18F46J50 FAMILY

## 28/44-Pin, Low-Power, High-Performance USB Microcontrollers

### Power Management Features with nanoWatt XLP™ for Extreme Low-Power:

- Deep Sleep mode: CPU off, Peripherals off, Currents Down to 13 nA and 850 nA with RTCC:
  - Able to wake-up on external triggers, programmable WDT or RTCC alarm
  - Ultra Low-Power Wake-up (ULPWU)
- Sleep mode: CPU off, Peripherals off, SRAM on, Fast Wake-up, Currents Down to 105 nA, Typical
- Idle: CPU off, Peripherals on, Currents Down to 2.3  $\mu$ A, Typical
- Run: CPU on, Peripherals on, Currents Down to 6.2  $\mu$ A, Typical
- Timer1 Oscillator w/RTCC: 1  $\mu$ A, 32 kHz, Typical
- Watchdog Timer: 0.8  $\mu$ A, 2V, Typical

### Special Microcontroller Features:

- Low-Power, High-Speed CMOS Flash Technology
- C Compiler Optimized Architecture for Re-Entrant Code
- Priority Levels for Interrupts
- Self-Programmable under Software Control
- 8 x 8 Single-Cycle Hardware Multiplier
- Extended Watchdog Timer (WDT):
  - Programmable period from 4 ms to 131s
- Single-Supply In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- In-Circuit Debug (ICD) w/Three Breakpoints via 2 Pins
- Operating Voltage Range of 2.0V to 3.6V
- On-Chip 2.5V Regulator
- Flash Program Memory of 10,000 Erase/Write Cycles Minimum and 20-Year Data Retention

### Universal Serial Bus (USB) Features

- USB V2.0 Compliant
- Full Speed (12 Mbps) and Low Speed (1.5 Mbps)
- Supports Control, Interrupt, Isochronous and Bulk Transfers
- Supports up to 32 Endpoints (16 bidirectional)
- USB module can use any RAM Location on the Device as USB Endpoint Buffers
- On-Chip USB Transceiver with Crystal-less operation

### Flexible Oscillator Structure:

- High-Precision Internal Oscillator ( $\pm 0.15\%$  typ.) for USB
- Two External Clock modes, up to 48 MHz (12 MIPS)
- Low-Power, 31 kHz Internal RC Oscillator
- Tunable Internal Oscillator (31 kHz to 8 MHz, or up to 48 MHz with PLL)
- Secondary Oscillator using Timer1 @ 32 kHz
- Fail-Safe Clock Monitor:
  - Allows for safe shutdown if any clock stops
- Two-Speed Oscillator Start-up
- Programmable Reference Clock Output Generator

### Peripheral Highlights:

- Peripheral Pin Select:
  - Allows independent I/O mapping of many peripherals
  - Continuous hardware integrity checking and safety interlocks prevent unintentional configuration changes
- Hardware Real-Time Clock and Calendar (RTCC):
  - Provides clock, calendar and alarm functions
- High-Current Sink/Source 25 mA/25 mA (PORTB and PORTC)
- 5.5V Tolerant Inputs (digital only pins)
- Four Programmable External Interrupts
- Four Input Change Interrupts
- Two Enhanced Capture/Compare/PWM (ECCP) modules:
  - One, two or four PWM outputs
  - Selectable polarity
  - Programmable dead time
  - Auto-shutdown and auto-restart
  - Pulse steering control
- Two Master Synchronous Serial Port (MSSP) modules Supporting Three-Wire SPI (all four modes) and I<sup>2</sup>C™ Master and Slave modes
- Full-Duplex Master/Slave SPI DMA Engine
- 8-Bit Parallel Master Port/Enhanced Parallel Slave Port
- Two-Rail – Rail Analog Comparators with Input Multiplexing
- 10-Bit, up to 13-Channel Analog-to-Digital (A/D) Converter module:
  - Auto-acquisition capability
  - Conversion available during Sleep
  - Self-calibration
- High/Low-Voltage Detect module
- Charge Time Measurement Unit (CTMU):
  - Supports capacitive touch sensing for touch screens and capacitive switches
  - Provides a precise resolution time measurement for both flow measurement and simple temperature sensing
- Two Enhanced USART modules:
  - Supports RS-485, RS-232 and LIN/J2602
  - Auto-Wake-up on Start bit
- Auto-Baud Detect

# PIC18F46J50 FAMILY

| PIC18F/LF <sup>(1)</sup><br>Device | Pins | Program<br>Memory (bytes) | SRAM (bytes) | Remappable<br>Pins | Timers<br>8/16-Bit | ECCP/(PWM) | EUSART | MSSP      |                   | 10-Bit A/D (ch) | Comparators | Deep Sleep | PMP/PSP | CTMU | RTCC | USB |
|------------------------------------|------|---------------------------|--------------|--------------------|--------------------|------------|--------|-----------|-------------------|-----------------|-------------|------------|---------|------|------|-----|
|                                    |      |                           |              |                    |                    |            |        | SPI w/DMA | I <sup>2</sup> C™ |                 |             |            |         |      |      |     |
| PIC18F24J50                        | 28   | 16K                       | 3776         | 16                 | 2/3                | 2          | 2      | 2         | Y                 | Y               | 10          | 2          | Y       | N    | Y    | Y   |
| PIC18F25J50                        | 28   | 32K                       | 3776         | 16                 | 2/3                | 2          | 2      | 2         | Y                 | Y               | 10          | 2          | Y       | N    | Y    | Y   |
| PIC18F26J50                        | 28   | 64K                       | 3776         | 16                 | 2/3                | 2          | 2      | 2         | Y                 | Y               | 10          | 2          | Y       | N    | Y    | Y   |
| PIC18F44J50                        | 44   | 16K                       | 3776         | 22                 | 2/3                | 2          | 2      | 2         | Y                 | Y               | 13          | 2          | Y       | Y    | Y    | Y   |
| PIC18F45J50                        | 44   | 32K                       | 3776         | 22                 | 2/3                | 2          | 2      | 2         | Y                 | Y               | 13          | 2          | Y       | Y    | Y    | Y   |
| PIC18F46J50                        | 44   | 64K                       | 3776         | 22                 | 2/3                | 2          | 2      | 2         | Y                 | Y               | 13          | 2          | Y       | Y    | Y    | Y   |
| PIC18LF24J50                       | 28   | 16K                       | 3776         | 16                 | 2/3                | 2          | 2      | 2         | Y                 | Y               | 10          | 2          | N       | N    | Y    | Y   |
| PIC18LF25J50                       | 28   | 32K                       | 3776         | 16                 | 2/3                | 2          | 2      | 2         | Y                 | Y               | 10          | 2          | N       | N    | Y    | Y   |
| PIC18LF26J50                       | 28   | 64K                       | 3776         | 16                 | 2/3                | 2          | 2      | 2         | Y                 | Y               | 10          | 2          | N       | N    | Y    | Y   |
| PIC18LF44J50                       | 44   | 16K                       | 3776         | 22                 | 2/3                | 2          | 2      | 2         | Y                 | Y               | 13          | 2          | N       | Y    | Y    | Y   |
| PIC18LF45J50                       | 44   | 32K                       | 3776         | 22                 | 2/3                | 2          | 2      | 2         | Y                 | Y               | 13          | 2          | N       | Y    | Y    | Y   |
| PIC18LF46J50                       | 44   | 64K                       | 3776         | 22                 | 2/3                | 2          | 2      | 2         | Y                 | Y               | 13          | 2          | N       | Y    | Y    | Y   |

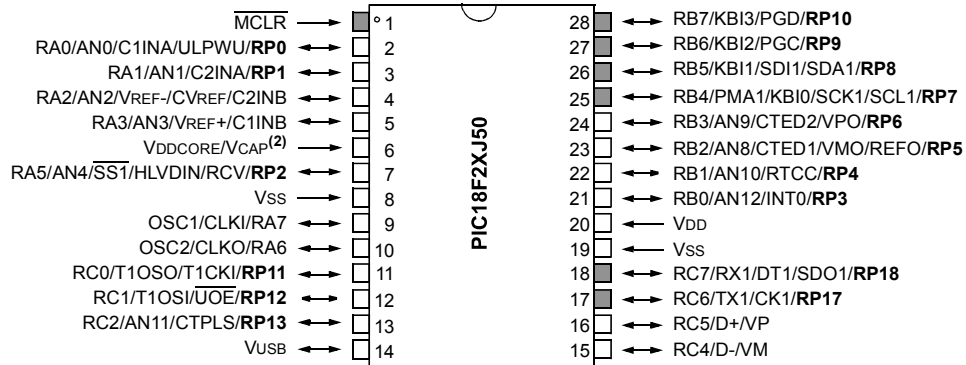
**Note 1:** See [Section 1.3 “Details on Individual Family Devices”](#), [Section 4.6 “Deep Sleep Mode”](#) and [Section 27.3 “On-Chip Voltage Regulator”](#) for details describing the functional differences between PIC18F and PIC18LF variants in this device family.

# PIC18F46J50 FAMILY

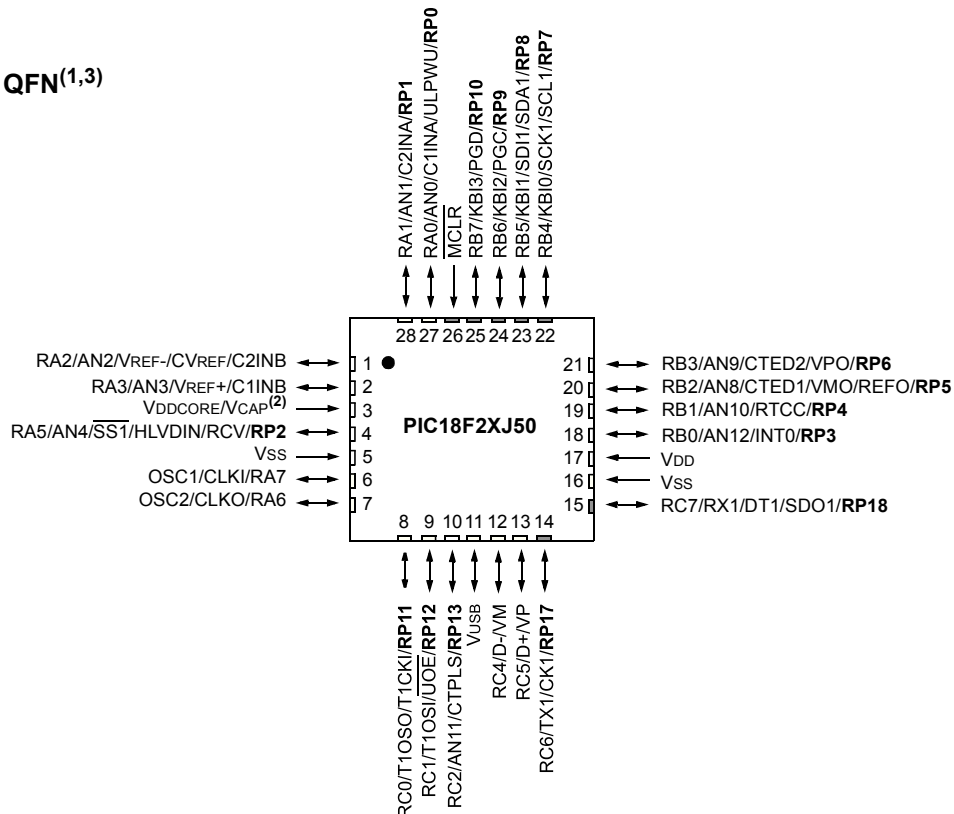
## Pin Diagrams

### 28-Pin SPDIP/SOIC/SSOP<sup>(1)</sup>

■ = Pins are up to 5.5V tolerant



### 28-Pin QFN<sup>(1,3)</sup>



**Legend:** RPn represents remappable pins.

**Note 1:** Some input and output functions are routed through the Peripheral Pin Select (PPS) module and can be dynamically assigned to any of the RPn pins. For a list of the input and output functions, see [Table 10-13](#) and [Table 10-14](#), respectively. For details on configuring the PPS module, see [Section 10.7 "Peripheral Pin Select \(PPS\)"](#).

**2:** See [Section 27.3 "On-Chip Voltage Regulator"](#) for details on how to connect the VDDCORE/VCAP pin.

**3:** For the QFN package, it is recommended that the bottom pad be connected to VSS.

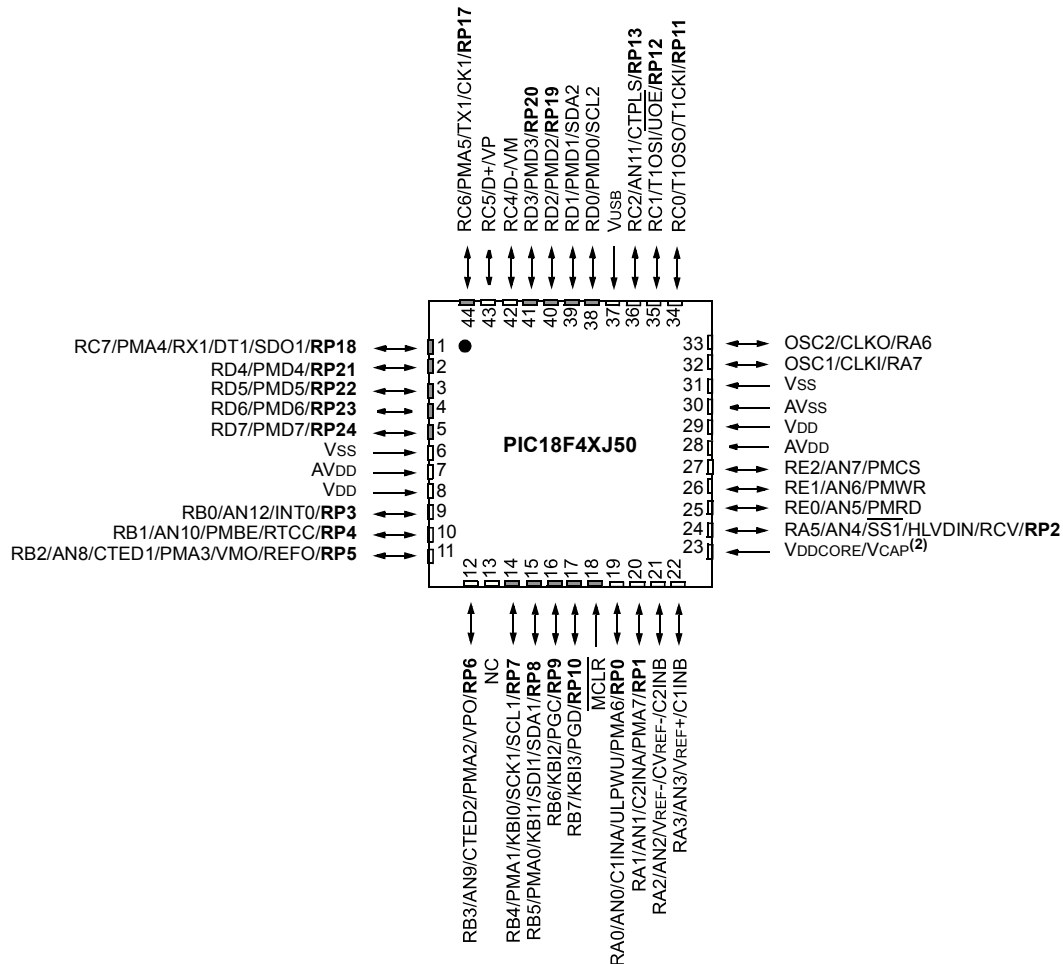


# PIC18F46J50 FAMILY

## Pin Diagrams (Continued)

### 44-Pin QFN<sup>(1,3,4)</sup>

■ = Pins are up to 5.5V tolerant



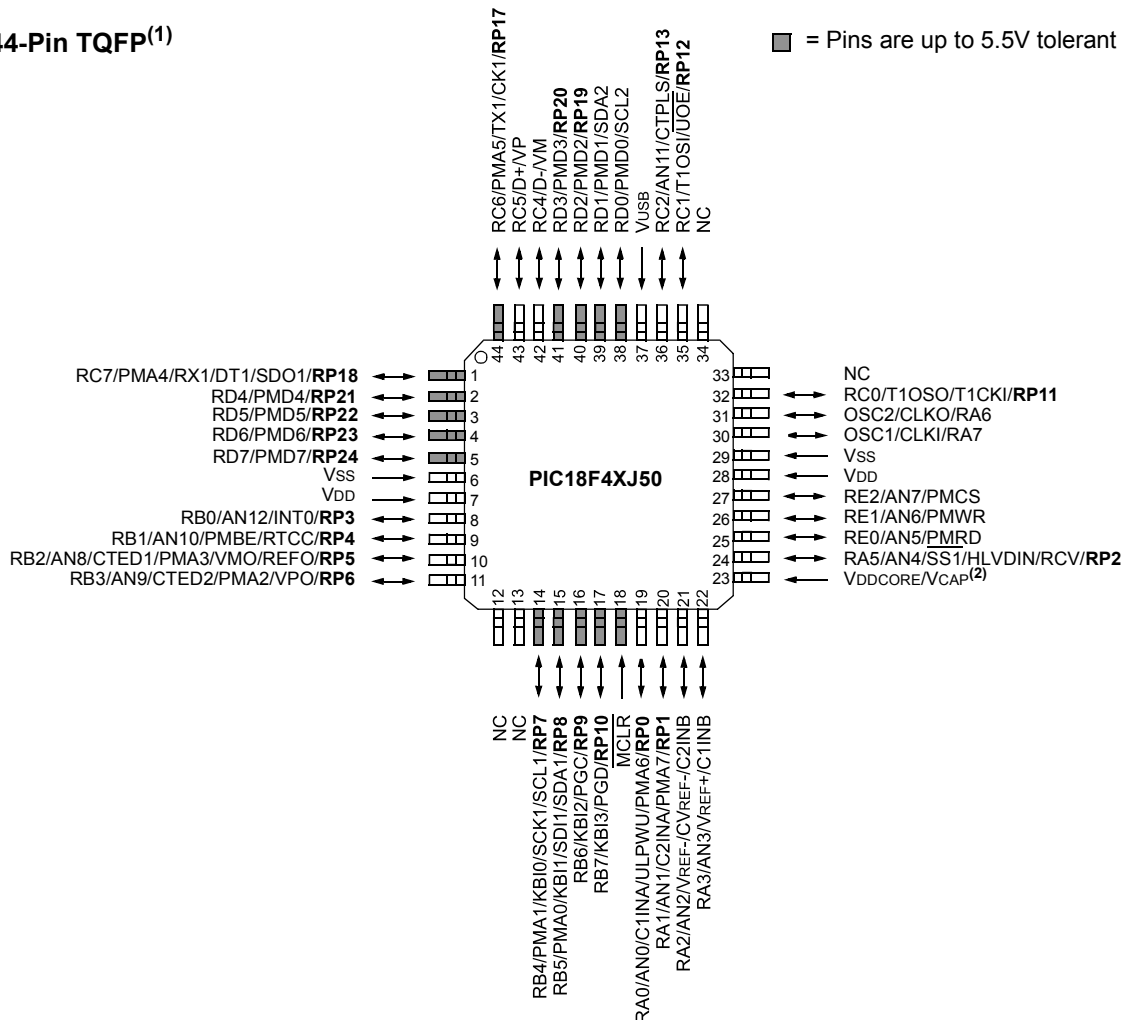
**Legend:** RPn represents remappable pins.

- Note** 1: Some input and output functions are routed through the Peripheral Pin Select (PPS) module and can be dynamically assigned to any of the RPn pins. For a list of the input and output functions, see [Table 10-13](#) and [Table 10-14](#), respectively. For details on configuring the PPS module, see [Section 10.7 "Peripheral Pin Select \(PPS\)"](#).
- 2: See [Section 27.3 "On-Chip Voltage Regulator"](#) for details on how to connect the VDDCORE/VCAP pin.
- 3: For the QFN package, it is recommended that the bottom pad be connected to VSS.
- 4: On 44-pin QFN devices, AVDD and AVSS reference sources are intended to be externally connected to VDD and VSS levels. Other package types tie AVDD and AVSS to VDD and VSS internally.

# PIC18F46J50 FAMILY

## Pin Diagrams (Continued)

### 44-Pin TQFP<sup>(1)</sup>



# PIC18F46J50 FAMILY

---

## Table of Contents

|      |                                                                                 |     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.0  | Device Overview .....                                                           | 11  |
| 2.0  | Guidelines for Getting Started with PIC18FJ Microcontrollers .....              | 29  |
| 3.0  | Oscillator Configurations .....                                                 | 35  |
| 4.0  | Low-Power Modes .....                                                           | 47  |
| 5.0  | Reset .....                                                                     | 63  |
| 6.0  | Memory Organization .....                                                       | 77  |
| 7.0  | Flash Program Memory .....                                                      | 103 |
| 8.0  | 8 x 8 Hardware Multiplier .....                                                 | 113 |
| 9.0  | Interrupts .....                                                                | 115 |
| 10.0 | I/O Ports .....                                                                 | 131 |
| 11.0 | Parallel Master Port (PMP) .....                                                | 169 |
| 12.0 | Timer0 Module .....                                                             | 195 |
| 13.0 | Timer1 Module .....                                                             | 199 |
| 14.0 | Timer2 Module .....                                                             | 211 |
| 15.0 | Timer3 Module .....                                                             | 213 |
| 16.0 | Timer4 Module .....                                                             | 223 |
| 17.0 | Real-Time Clock and Calendar (RTCC) .....                                       | 225 |
| 18.0 | Enhanced Capture/Compare/PWM (ECCP) Module .....                                | 245 |
| 19.0 | Master Synchronous Serial Port (MSSP) Module .....                              | 269 |
| 20.0 | Enhanced Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (EUSART) ..... | 323 |
| 21.0 | 10-bit Analog-to-Digital Converter (A/D) Module .....                           | 347 |
| 22.0 | Universal Serial Bus (USB) .....                                                | 357 |
| 23.0 | Comparator Module .....                                                         | 385 |
| 24.0 | Comparator Voltage Reference Module .....                                       | 391 |
| 25.0 | High/Low Voltage Detect (HLVD) .....                                            | 395 |
| 26.0 | Charge Time Measurement Unit (CTMU) .....                                       | 401 |
| 27.0 | Special Features of the CPU .....                                               | 417 |
| 28.0 | Instruction Set Summary .....                                                   | 435 |
| 29.0 | Development Support .....                                                       | 485 |
| 30.0 | Electrical Characteristics .....                                                | 489 |
| 31.0 | Packaging Information .....                                                     | 531 |
|      | Appendix A: Revision History .....                                              | 545 |
|      | Appendix B: Device Differences .....                                            | 545 |
|      | The Microchip Web Site .....                                                    | 559 |
|      | Customer Change Notification Service .....                                      | 559 |
|      | Customer Support .....                                                          | 559 |
|      | Reader Response .....                                                           | 560 |
|      | Product Identification System .....                                             | 561 |

# PIC18F46J50 FAMILY

## TO OUR VALUED CUSTOMERS

It is our intention to provide our valued customers with the best documentation possible to ensure successful use of your Microchip products. To this end, we will continue to improve our publications to better suit your needs. Our publications will be refined and enhanced as new volumes and updates are introduced.

If you have any questions or comments regarding this publication, please contact the Marketing Communications Department via E-mail at [docerrors@microchip.com](mailto:docerrors@microchip.com) or fax the **Reader Response Form** in the back of this data sheet to (480) 792-4150. We welcome your feedback.

### Most Current Data Sheet

To obtain the most up-to-date version of this data sheet, please register at our Worldwide Web site at:

<http://www.microchip.com>

You can determine the version of a data sheet by examining its literature number found on the bottom outside corner of any page. The last character of the literature number is the version number, (e.g., DS30000A is version A of document DS30000).

### Errata

An errata sheet, describing minor operational differences from the data sheet and recommended workarounds, may exist for current devices. As device/documentation issues become known to us, we will publish an errata sheet. The errata will specify the revision of silicon and revision of document to which it applies.

To determine if an errata sheet exists for a particular device, please check with one of the following:

- Microchip's Worldwide Web site; <http://www.microchip.com>
- Your local Microchip sales office (see last page)

When contacting a sales office, please specify which device, revision of silicon and data sheet (include literature number) you are using.

### Customer Notification System

Register on our web site at [www.microchip.com](http://www.microchip.com) to receive the most current information on all of our products.

# PIC18F46J50 FAMILY

---

NOTES:



# **PIC16F87XA**

## **Data Sheet**

28/40/44-Pin Enhanced Flash  
Microcontrollers

---

**Note the following details of the code protection feature on Microchip devices:**

- Microchip products meet the specification contained in their particular Microchip Data Sheet.
- Microchip believes that its family of products is one of the most secure families of its kind on the market today, when used in the intended manner and under normal conditions.
- There are dishonest and possibly illegal methods used to breach the code protection feature. All of these methods, to our knowledge, require using the Microchip products in a manner outside the operating specifications contained in Microchip's Data Sheets. Most likely, the person doing so is engaged in theft of intellectual property.
- Microchip is willing to work with the customer who is concerned about the integrity of their code.
- Neither Microchip nor any other semiconductor manufacturer can guarantee the security of their code. Code protection does not mean that we are guaranteeing the product as "unbreakable."

Code protection is constantly evolving. We at Microchip are committed to continuously improving the code protection features of our products. Attempts to break microchip's code protection feature may be a violation of the Digital Millennium Copyright Act. If such acts allow unauthorized access to your software or other copyrighted work, you may have a right to sue for relief under that Act.

---

Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. It is your responsibility to ensure that your application meets with your specifications. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Microchip Technology Incorporated with respect to the accuracy or use of such information, or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Microchip's products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Microchip. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights.

#### Trademarks

The Microchip name and logo, the Microchip logo, Accuron, dsPIC, KEELoQ, MPLAB, PIC, PICmicro, PICSTART, PRO MATE and PowerSmart are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

Amplab, FilterLab, microID, MXDEV, MXLAB, PICMASTER, SEEVAL and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

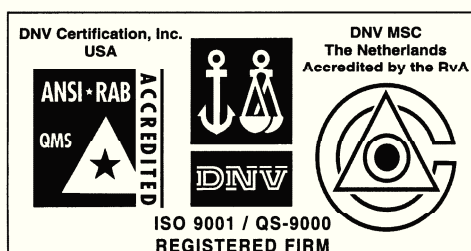
Application Maestro, dsPICDEM, dsPICDEM.net, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, FlexROM, fuzzyLAB, In-Circuit Serial Programming, ICSP, ICEPIC, microPort, Migratable Memory, MPASM, MPLIB, MPLINK, MPSIM, PICkit, PICDEM, PICDEM.net, PowerCal, PowerInfo, PowerMate, PowerTool, rLAB, rPIC, Select Mode, SmartSensor, SmartShunt, SmartTel and Total Endurance are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

Serialized Quick Turn Programming (SQTP) is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

© 2003, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

 Printed on recycled paper.



*Microchip received QS-9000 quality system certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona in July 1999 and Mountain View, California in March 2002. The Company's quality system processes and procedures are QS-9000 compliant for its PICmicro® 8-bit MCUs, KEELoQ® code hopping devices, Serial EEPROMs, microperipherals, non-volatile memory and analog products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001 certified.*



## 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers

### Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

### High-Performance RISC CPU:

- Only 35 single-word instructions to learn
- All single-cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC – 20 MHz clock input  
DC – 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of Flash Program Memory,  
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM),  
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin  
PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

### Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler,  
can be incremented during Sleep via external  
crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period  
register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™  
(Master mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver  
Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address  
detection
- Parallel Slave Port (PSP) – 8 bits wide with  
external  $\overline{RD}$ ,  $\overline{WR}$  and  $\overline{CS}$  controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for  
Brown-out Reset (BOR)

### Analog Features:

- 10-bit, up to 8-channel Analog-to-Digital  
Converter (A/D)
- Brown-out Reset (BOR)
- Analog Comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference  
(VREF) module
  - Programmable input multiplexing from device  
inputs and internal voltage reference
  - Comparator outputs are externally accessible

### Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash  
program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM  
memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™)  
via two pins
- Single-supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC  
oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving Sleep mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

### CMOS Technology:

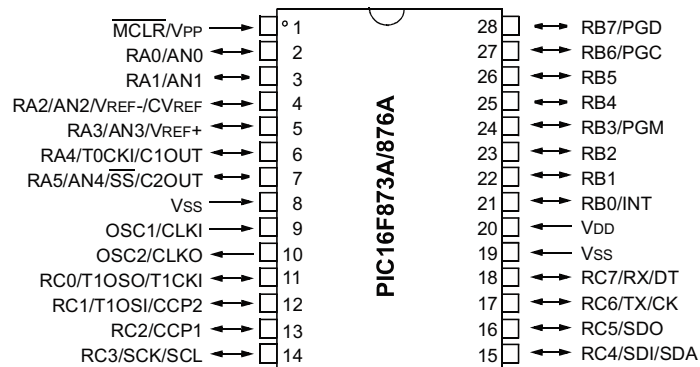
- Low-power, high-speed Flash/EEPROM  
technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption

| Device     | Program Memory |                               | Data<br>SRAM<br>(Bytes) | EEPROM<br>(Bytes) | I/O | 10-bit<br>A/D (ch) | CCP<br>(PWM) | MSSP |               | USART | Timers<br>8/16-bit | Comparators |
|------------|----------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------|-----|--------------------|--------------|------|---------------|-------|--------------------|-------------|
|            | Bytes          | # Single Word<br>Instructions |                         |                   |     |                    |              | SPI  | Master<br>I²C |       |                    |             |
| PIC16F873A | 7.2K           | 4096                          | 192                     | 128               | 22  | 5                  | 2            | Yes  | Yes           | Yes   | 2/1                | 2           |
| PIC16F874A | 7.2K           | 4096                          | 192                     | 128               | 33  | 8                  | 2            | Yes  | Yes           | Yes   | 2/1                | 2           |
| PIC16F876A | 14.3K          | 8192                          | 368                     | 256               | 22  | 5                  | 2            | Yes  | Yes           | Yes   | 2/1                | 2           |
| PIC16F877A | 14.3K          | 8192                          | 368                     | 256               | 33  | 8                  | 2            | Yes  | Yes           | Yes   | 2/1                | 2           |

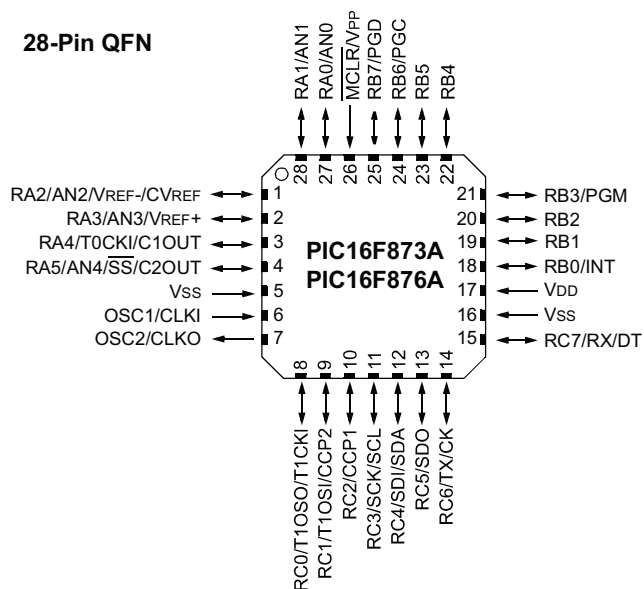
# PIC16F87XA

## Pin Diagrams

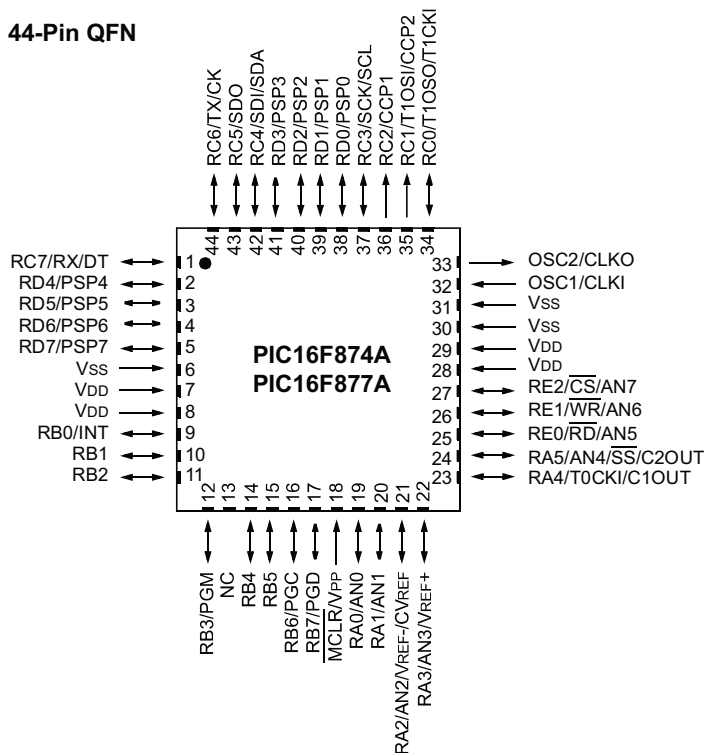
### 28-Pin PDIP, SOIC, SSOP



### 28-Pin QFN

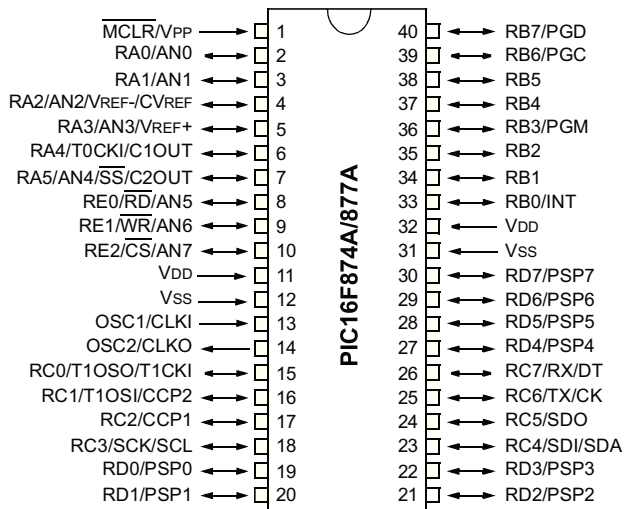


### 44-Pin QFN

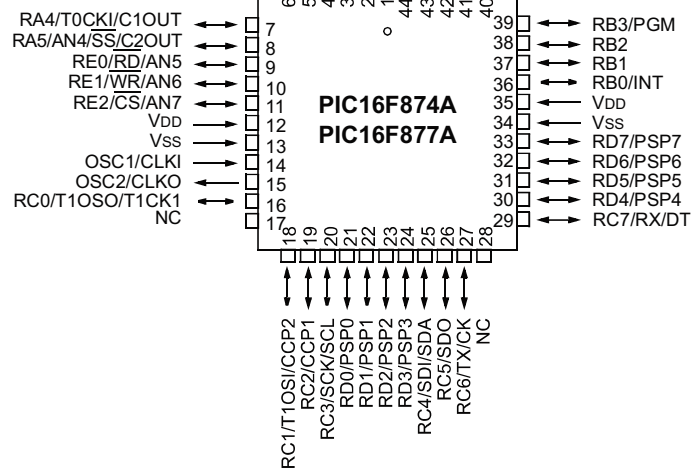


## Pin Diagrams (Continued)

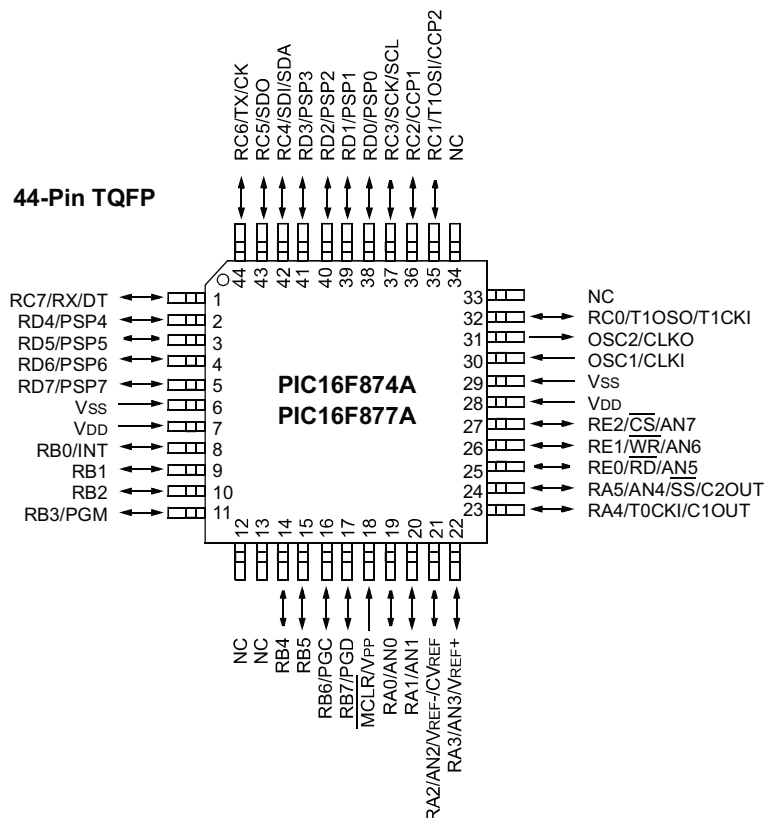
### 40-Pin PDIP



### 44-Pin PLCC



### 44-Pin TQFP



# PIC16F87XA

## Table of Contents

|      |                                                                                   |     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.0  | Device Overview .....                                                             | 5   |
| 2.0  | Memory Organization .....                                                         | 15  |
| 3.0  | Data EEPROM and Flash Program Memory .....                                        | 33  |
| 4.0  | I/O Ports .....                                                                   | 41  |
| 5.0  | Timer0 Module .....                                                               | 53  |
| 6.0  | Timer1 Module .....                                                               | 57  |
| 7.0  | Timer2 Module .....                                                               | 61  |
| 8.0  | Capture/Compare/PWM Modules .....                                                 | 63  |
| 9.0  | Master Synchronous Serial Port (MSSP) Module .....                                | 71  |
| 10.0 | Addressable Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART) ..... | 111 |
| 11.0 | Analog-to-Digital Converter (A/D) Module .....                                    | 127 |
| 12.0 | Comparator Module .....                                                           | 135 |
| 13.0 | Comparator Voltage Reference Module .....                                         | 141 |
| 14.0 | Special Features of the CPU .....                                                 | 143 |
| 15.0 | Instruction Set Summary .....                                                     | 159 |
| 16.0 | Development Support .....                                                         | 167 |
| 17.0 | Electrical Characteristics .....                                                  | 173 |
| 18.0 | DC and AC Characteristics Graphs and Tables .....                                 | 197 |
| 19.0 | Packaging Information .....                                                       | 209 |
|      | Appendix A: Revision History .....                                                | 219 |
|      | Appendix B: Device Differences .....                                              | 219 |
|      | Appendix C: Conversion Considerations .....                                       | 220 |
|      | Index .....                                                                       | 221 |
|      | On-Line Support .....                                                             | 229 |
|      | Systems Information and Upgrade Hot Line .....                                    | 229 |
|      | Reader Response .....                                                             | 230 |
|      | PIC16F87XA Product Identification System .....                                    | 231 |

## TO OUR VALUED CUSTOMERS

It is our intention to provide our valued customers with the best documentation possible to ensure successful use of your Microchip products. To this end, we will continue to improve our publications to better suit your needs. Our publications will be refined and enhanced as new volumes and updates are introduced.

If you have any questions or comments regarding this publication, please contact the Marketing Communications Department via E-mail at [docerrors@mail.microchip.com](mailto:docerrors@mail.microchip.com) or fax the **Reader Response Form** in the back of this data sheet to (480) 792-4150. We welcome your feedback.

### Most Current Data Sheet

To obtain the most up-to-date version of this data sheet, please register at our Worldwide Web site at:

<http://www.microchip.com>

You can determine the version of a data sheet by examining its literature number found on the bottom outside corner of any page. The last character of the literature number is the version number, (e.g., DS30000A is version A of document DS30000).

### Errata

An errata sheet, describing minor operational differences from the data sheet and recommended workarounds, may exist for current devices. As device/documentation issues become known to us, we will publish an errata sheet. The errata will specify the revision of silicon and revision of document to which it applies.

To determine if an errata sheet exists for a particular device, please check with one of the following:

- Microchip's Worldwide Web site; <http://www.microchip.com>
- Your local Microchip sales office (see last page)
- The Microchip Corporate Literature Center; U.S. FAX: (480) 792-7277

When contacting a sales office or the literature center, please specify which device, revision of silicon and data sheet (include literature number) you are using.

### Customer Notification System

Register on our Web site at [www.microchip.com/cn](http://www.microchip.com/cn) to receive the most current information on all of our products.

## 1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information about the following devices:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

PIC16F873A/876A devices are available only in 28-pin packages, while PIC16F874A/877A devices are available in 40-pin and 44-pin packages. All devices in the PIC16F87XA family share common architecture with the following differences:

- The PIC16F873A and PIC16F874A have one-half of the total on-chip memory of the PIC16F876A and PIC16F877A
- The 28-pin devices have three I/O ports, while the 40/44-pin devices have five
- The 28-pin devices have fourteen interrupts, while the 40/44-pin devices have fifteen
- The 28-pin devices have five A/D input channels, while the 40/44-pin devices have eight
- The Parallel Slave Port is implemented only on the 40/44-pin devices

The available features are summarized in Table 1-1. Block diagrams of the PIC16F873A/876A and PIC16F874A/877A devices are provided in Figure 1-1 and Figure 1-2, respectively. The pinouts for these device families are listed in Table 1-2 and Table 1-3.

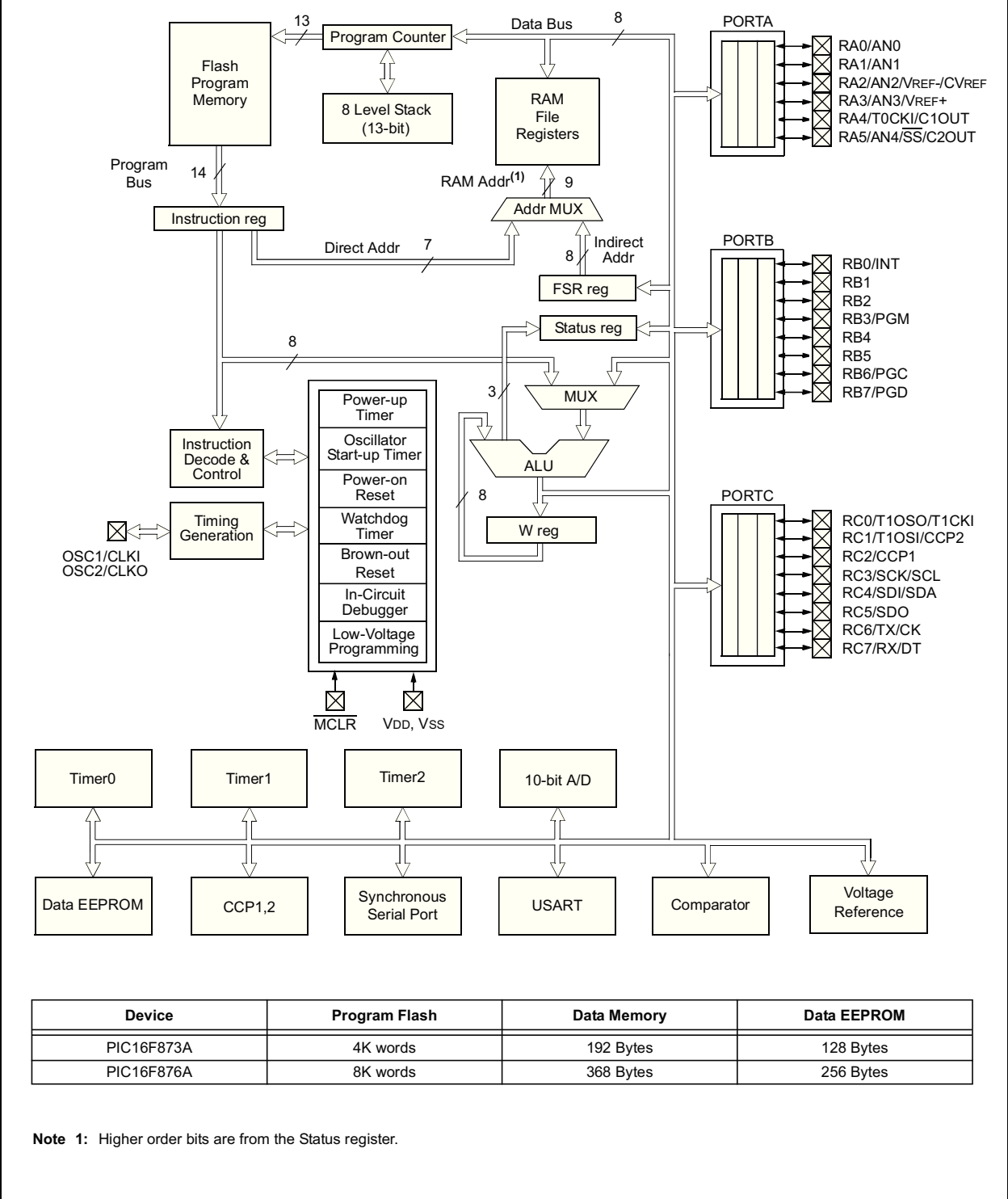
Additional information may be found in the PICmicro® Mid-Range Reference Manual (DS33023), which may be obtained from your local Microchip Sales Representative or downloaded from the Microchip web site. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

**TABLE 1-1: PIC16F87XA DEVICE FEATURES**

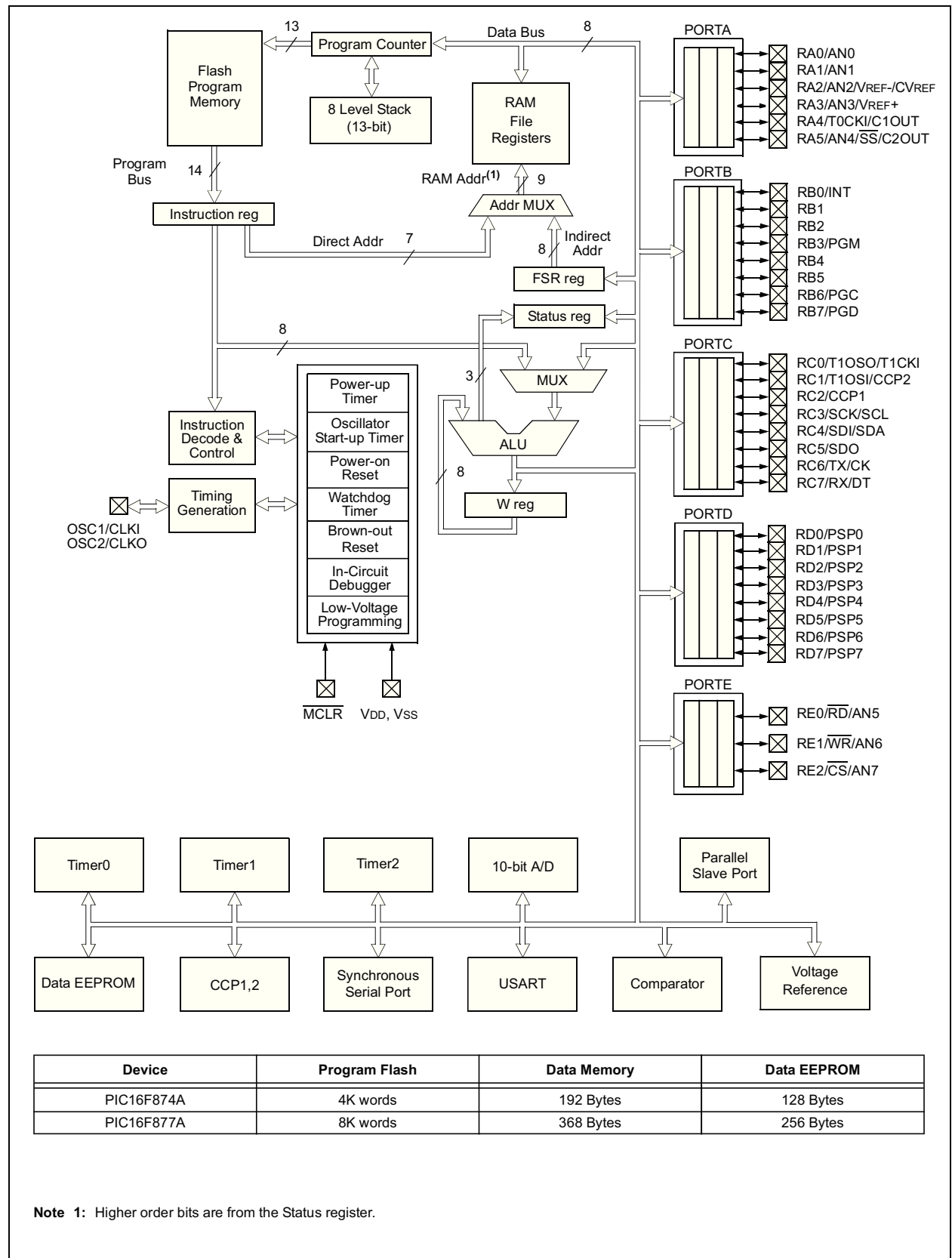
| Key Features                        | PIC16F873A                                              | PIC16F874A                                              | PIC16F876A                                              | PIC16F877A                                              |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Operating Frequency                 | DC – 20 MHz                                             | DC – 20 MHz                                             | DC – 20 MHz                                             | DC – 20 MHz                                             |
| Resets (and Delays)                 | POR, BOR (PWRT, OST)                                    | POR, BOR (PWRT, OST)                                    | POR, BOR (PWRT, OST)                                    | POR, BOR (PWRT, OST)                                    |
| Flash Program Memory (14-bit words) | 4K                                                      | 4K                                                      | 8K                                                      | 8K                                                      |
| Data Memory (bytes)                 | 192                                                     | 192                                                     | 368                                                     | 368                                                     |
| EEPROM Data Memory (bytes)          | 128                                                     | 128                                                     | 256                                                     | 256                                                     |
| Interrupts                          | 14                                                      | 15                                                      | 14                                                      | 15                                                      |
| I/O Ports                           | Ports A, B, C                                           | Ports A, B, C, D, E                                     | Ports A, B, C                                           | Ports A, B, C, D, E                                     |
| Timers                              | 3                                                       | 3                                                       | 3                                                       | 3                                                       |
| Capture/Compare/PWM modules         | 2                                                       | 2                                                       | 2                                                       | 2                                                       |
| Serial Communications               | MSSP, USART                                             | MSSP, USART                                             | MSSP, USART                                             | MSSP, USART                                             |
| Parallel Communications             | —                                                       | PSP                                                     | —                                                       | PSP                                                     |
| 10-bit Analog-to-Digital Module     | 5 input channels                                        | 8 input channels                                        | 5 input channels                                        | 8 input channels                                        |
| Analog Comparators                  | 2                                                       | 2                                                       | 2                                                       | 2                                                       |
| Instruction Set                     | 35 Instructions                                         | 35 Instructions                                         | 35 Instructions                                         | 35 Instructions                                         |
| Packages                            | 28-pin PDIP<br>28-pin SOIC<br>28-pin SSOP<br>28-pin QFN | 40-pin PDIP<br>44-pin PLCC<br>44-pin TQFP<br>44-pin QFN | 28-pin PDIP<br>28-pin SOIC<br>28-pin SSOP<br>28-pin QFN | 40-pin PDIP<br>44-pin PLCC<br>44-pin TQFP<br>44-pin QFN |

# PIC16F87XA

FIGURE 1-1: PIC16F873A/876A BLOCK DIAGRAM



**FIGURE 1-2: PIC16F874A/877A BLOCK DIAGRAM**





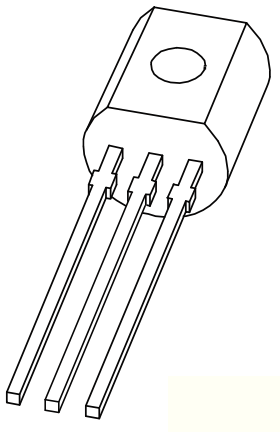
# PIC16F87XA

**TABLE 1-2: PIC16F873A/876A PINOUT DESCRIPTION**

| Pin Name                                                                                                                                                                                                                                       | PDIP, SOIC,<br>SSOP Pin#                                           | QFN<br>Pin#                                                          | I/O/P<br>Type                                                                                          | Buffer<br>Type                                                                | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OSC1/CLKI<br>OSC1<br><br>CLKI                                                                                                                                                                                                                  | 9                                                                  | 6                                                                    | I<br><br>I                                                                                             | ST/CMOS <sup>(3)</sup>                                                        | Oscillator crystal or external clock input.<br>Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS.<br>External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).                                                                                                                                                                                                                                             |
| OSC2/CLKO<br>OSC2<br><br>CLKO                                                                                                                                                                                                                  | 10                                                                 | 7                                                                    | O<br><br>O                                                                                             | —                                                                             | Oscillator crystal or clock output.<br>Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode.<br>In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| MCLR/VPP<br>MCLR<br><br>VPP                                                                                                                                                                                                                    | 1                                                                  | 26                                                                   | I<br><br>P                                                                                             | ST                                                                            | Master Clear (input) or programming voltage (output).<br>Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device.<br>Programming voltage input.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| RA0/AN0<br>RA0<br>AN0<br>RA1/AN1<br>RA1<br>AN1<br>RA2/AN2/VREF-/<br>CVREF<br>RA2<br>AN2<br>VREF-<br>CVREF<br>RA3/AN3/VREF+<br>RA3<br>AN3<br>VREF+<br>RA4/T0CKI/C1OUT<br>RA4<br>T0CKI<br>C1OUT<br>RA5/AN4/SS/C2OUT<br>RA5<br>AN4<br>SS<br>C2OUT | 2<br><br><br>3<br><br><br>4<br><br><br>5<br><br><br>6<br><br><br>7 | 27<br><br><br>28<br><br><br>1<br><br><br>2<br><br><br>3<br><br><br>4 | I/O<br>I<br><br>I/O<br>I<br><br>I/O<br>I<br>I<br>O<br><br>I/O<br>I<br>I<br>O<br><br>I/O<br>I<br>I<br>O | TTL<br><br><br>TTL<br><br><br>TTL<br><br><br>TTL<br><br><br>ST<br><br><br>TTL | PORTA is a bidirectional I/O port.<br><br>Digital I/O.<br>Analog input 0.<br><br>Digital I/O.<br>Analog input 1.<br><br>Digital I/O.<br>Analog input 2.<br>A/D reference voltage (Low) input.<br>Comparator VREF output.<br><br>Digital I/O.<br>Analog input 3.<br>A/D reference voltage (High) input.<br><br>Digital I/O – Open-drain when configured as output.<br>Timer0 external clock input.<br>Comparator 1 output.<br><br>Digital I/O.<br>Analog input 4.<br>SPI slave select input.<br>Comparator 2 output. |

**Legend:** I = input      O = output      I/O = input/output      P = power  
— = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

- Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.



# **BC556; BC557**

## **PNP general purpose transistors**

Product data sheet  
Supersedes data of 1999 Apr 15

2004 Oct 11

## PNP general purpose transistors

## BC556; BC557

## FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 65 V).

## APPLICATIONS

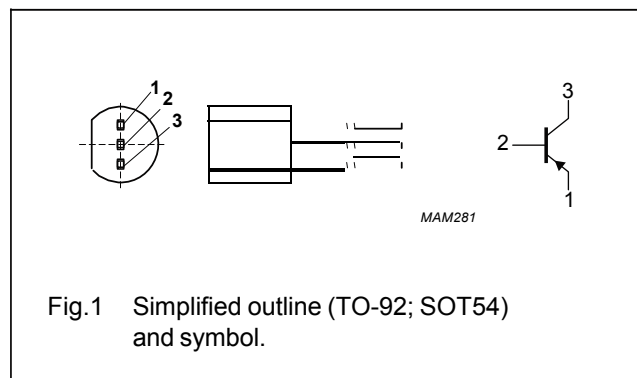
- General purpose switching and amplification.

## DESCRIPTION

PNP transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.  
NPN complements: BC546 and BC547.

## PINNING

| PIN | DESCRIPTION |
|-----|-------------|
| 1   | emitter     |
| 2   | base        |
| 3   | collector   |



## ORDERING INFORMATION

| TYPE NUMBER | PACKAGE |                                                             |         |
|-------------|---------|-------------------------------------------------------------|---------|
|             | NAME    | DESCRIPTION                                                 | VERSION |
| BC556       | SC-43A  | plastic single-ended leaded (through hole) package; 3 leads | SOT54   |
| BC557       |         |                                                             |         |

## LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 60134).

| SYMBOL    | PARAMETER                 | CONDITIONS                                | MIN. | MAX. | UNIT               |
|-----------|---------------------------|-------------------------------------------|------|------|--------------------|
| $V_{CBO}$ | collector-base voltage    | open emitter                              |      |      |                    |
|           | BC556                     |                                           | -    | -80  | V                  |
|           | BC557                     |                                           | -    | -50  | V                  |
| $V_{CEO}$ | collector-emitter voltage | open base                                 |      |      |                    |
|           | BC556                     |                                           | -    | -65  | V                  |
|           | BC557                     |                                           | -    | -45  | V                  |
| $V_{EBO}$ | emitter-base voltage      | open collector                            | -    | -5   | V                  |
| $I_C$     | collector current (DC)    |                                           | -    | -100 | mA                 |
| $I_{CM}$  | peak collector current    |                                           | -    | -200 | mA                 |
| $I_{BM}$  | peak base current         |                                           | -    | -200 | mA                 |
| $P_{tot}$ | total power dissipation   | $T_{amb} \leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ | -    | 500  | mW                 |
| $T_{stg}$ | storage temperature       |                                           | -65  | +150 | $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_j$     | junction temperature      |                                           | -    | 150  | $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{amb}$ | ambient temperature       |                                           | -65  | +150 | $^{\circ}\text{C}$ |

## PNP general purpose transistors

## BC556; BC557

## THERMAL CHARACTERISTICS

| SYMBOL        | PARAMETER                                   | CONDITIONS | VALUE | UNIT |
|---------------|---------------------------------------------|------------|-------|------|
| $R_{th(j-a)}$ | thermal resistance from junction to ambient | note 1     | 250   | K/W  |

## Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

## CHARACTERISTICS

$T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  unless otherwise specified.

| SYMBOL      | PARAMETER                            | CONDITIONS                                                                                                              | MIN. | TYP. | MAX. | UNIT          |
|-------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|---------------|
| $I_{CBO}$   | collector-base cut-off current       | $V_{CB} = -30\text{ V}; I_E = 0\text{ A}$                                                                               | -    | -1   | -15  | nA            |
|             |                                      | $V_{CB} = -30\text{ V}; I_E = 0\text{ A}; T_J = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$                                            | -    | -    | -4   | $\mu\text{A}$ |
| $I_{EBO}$   | emitter-base cut-off current         | $V_{EB} = -5\text{ V}; I_C = 0\text{ V}$                                                                                | -    | -    | -100 | nA            |
| $h_{FE}$    | DC current gain                      | $I_C = -2\text{ mA}; V_{CE} = -5\text{ V};$<br>see Figs 2, 3 and 4                                                      | 125  | -    | 475  |               |
|             | BC556                                |                                                                                                                         |      |      |      |               |
|             | BC557                                |                                                                                                                         |      |      |      |               |
|             | BC556A                               |                                                                                                                         |      |      |      |               |
|             | BC556B; BC557B                       |                                                                                                                         |      |      |      |               |
|             | BC557C                               |                                                                                                                         |      |      |      |               |
| $V_{CEsat}$ | collector-emitter saturation voltage | $I_C = -10\text{ mA}; I_B = -0.5\text{ mA}$                                                                             | -    | -60  | -300 | mV            |
|             |                                      | $I_C = -100\text{ mA}; I_B = -5\text{ mA}$                                                                              | -    | -180 | -650 | mV            |
| $V_{BEsat}$ | base-emitter saturation voltage      | $I_C = -10\text{ mA}; I_B = -0.5\text{ mA};$ note 1                                                                     | -    | -750 | -    | mV            |
|             |                                      | $I_C = -100\text{ mA}; I_B = -5\text{ mA};$ note 1                                                                      | -    | -930 | -    | mV            |
| $V_{BE}$    | base-emitter voltage                 | $V_{CE} = -5\text{ V}; I_C = -2\text{ mA};$ note 2                                                                      | -600 | -650 | -750 | mV            |
|             |                                      | $V_{CE} = -5\text{ V}; I_C = -10\text{ mA};$ note 2                                                                     | -    | -    | -820 | mV            |
| $C_c$       | collector capacitance                | $V_{CB} = -10\text{ V}; I_E = I_C = 0\text{ A}; f = 1\text{ MHz}$                                                       | -    | 3    | -    | pF            |
| $C_e$       | emitter capacitance                  | $V_{EB} = -0.5\text{ V}; I_C = I_E = 0\text{ A}; f = 1\text{ MHz}$                                                      | -    | 10   | -    | pF            |
| $f_T$       | transition frequency                 | $V_{CE} = -5\text{ V}; I_C = -10\text{ mA}; f = 100\text{ MHz}$                                                         | 100  | -    | -    | MHz           |
| F           | noise figure                         | $V_{CE} = -5\text{ V}; I_C = -200\text{ }\mu\text{A}; R_S = 2\text{ k}\Omega;$<br>$f = 1\text{ kHz}; B = 200\text{ Hz}$ | -    | 2    | 10   | dB            |

## Notes

1.  $V_{BEsat}$  decreases by about  $-1.7\text{ mV/K}$  with increasing temperature.
2.  $V_{BE}$  decreases by about  $-2\text{ mV/K}$  with increasing temperature.



# MCP73831/2

## Miniature Single-Cell, Fully Integrated Li-Ion, Li-Polymer Charge Management Controllers

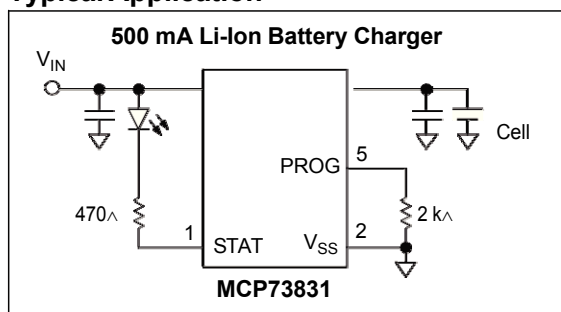
### Features

- Linear Charge Management Controller:
  - Integrated Pass Transistor
  - Integrated Current Sense
  - Reverse Discharge Protection
- High Accuracy Preset Voltage Regulation:  $\pm 0.75\%$
- Four Voltage Regulation Options:
  - 4.20V, 4.35V, 4.40V, 4.50V
- Programmable Charge Current: 15 mA to 500 mA
- Selectable Preconditioning:
  - 10%, 20%, 40%, or Disable
- Selectable End-of-Charge Control:
  - 5%, 7.5%, 10%, or 20%
- Charge Status Output
  - Tri-State Output - MCP73831
  - Open-Drain Output - MCP73832
- Automatic Power-Down
- Thermal Regulation
- Temperature Range:  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+85^{\circ}\text{C}$
- Packaging:
  - 8-Lead, 2 mm x 3 mm DFN
  - 5-Lead, SOT-23

### Applications

- Lithium-Ion/Lithium-Polymer Battery Chargers
- Personal Data Assistants
- Cellular Telephones
- Digital Cameras
- MP3 Players
- Bluetooth Headsets
- USB Chargers

### Typical Application



### Description:

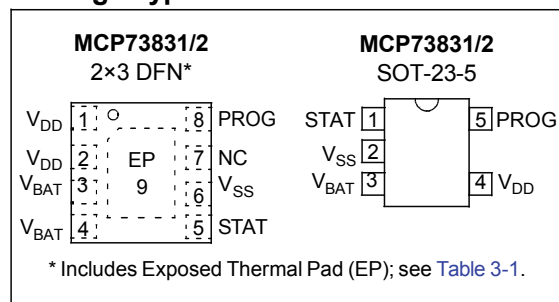
The MCP73831/2 devices are highly advanced linear charge management controllers for use in space-limited, cost-sensitive applications. The MCP73831/2 are available in an 8-Lead, 2 mm x 3 mm DFN package or a 5-Lead, SOT-23 package. Along with their small physical size, the low number of external components required make the MCP73831/2 ideally suited for portable applications. For applications charging from a USB port, the MCP73831/2 adhere to all the specifications governing the USB power bus.

The MCP73831/2 employ a constant-current/constant-voltage charge algorithm with selectable preconditioning and charge termination. The constant voltage regulation is fixed with four available options: 4.20V, 4.35V, 4.40V or 4.50V, to accommodate new, emerging battery charging requirements. The constant current value is set with one external resistor. The MCP73831/2 devices limit the charge current based on die temperature during high power or high ambient conditions. This thermal regulation optimizes the charge cycle time while maintaining device reliability.

Several options are available for the preconditioning threshold, preconditioning current value, charge termination value and automatic recharge threshold. The preconditioning value and charge termination value are set as a ratio or percentage of the programmed constant current value. Preconditioning can be disabled. Refer to [Section 1.0 "Electrical Characteristics"](#) for available options and the [Product Identification System](#) for standard options.

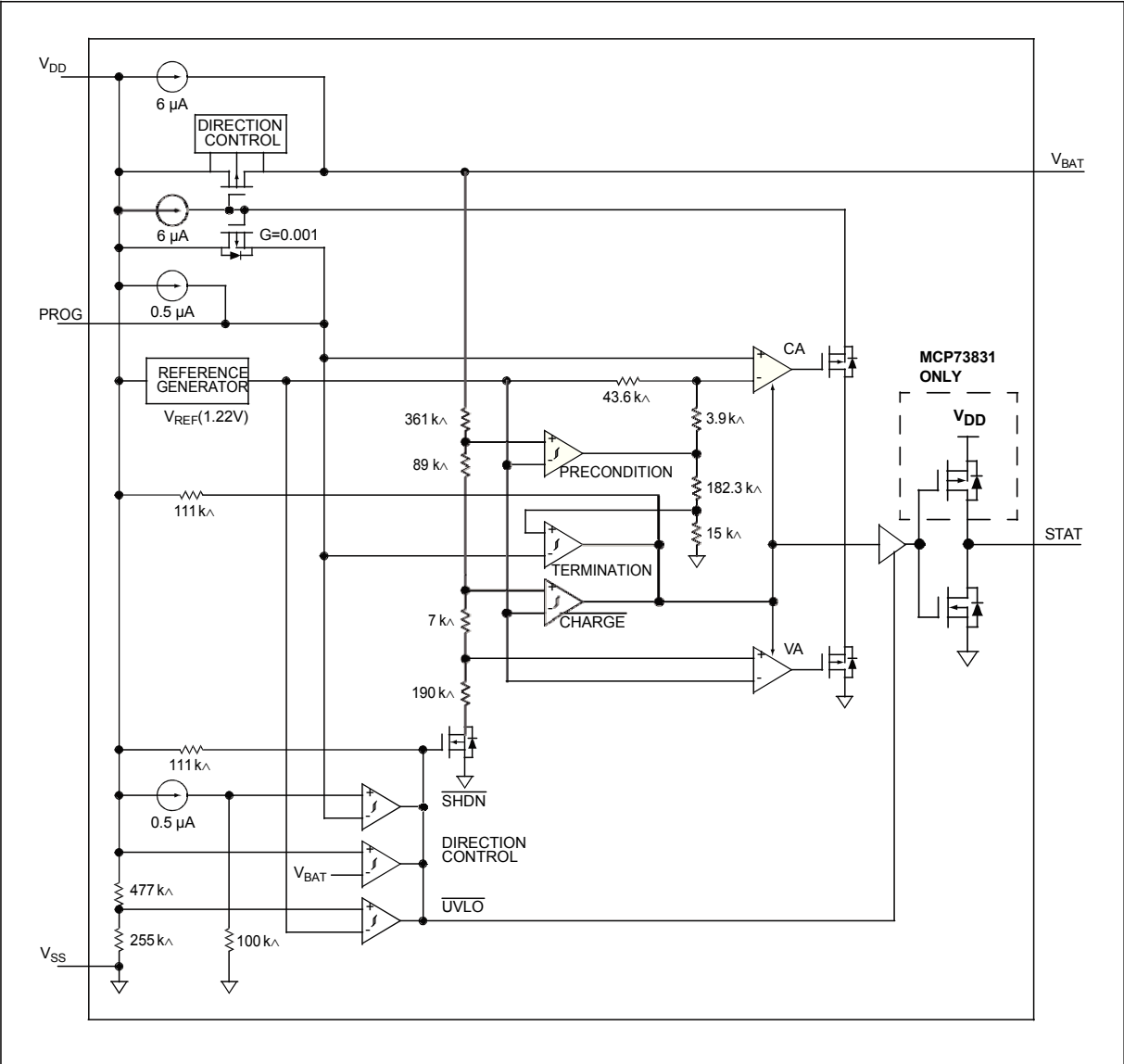
The MCP73831/2 devices are fully specified over the ambient temperature range of  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+85^{\circ}\text{C}$ .

### Package Types



# MCP73831/2

Functional Block Diagram



## 1.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

### Absolute Maximum Ratings†

$V_{DD}$  ..... 7.0V  
 All Inputs and Outputs w.r.t.  $V_{SS}$  ..... -0.3 to ( $V_{DD}+0.3$ )V  
 Maximum Junction Temperature,  $T_J$  ..... Internally Limited  
 Storage temperature ..... -65°C to +150°C  
 ESD protection on all pins:  
 Human Body Model (1.5 k $\Omega$  in Series with 100 pF) .....  $\geq 4$  kV  
 Machine Model (200 pF, No Series Resistance) ..... 400V

† **Notice:** Stresses above those listed under “Maximum Ratings” may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those indicated in the operational listings of this specification is not implied. Exposure to maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

### DC CHARACTERISTICS

**Electrical Specifications:** Unless otherwise indicated, all limits apply for  $V_{DD} = [V_{REG}(\text{typical}) + 0.3V]$  to 6V,  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$ . Typical values are at  $+25^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = [V_{REG}(\text{typical}) + 1.0V]$

| Parameters                                             | Sym.                                                   | Min.  | Typ. | Max.  | Units | Conditions                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Supply Input                                           |                                                        |       |      |       |       |                                                                                                                 |
| Supply Voltage                                         | V <sub>DD</sub>                                        | 3.75  | —    | 6     | V     |                                                                                                                 |
| Supply Current                                         | I <sub>SS</sub>                                        | —     | 510  | 1500  | μA    | Charging                                                                                                        |
|                                                        |                                                        | —     | 53   | 200   | μA    | Charge Complete, No Battery                                                                                     |
|                                                        |                                                        | —     | 25   | 50    | μA    | PROG Floating                                                                                                   |
|                                                        |                                                        | —     | 1    | 5     | μA    | V <sub>DD</sub> ≤ (V <sub>BAT</sub> - 50 mV)                                                                    |
|                                                        |                                                        | —     | 0.1  | 2     | μA    | V <sub>DD</sub> < V <sub>STOP</sub>                                                                             |
| UVLO Start Threshold                                   | V <sub>START</sub>                                     | 3.3   | 3.45 | 3.6   | V     | V <sub>DD</sub> Low-to-High                                                                                     |
| UVLO Stop Threshold                                    | V <sub>STOP</sub>                                      | 3.2   | 3.38 | 3.5   | V     | V <sub>DD</sub> High-to-Low                                                                                     |
| UVLO Hysteresis                                        | V <sub>HYS</sub>                                       | —     | 70   | —     | mV    |                                                                                                                 |
| Voltage Regulation (Constant-Voltage Mode)             |                                                        |       |      |       |       |                                                                                                                 |
| Regulated Output Voltage                               | V <sub>REG</sub>                                       | 4.168 | 4.20 | 4.232 | V     | PIC18FXXXX-2                                                                                                    |
|                                                        |                                                        | 4.317 | 4.35 | 4.383 | V     | PIC18FXXXX-3                                                                                                    |
|                                                        |                                                        | 4.367 | 4.40 | 4.433 | V     | PIC18FXXXX-4                                                                                                    |
|                                                        |                                                        | 4.466 | 4.50 | 4.534 | V     | PIC18FXXXX-5                                                                                                    |
|                                                        |                                                        |       |      |       |       | V <sub>DD</sub> = [V <sub>REG</sub> (typical)+1V]<br>I <sub>OUT</sub> = 10 mA<br>T <sub>A</sub> = -5°C to +55°C |
| Line Regulation                                        | ⓧV <sub>BAT</sub> /V <sub>BAT</sub> ) ⓧV <sub>DD</sub> | —     | 0.09 | 0.30  | %/V   | V <sub>DD</sub> = [V <sub>REG</sub> (typical)+1V] to 6V, I <sub>OUT</sub> = 10 mA                               |
| Load Regulation                                        | ⓧV <sub>BAT</sub> /V <sub>BAT</sub>                    | —     | 0.05 | 0.30  | %     | I <sub>OUT</sub> = 10 mA to 50 mA<br>V <sub>DD</sub> = [V <sub>REG</sub> (typical)+1V]                          |
| Supply Ripple Attenuation                              | PSRR                                                   | —     | 52   | —     | dB    | I <sub>OUT</sub> =10 mA, 10Hz to 1 kHz                                                                          |
|                                                        |                                                        | —     | 47   | —     | dB    | I <sub>OUT</sub> =10 mA, 10Hz to 10 kHz                                                                         |
|                                                        |                                                        | —     | 22   | —     | dB    | I <sub>OUT</sub> =10 mA, 10Hz to 1 MHz                                                                          |
| Current Regulation (Fast Charge Constant-Current Mode) |                                                        |       |      |       |       |                                                                                                                 |
| Fast Charge Current Regulation                         | I <sub>REG</sub>                                       | 90    | 100  | 110   | mA    | PROG = 10 k⋀                                                                                                    |
|                                                        |                                                        | 450   | 505  | 550   | mA    | PROG = 2.0 k⋀, <b>Note 1</b>                                                                                    |
|                                                        |                                                        | 12.5  | 14.5 | 16.5  | mA    | PROG = 67 k⋀                                                                                                    |
|                                                        |                                                        |       |      |       |       | T <sub>A</sub> = -5°C to +55°C                                                                                  |

**Note 1:** Not production tested. Ensured by design.

# MCP73831/2

## DC CHARACTERISTICS (CONTINUED)

| Electrical Specifications: Unless otherwise indicated, all limits apply for V <sub>DD</sub> = [V <sub>REG</sub> (typical) + 0.3V] to 6V, T <sub>A</sub> = -40°C to +85°C. Typical values are at +25°C, V <sub>DD</sub> = [V <sub>REG</sub> (typical) + 1.0V] |                                      |                                            |                                            |                     |             |                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Parameters                                                                                                                                                                                                                                                   | Sym.                                 | Min.                                       | Typ.                                       | Max.                | Units       | Conditions                                                                                         |
| Preconditioning Current Regulation (Trickle Charge Constant-Current Mode)                                                                                                                                                                                    |                                      |                                            |                                            |                     |             |                                                                                                    |
| Precondition Current Ratio                                                                                                                                                                                                                                   | I <sub>PREG</sub> / I <sub>REG</sub> | 7.5                                        | 10                                         | 12.5                | %           | PROG = 2.0 k $\Lambda$ to 10 k $\Lambda$                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      | 15                                         | 20                                         | 25                  | %           | PROG = 2.0 k $\Lambda$ to 10 k $\Lambda$                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      | 30                                         | 40                                         | 50                  | %           | PROG = 2.0 k $\Lambda$ to 10 k $\Lambda$                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      | —                                          | 100                                        | —                   | %           | No Preconditioning                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      |                                            |                                            |                     |             | T <sub>A</sub> = -5°C to +55°C                                                                     |
| Precondition Voltage Threshold Ratio                                                                                                                                                                                                                         | V <sub>PTH</sub> / V <sub>REG</sub>  | 64                                         | 66.5                                       | 69                  | %           | V <sub>BAT</sub> Low-to-High                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      | 69                                         | 71.5                                       | 74                  | %           | V <sub>BAT</sub> Low-to-High                                                                       |
| Precondition Hysteresis                                                                                                                                                                                                                                      | V <sub>PHYS</sub>                    | —                                          | 110                                        | —                   | mV          | V <sub>BAT</sub> High-to-Low                                                                       |
| Charge Termination                                                                                                                                                                                                                                           |                                      |                                            |                                            |                     |             |                                                                                                    |
| Charge Termination Current Ratio                                                                                                                                                                                                                             | I <sub>TERM</sub> / I <sub>REG</sub> | 3.75                                       | 5                                          | 6.25                | %           | PROG = 2.0 k $\Lambda$ to 10 k $\Lambda$                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      | 5.6                                        | 7.5                                        | 9.4                 | %           | PROG = 2.0 k $\Lambda$ to 10 k $\Lambda$                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      | 8.5                                        | 10                                         | 11.5                | %           | PROG = 2.0 k $\Lambda$ to 10 k $\Lambda$                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      | 15                                         | 20                                         | 25                  | %           | PROG = 2.0 k $\Lambda$ to 10 k $\Lambda$                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      |                                            |                                            |                     |             | T <sub>A</sub> = -5°C to +55°C                                                                     |
| Automatic Recharge                                                                                                                                                                                                                                           |                                      |                                            |                                            |                     |             |                                                                                                    |
| Recharge Voltage Threshold Ratio                                                                                                                                                                                                                             | V <sub>RTH</sub> / V <sub>REG</sub>  | 91.5                                       | 94.0                                       | 96.5                | %           | V <sub>BAT</sub> High-to-Low                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      | 94                                         | 96.5                                       | 99                  | %           | V <sub>BAT</sub> High-to-Low                                                                       |
| Pass Transistor ON-Resistance                                                                                                                                                                                                                                |                                      |                                            |                                            |                     |             |                                                                                                    |
| ON-Resistance                                                                                                                                                                                                                                                | R <sub>DSON</sub>                    | —                                          | 350                                        | —                   | m $\Lambda$ | V <sub>DD</sub> = 3.75V, T <sub>J</sub> = 105°C                                                    |
| Battery Detection                                                                                                                                                                                                                                            |                                      |                                            |                                            |                     |             |                                                                                                    |
| Battery Detection Current                                                                                                                                                                                                                                    | I <sub>BAT_DET</sub>                 | —                                          | 6                                          | —                   | $\mu$ A     | V <sub>BAT</sub> Source Current                                                                    |
| No-Battery-Present Threshold                                                                                                                                                                                                                                 | V <sub>NO_BAT</sub>                  | —                                          | V <sub>REG</sub> + 100 mV                  | —                   | V           | V <sub>BAT</sub> Voltage >= V <sub>NO_BAT</sub> for No Battery condition                           |
| No-Battery-Present Impedance                                                                                                                                                                                                                                 | Z <sub>NO_BAT</sub>                  | 2                                          | —                                          | —                   | M $\Lambda$ | V <sub>BAT</sub> Impedance >= Z <sub>NO_BAT</sub> for No Battery condition, <a href="#">Note 1</a> |
| Battery Discharge Current                                                                                                                                                                                                                                    |                                      |                                            |                                            |                     |             |                                                                                                    |
| Output Reverse Leakage Current                                                                                                                                                                                                                               | I <sub>DISCHARGE</sub>               | —                                          | 0.15                                       | 2                   | $\mu$ A     | PROG Floating                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      | —                                          | 0.25                                       | 2                   | $\mu$ A     | V <sub>DD</sub> Floating                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      | —                                          | 0.15                                       | 2                   | $\mu$ A     | V <sub>DD</sub> < V <sub>STOP</sub>                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      | —                                          | -5.5                                       | -15                 | $\mu$ A     | Charge Complete                                                                                    |
| Status Indicator – STAT                                                                                                                                                                                                                                      |                                      |                                            |                                            |                     |             |                                                                                                    |
| Sink Current                                                                                                                                                                                                                                                 | I <sub>SINK</sub>                    | —                                          | —                                          | 25                  | mA          |                                                                                                    |
| Low Output Voltage                                                                                                                                                                                                                                           | V <sub>OL</sub>                      | —                                          | 0.4                                        | 1                   | V           | I <sub>SINK</sub> = 4 mA                                                                           |
| Source Current                                                                                                                                                                                                                                               | I <sub>SOURCE</sub>                  | —                                          | —                                          | 35                  | mA          |                                                                                                    |
| High Output Voltage                                                                                                                                                                                                                                          | V <sub>OH</sub>                      | —                                          | V <sub>DD</sub> -0.4                       | V <sub>DD</sub> - 1 | V           | I <sub>SOURCE</sub> = 4 mA (MCP73831)                                                              |
| Input Leakage Current                                                                                                                                                                                                                                        | I <sub>LK</sub>                      | —                                          | 0.03                                       | 1                   | $\mu$ A     | High-Impedance                                                                                     |
| PROG Input                                                                                                                                                                                                                                                   |                                      |                                            |                                            |                     |             |                                                                                                    |
| Charge Impedance Range                                                                                                                                                                                                                                       | R <sub>PROG</sub>                    | 2                                          | —                                          | 67                  | k $\Lambda$ |                                                                                                    |
| Minimum Shutdown Impedance                                                                                                                                                                                                                                   | R <sub>PROG</sub>                    | 70                                         | —                                          | 200                 | k $\Lambda$ |                                                                                                    |
| Automatic Power Down                                                                                                                                                                                                                                         |                                      |                                            |                                            |                     |             |                                                                                                    |
| Automatic Power Down Entry Threshold                                                                                                                                                                                                                         | V <sub>PDENTER</sub>                 | V <sub>DD</sub> <(V <sub>BAT</sub> +20 mV) | V <sub>DD</sub> <(V <sub>BAT</sub> +50 mV) | —                   |             | 3.5V $\leq$ V <sub>BAT</sub> $\leq$ V <sub>REG</sub><br>V <sub>DD</sub> Falling                    |

**Note 1:** Not production tested. Ensured by design.



**Silicon Epitaxial Planar Transistor****S8050****FEATURES**

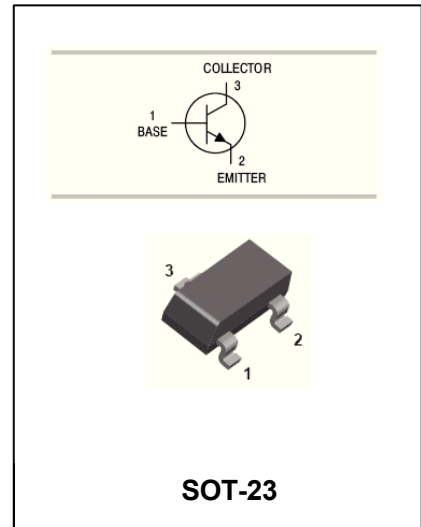
- High Collector Current.( $I_C=500\text{mA}$  )
- Complementary To S8550.
- Excellent  $H_{FE}$  Linearity.
- High total power dissipation.( $P_C=300\text{mW}$ )



Lead-free

**APPLICATIONS**

- High Collector Current.

**SOT-23****ORDERING INFORMATION**

Type No.

Marking

Package Code

S8050

J3Y

SOT-23

**MAXIMUM RATING @  $T_a=25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified**

| Symbol         | Parameter                        | Value   | Units            |
|----------------|----------------------------------|---------|------------------|
| $V_{CBO}$      | Collector-Base Voltage           | 40      | V                |
| $V_{CEO}$      | Collector-Emitter Voltage        | 25      | V                |
| $V_{EBO}$      | Emitter-Base Voltage             | 5       | V                |
| $I_C$          | Collector Current -Continuous    | 500     | mA               |
| $P_C$          | Collector Dissipation            | 300     | mW               |
| $T_j, T_{stg}$ | Junction and Storage Temperature | -55~150 | $^\circ\text{C}$ |

**Silicon Epitaxial Planar Transistor****S8050****ELECTRICAL CHARACTERISTICS @ Ta=25°C unless otherwise specified**

| Parameter                            | Symbol        | Test conditions                    | MIN | TYP | MAX | UNIT    |
|--------------------------------------|---------------|------------------------------------|-----|-----|-----|---------|
| Collector-base breakdown voltage     | $V_{(BR)CBO}$ | $I_C=100\mu A, I_E=0$              | 40  |     |     | V       |
| Collector-emitter breakdown voltage  | $V_{(BR)CEO}$ | $I_C=0.1mA, I_B=0$                 | 25  |     |     | V       |
| Emitter-base breakdown voltage       | $V_{(BR)EBO}$ | $I_E=100\mu A, I_C=0$              | 5   |     |     | V       |
| Collector cut-off current            | $I_{CBO}$     | $V_{CB}=40V, I_E=0$                |     |     | 0.1 | $\mu A$ |
| Collector cut-off current            | $I_{CEO}$     | $V_{CE}=20V, I_B=0$                |     |     | 0.1 | $\mu A$ |
| Emitter cut-off current              | $I_{EBO}$     | $V_{EB}=5V, I_C=0$                 |     |     | 0.1 | $\mu A$ |
| DC current gain                      | $h_{FE}$      | $V_{CE}=1V, I_C=50mA$              | 120 |     | 350 |         |
|                                      |               | $V_{CE}=1V, I_C=500mA$             | 50  |     |     |         |
| Collector-emitter saturation voltage | $V_{CE(sat)}$ | $I_C=500mA, I_B=50mA$              |     |     | 0.6 | V       |
| Base-emitter saturation voltage      | $V_{BE(sat)}$ | $I_C=500mA, I_B=50mA$              |     |     | 1.2 | V       |
| Transition frequency                 | $f_T$         | $V_{CE}=6V, I_C=20mA$<br>$f=30MHz$ | 150 |     |     | MHz     |

**CLASSIFICATION OF  $h_{FE(1)}$** 

| Rank  | L       | H       |
|-------|---------|---------|
| Range | 120-200 | 200-350 |

## Silicon Epitaxial Planar Transistor

**S8050**

TYPICAL CHARACTERISTICS @  $T_a=25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified

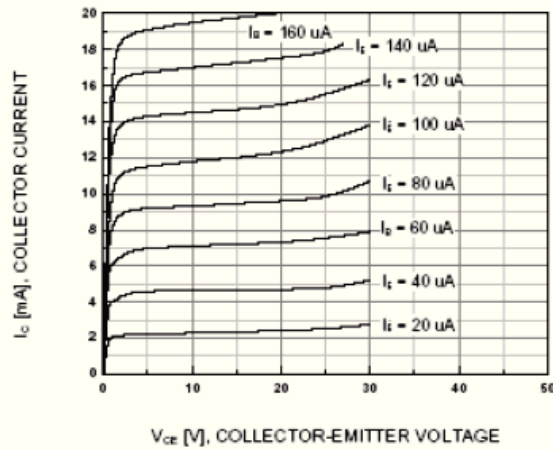


Figure 1. Static Characteristic

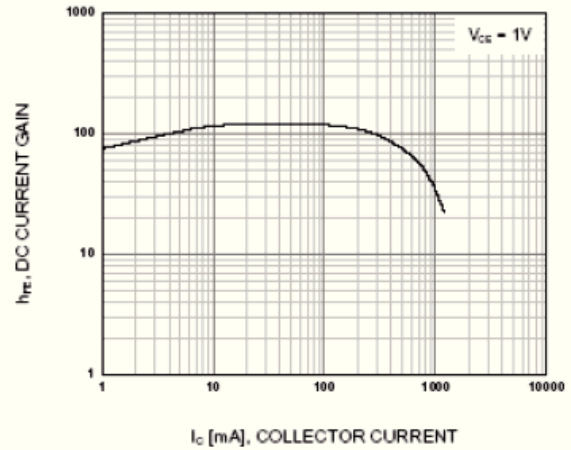


Figure 2. DC current Gain

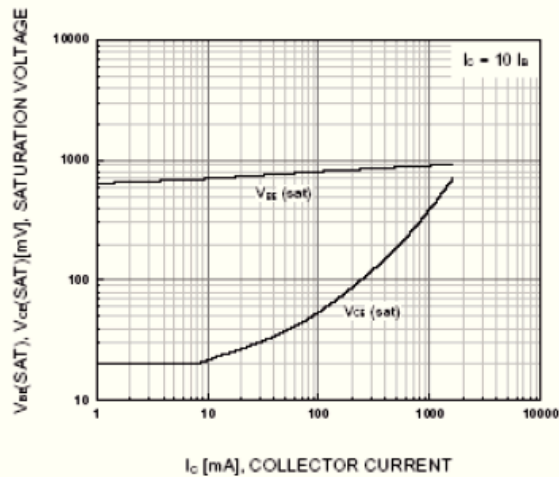


Figure 3. Base-Emitter Saturation Voltage  
Collector-Emitter Saturation Voltage

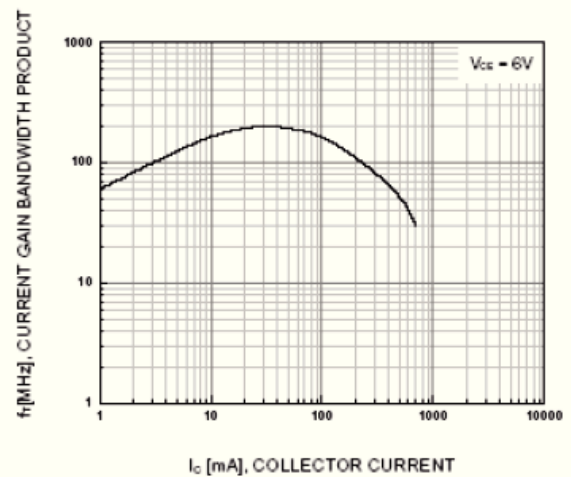


Figure 4. Current Gain Bandwidth Product

# nRF24L01

## Single Chip 2.4GHz Transceiver

### Product Specification

#### Key Features

- Worldwide 2.4GHz ISM band operation
- Up to 2Mbps on air data rate
- Ultra low power operation
- 11.3mA TX at 0dBm output power
- 12.3mA RX at 2Mbps air data rate
- 900nA in power down
- 22µA in standby-I
- On chip voltage regulator
- 1.9 to 3.6V supply range
- Enhanced ShockBurst™
- Automatic packet handling
- Auto packet transaction handling
- 6 data pipe MultiCeiver™
- Air compatible with nRF2401A, 02, E1 and E2
- Low cost BOM
- ±60ppm 16MHz crystal
- 5V tolerant inputs
- Compact 20-pin 4x4mm QFN package

#### Applications

- Wireless PC Peripherals
- Mouse, keyboards and remotes
- 3-in-one desktop bundles
- Advanced Media center remote controls
- VoIP headsets
- Game controllers
- Sports watches and sensors
- RF remote controls for consumer electronics
- Home and commercial automation
- Ultra low power sensor networks
- Active RFID
- Asset tracing systems
- Toys

## Liability disclaimer

Nordic Semiconductor ASA reserves the right to make changes without further notice to the product to improve reliability, function or design. Nordic Semiconductor ASA does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuits described herein.

All application information is advisory and does not form part of the specification.

## Limiting values

Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the specifications are not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.

## Life support applications

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Nordic Semiconductor ASA customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Nordic Semiconductor ASA for any damages resulting from such improper use or sale.

| Data sheet status                 |                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Objective product specification   | This product specification contains target specifications for product development.                                                                                                                                        |
| Preliminary product specification | This product specification contains preliminary data; supplementary data may be published from Nordic Semiconductor ASA later.                                                                                            |
| Product specification             | This product specification contains final product specifications. Nordic Semiconductor ASA reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design and supply the best possible product. |

## Contact details

Visit [www.nordicsemi.no](http://www.nordicsemi.no) for Nordic Semiconductor sales offices and distributors worldwide

### Main office:

Otto Nielsens vei 12  
7004 Trondheim  
Phone: +47 72 89 89 00  
Fax: +47 72 89 89 89  
[www.nordicsemi.no](http://www.nordicsemi.no)



## Writing Conventions

This product specification follows a set of typographic rules that makes the document consistent and easy to read. The following writing conventions are used:

- Commands, bit state conditions, and register names are written in `Courier`.
- Pin names and pin signal conditions are written in **`Courier`**.
- Cross references are [underlined and highlighted in blue](#).

## Revision History

| Date      | Version | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| July 2007 | 2.0     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Restructured layout in a new template</li><li>• Added details of the following features:<ul style="list-style-type: none"><li>▸ Dynamic Payload Length (DPL)</li><li>▸ Acknowledgement Payload (<code>ACK_PLD</code>)</li><li>▸ Feature register</li><li>▸ ACTIVATE SPI command</li><li>▸ Selective Auto Acknowledgement (<code>NO_ACK</code>)</li></ul></li></ul> |

## Contents

|          |                                             |           |
|----------|---------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introduction .....</b>                   | <b>7</b>  |
| 1.1      | Features .....                              | 8         |
| 1.2      | Block diagram .....                         | 9         |
| <b>2</b> | <b>Pin Information .....</b>                | <b>10</b> |
| 2.1      | Pin assignment .....                        | 10        |
| 2.2      | Pin functions .....                         | 11        |
| <b>3</b> | <b>Absolute maximum ratings .....</b>       | <b>12</b> |
| <b>4</b> | <b>Operating conditions .....</b>           | <b>13</b> |
| <b>5</b> | <b>Electrical specifications .....</b>      | <b>14</b> |
| 5.1      | Power consumption .....                     | 14        |
| 5.2      | General RF conditions .....                 | 15        |
| 5.3      | Transmitter operation .....                 | 15        |
| 5.4      | Receiver operation .....                    | 16        |
| 5.5      | Crystal specifications .....                | 17        |
| 5.6      | DC characteristics .....                    | 18        |
| 5.7      | Power on reset .....                        | 18        |
| <b>6</b> | <b>Radio Control .....</b>                  | <b>19</b> |
| 6.1      | Operational Modes .....                     | 19        |
| 6.1.1    | State diagram .....                         | 19        |
| 6.1.2    | Power Down Mode .....                       | 20        |
| 6.1.3    | Standby Modes .....                         | 20        |
| 6.1.4    | RX mode .....                               | 21        |
| 6.1.5    | TX mode .....                               | 21        |
| 6.1.6    | Operational modes configuration .....       | 21        |
| 6.1.7    | Timing Information .....                    | 22        |
| 6.2      | Air data rate .....                         | 22        |
| 6.3      | RF channel frequency .....                  | 23        |
| 6.4      | PA control .....                            | 23        |
| 6.5      | LNA gain .....                              | 23        |
| 6.6      | RX/TX control .....                         | 23        |
| <b>7</b> | <b>Enhanced ShockBurst™ .....</b>           | <b>24</b> |
| 7.1      | Features .....                              | 24        |
| 7.2      | Enhanced ShockBurst™ overview .....         | 24        |
| 7.3      | Enhanced Shockburst™ packet format .....    | 25        |
| 7.3.1    | Preamble .....                              | 25        |
| 7.3.2    | Address .....                               | 25        |
| 7.3.3    | Packet Control Field .....                  | 25        |
| 7.3.4    | Payload .....                               | 26        |
| 7.3.5    | CRC (Cyclic Redundancy Check) .....         | 26        |
| 7.4      | Automatic packet handling .....             | 26        |
| 7.4.1    | Static and Dynamic Payload Length .....     | 26        |
| 7.4.2    | Automatic packet assembly .....             | 27        |
| 7.4.3    | Automatic packet validation .....           | 27        |
| 7.4.4    | Automatic packet disassembly .....          | 28        |
| 7.5      | Automatic packet transaction handling ..... | 28        |

|           |                                                                                              |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 7.5.1     | Auto Acknowledgement .....                                                                   | 29        |
| 7.5.2     | Auto Retransmission (ART) .....                                                              | 29        |
| 7.6       | Enhanced ShockBurst flowcharts .....                                                         | 31        |
| 7.6.1     | PTX operation .....                                                                          | 31        |
| 7.6.2     | PRX operation .....                                                                          | 33        |
| 7.7       | Multiceiver .....                                                                            | 35        |
| 7.8       | Enhanced ShockBurst™ timing .....                                                            | 38        |
| 7.9       | Enhanced ShockBurst™ transaction diagram .....                                               | 40        |
| 7.9.1     | Single transaction with ACK packet and interrupts .....                                      | 40        |
| 7.9.2     | Single transaction with a lost packet .....                                                  | 41        |
| 7.9.3     | Single transaction with a lost ACK packet .....                                              | 41        |
| 7.9.4     | Single transaction with ACK payload packet .....                                             | 42        |
| 7.9.5     | Single transaction with ACK payload packet and lost packet .....                             | 42        |
| 7.9.6     | Two transactions with ACK payload packet and the first<br>ACK packet lost .....              | 43        |
| 7.9.7     | Two transactions where max retransmissions is reached .....                                  | 43        |
| 7.10      | Compatibility with ShockBurst™ .....                                                         | 44        |
| 7.10.1    | ShockBurst™ packet format .....                                                              | 44        |
| <b>8</b>  | <b>Data and Control Interface .....</b>                                                      | <b>45</b> |
| 8.1       | Features .....                                                                               | 45        |
| 8.2       | Functional description .....                                                                 | 45        |
| 8.3       | SPI operation .....                                                                          | 45        |
| 8.3.1     | SPI Commands .....                                                                           | 45        |
| 8.3.2     | SPI timing .....                                                                             | 47        |
| 8.4       | Data FIFO .....                                                                              | 51        |
| 8.5       | Interrupt .....                                                                              | 52        |
| <b>9</b>  | <b>Register Map .....</b>                                                                    | <b>53</b> |
| 9.1       | Register map table .....                                                                     | 53        |
| <b>10</b> | <b>Peripheral RF Information .....</b>                                                       | <b>59</b> |
| 10.1      | Antenna output .....                                                                         | 59        |
| 10.2      | Crystal oscillator .....                                                                     | 59        |
| 10.3      | nRF24L01 sharing crystal with an MCU .....                                                   | 59        |
| 10.3.1    | Crystal parameters .....                                                                     | 59        |
| 10.3.2    | Input crystal amplitude and current consumption .....                                        | 59        |
| 10.4      | PCB layout and decoupling guidelines .....                                                   | 60        |
| <b>11</b> | <b>Mechanical specifications .....</b>                                                       | <b>61</b> |
| <b>12</b> | <b>Ordering information .....</b>                                                            | <b>63</b> |
| 12.1      | Package marking .....                                                                        | 63        |
| 12.2      | Abbreviations .....                                                                          | 63        |
| <b>13</b> | <b>Glossary of Terms .....</b>                                                               | <b>64</b> |
|           | <b>Appendix A - Enhanced ShockBurst™ - Configuration<br/>and Communication Example .....</b> | <b>65</b> |
|           | Enhanced ShockBurst™ Transmitting Payload .....                                              | 65        |
|           | Enhanced ShockBurst™ Receive Payload .....                                                   | 65        |
|           | <b>Appendix B - Configuration for compatibility with nRF24XX .....</b>                       | <b>67</b> |
|           | <b>Appendix C - Carrier wave output power .....</b>                                          | <b>68</b> |