Módulos node.js

Juan Quemada, DIT - UPM

Módulos node.js

- node.js incluye un sistema de **módulos** que facilita el diseño de grandes programas
  - Cada modulo es un **fichero diferente** con un **espacio de nombres local**
    - Un módulo es una closure creada por node, ver **http://nodejs.org/api/modules.html**
- Un módulo se importa en otro módulo con la función
  - **require(<fichero>)** (ver los detalles en: http://nodejs.org/api/modules.html)
- Un módulo tiene una **parte pública** (**interfaz**) y otra **privada** (**implementación**)
  - **Interfaz**: parte visible en el exterior que permite utilizar el módulo a otros
    - La **interfaz** del módulo se define individualmente los métodos exportados o el objeto interfaz
      - Los métodos se exportan individualmente con: **exports.metodo_individual = <metodo>**
      - El objeto interfaz completo se exporta con: **module.exports =<objeto_interfaz>**
  - **Implementación**: código del módulo que crea la funcionalidad
    - El bloque de instrucciones del módulo (cierre o closure)

Ejemplo de módulos de node.js

- El ejemplo siguiente es un programa con dos módulos, cada uno en un fichero diferente
  - Módulo 1: **fichero mi_app.js**
    - importa el otro módulo (en fichero mi_app.js) con: **var circulo = require('./circulo.js');**
      - ambos ficheros están en el mismo directorio, hay que utilizar el path **'./circulo.js'**
  - Módulo 2: **fichero circulo.js**
    - Exporta los dos métodos de la interfaz, area y circunferencia, con **exports.<método> = …..**

```
//    Modulo 1: fichero ejecutable mi_app.js, que importa circulo.js

var circulo = require('./circulo.js');  // al estar en el mismo directorio, el path es ./circulo.js

console.log( 'Area (radio 4): ' + circulo.area(4));  //     => Area (radio 4):  50.26548245743669
```

```
//    Modulo 2: fichero con librería circulo.js
//          -> exporta las propiedades y métodos de la variable global exports

var PI = Math.PI;   // variable privada del módulo, no es visible en el exterior del módulo

exports.area          = function (r) {  return PI * r * r; };  // método de la interfaz
exports.circunferencia = function (r) {  return 2 * PI * r; }; // método de la interfaz
```

85-agenda_mod_closure.js — UNREGISTERED

```
module.exports = function (titulo, inic) {
  var _titulo = titulo;
  var _contenido = inic;

  return {
    titulo: function()            { return _titulo; },
    meter:  function(nombre, tf) { _contenido[nombre]=tf; },
    tf:     function(nombre)      { return _contenido[nombre]; },
    borrar: function(nombre)      { delete _contenido[nombre]; },
    toJSON: function()            { return JSON.stringify(_contenido);}
  }
}
```

mod01 — bash — 63×8

```
venus-5:mod01 jq$ node 86-agenda_mod_closure_uso.js
Teléfono de Jose:    957845123
Teléfono de Jesús:   978512355
Teléfono de Pedro:   undefined

Tf de Javier García: 913278561
Trabajo:   {"Javier García":913278561,"José Jimenez":957845123}
venus-5:mod01 jq$
```

86-agenda_mod_closure_uso.js

```
var agenda = require('./85-agenda__closure');

var amigos = agenda ("Amigos",
                     { Pepe: 913278561,
                       José: 957845123
                     });
amigos.meter("Jesús", 978512355);

var trabajo = agenda ("Trabajo",
                      { "Javier García": 913278561,
                        "José Jimenez": 957845123
                      });

console.log('Teléfono de Jose:    ' + amigos.tf("José"));
console.log('Teléfono de Jesús:   ' + amigos.tf("Jesús"));
console.log('Teléfono de Pedro:   ' + amigos.tf("Pedro"));
console.log();
console.log('Tf de Javier García: ' + trabajo.tf("Javier García"));
console.log('Trabajo:   ' + trabajo.toJSON());
```

Agenda como modulo node.js encapsulando un cierre

87-agenda_mod_class.js — UNREGISTERED

```
function Agenda (titulo, inic) {
  this.titulo = titulo;
  this.contenido = inic;
};

Agenda.prototype = {
  titulo: function()           { return this.titulo; },
  meter:  function(nombre, tf) { this.contenido[nombre]=tf; },
  tf:     function(nombre)     { return this.contenido[nombre]; },
  borrar: function(nombre)     { delete this.contenido[nombre]; },
  toJSON: function()           { return JSON.stringify(this.contenido);}
}

module.exports = Agenda;
```

88-agenda_mod_class_uso.js

```
var Agenda = require('./87-agenda_mod_class');

var amigos = new Agenda ("Amigos",
                         { Pepe: 913278561,
                           José: 957845123
                         });
amigos.meter("Jesús", 978512355);

var trabajo = new Agenda ("Trabajo",
                          { "Javier García": 913278561,
                            "José Jimenez": 957845123
                          });

console.log('Teléfono de Jose:     ' + amigos.tf("José"));
console.log('Teléfono de Jesús:    ' + amigos.tf("Jesús"));
console.log('Teléfono de Pedro:    ' + amigos.tf("Pedro"));
console.log();
console.log('Tf de Javier García: ' + trabajo.tf("Javier García"));
console.log('Trabajo:    ' + trabajo.toJSON());
```

mod01 — bash — 64×10

```
venus-5:mod01 jq$ node 70-agenda_closure.js
Agenda:                 Amigos
Teléfono de Jesús:      978512355
Teléfono de José:       957845123
Tf de José borrado:     undefined

Agenda:                 Trabajo
Tf de Javier García:    913278561
Trabajo:    {"Javier García":913278561,"José Jimenez":957845123}
venus-5:mod01 jq$
```

Agenda como modulo node.js encapsulando una clase

RegExp I: Búsqueda de patrones

Expresiones regulares: RegExp

- Expresiones regulares:
  - Mecanismo muy eficaz para procesar strings
    - Soportado por muchos lenguajes y herramientas (UNIX)
      - »Emacs, vi, AWK, GREP, PERL, Java, Javascript, Ruby, ...
  - Definen patrones que reconocen cadenas de caracteres específicas
    - Si un patrón reconoce una cadena, se dice que casa (match) con el patrón

- En JS se definen en la clase **RegExp** y se pueden crear con
  - Constructor: **RegExp("expresion-regular")**
    - El string puede ser cualquier expresión regular
  - RegExp literal: **/expresion-regular/**
  - Info: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Guide/Regular_Expressions

Búsqueda de patrones

- "string".**match**(/patrón/) busca /patrón/ en "string"
  - Devuelve primera ocurrencia del patrón en un array (**[match]**), y si no casa devuelve **null**
- Algunos patrones básicos
  - caracter: **/a/** reconoce solo el caracter “a”
  - sequencia: **/abc/** reconoce la secuencia “abc”
  - principio de string: **/^hoy/** reconoce “hoy” al principio del string
  - final de string: **/hoy$/** reconoce “hoy” al final del string
  - cualquier caracter: **/./** reconoce cualquier caracter

```
"Es hoy".match(/hoy/)          => ['hoy']
"Es hoy”.match(/hoy/)[0]       => 'hoy'

"Es hoy".match(/hoy$/)         => ['hoy']
"Es hoy".match(/^hoy/)         => null
"Es hoy”.match(/^…./)          => [‘Es h']
```

Clases y rangos de caracteres

- **Clase de caracteres**: patrón con varios caracteres alternativos entre corchetes
  - Ejemplo de clase de caracteres: **/[aeiou]/** cualquier vocal (minúscula)
  - Ejemplo de clase negada: **/[^aeiou]/** no debe ser vocal (minúsc.)
  - Patrón **\s:** reconoce separadores **[\f\n\r\t\v\u00a0\u1680 ……]**
- **Rango de caracteres**: Patrón con un rango de caracteres de ASCII alternativos
  - Rango de caracteres: **/[a-z]/** rango “a-z” de letras ASCII
  - Patrón **\w:** equivale a **[a-zA-Z0-9_]**
  - Patrón **\d:** equivale a **[0-9]**

```
"canciones".match(/[aeiou]/)      => [‘a']

"canciones".match(/c[aeiou]/)     => ['ca']

"canciones".match(/n[aeiou]/)     => ['ne']
```

Controles y **match()**

- **match()** admite controles: i, g y m
  - i: insensible a mayúsculas
  - g: devuelve array con **todos los "match"**
  - m: multilínea, **^** y **$** representan principio y fín de línea

```
"canciones".match(/[aeiou]/g)       => ['a', 'i', 'o', 'e']
"canciones".match(/c[aeiou]/g)      => ['ca', 'ci']

"Hoy dice hola".match(/ho/i)        => ['Ho']
"Hoy dice hola".match(/ho/ig)       => ['Ho', 'ho']

"Hola Pepe\nHoy vás".match(/^Ho/g)        => ['Ho']
"Hola Pepe\nHoy vás".match(/^ho/gim)      => ['Ho', 'Ho']
```

RegExp II: Repetición y alternativa

Operadores de Repetición

- **+** (una o más veces): **/a+/** casa con: “a”,“aa”, “aaa”, ..
- **?** (cero o una vez): **/a?/** casa solo con: “” y “a”
- ***** (cero o más veces): **/a*/** casa con: “”, “a”, “aa”, “aaa”, ...
- **{n}** (n veces): **/a{2}/** casa solo con: “aa”
- **{n,}** (n o más veces): **/a{2,}/** casa con: “aa”, “aaa”, “aaaa”, ...
- **{n,m}** (entre n y m veces): **/a{2,3}/** casa solo con: “aa” y “aaa”

```
"tiene".match(/[aeiou]+/g)     => ['ie', 'e']                  // cadenas no vacías de vocales

"tiene".match(/[aeiou]?/g)     => ['', 'i', 'e', '', 'e', '']  // vocal o nada

"tiene".match(/[aeiou]*/g)     => ['','ie', '', 'e', '']       // cadenas de vocales (incluyendo "")

"Había un niño.".match(/[a-zñáéíóú]+/ig)   => [ 'Había', 'un', 'niño' ]
                // casa con palabras en castellano: ascii extendido con ñ, á, é, í, ó, ú
```

Repetición ansiosa o perezosa

- Los operadores de repetición son “ansiosos” y reconocen
  - la **cadena más larga posible que casa con el patrón**

- Pueden volverse “perezosos” añadiendo **“?”** detrás
  - Entonces reconocen la cadena más corta posible

```
"aaabb".match(/a+/)              => ['aaa']

"aaabb".match(/a+?/)             => ['a']

"ccaaccbccaa".match(/.+cc/)      => ['ccaaccbcc']

"ccaaccbccaa".match(/.+?cc/)     => ['ccaacc']
```

Patrones alternativos

- “|” define dos patrones alternativos, por ejemplo
  - **/[a-z]+/** casa con palabras escritas con caracteres ASCII
  - **/[0-9]+/** casa con números decimales
  - **/[a-z]+|[0-9]+/** casa con palabras o números

```
"canciones".match(/ci|ca/)        => [ ‘ca’ ]
"canciones".match(/ci|ca/g)       => [ ‘ca','ci' ]

“1 + 2 --> tres”.match(/[a-z]+|[0-9]+/g)     => ['1', '2', 'tres']
```

RegExp III:
Subpatrones y sustituciones

Subpatrones

- Dentro de un patrón podemos delimitar subpatrones
  - Un subpatrón es una parte del patrón delimitada entre paréntesis
- Por ejemplo /(c)([aeiou])/ tiene dos subpatrones
  - (c) es el primer subpatrón
  - ([aeiou]) es el segundo subpatrón y así sucesivamente
- **"string".match(/patrón/)** busca patrón y subpatrones en el string
  - Devuelve array: **[match, match_subpatron_1, match_subpatron_2, …]**

```
"canciones".match(/(c)([aeiou])/)      => ['ca','c', 'a']

"canciones".match(/c([aeiou])n/)       => ['can', 'a']

"canciones".match(/(..)..(..)/)        => ['cancio', 'ca', 'io']
```

Sustitución de patrones

- La clase String tiene el **método replace()** para sustituir patrones
- La expresión: "string".replace(/patrón/, x)
  - devuelve "string" sustituyendo el primer match de "patrón" por x
- El patrón también puede tener controles i, g y m
  - i: insensible a mayúsculas
  - g: devuelve string con todos los “match” sustituidos
  - m: multilínea, ^ y $ representan principio y fín de línea

```
"Número: 142719".replace(/1/, 'x')                    => 'Número: x42719’

"Número: 142719".replace(/1/g, 'x')                   => 'Número: x427x9’

"Número: 142719”.replace(/[0-9]+/, '<número>')        => 'Número: <número>'
```

Sustitución con subpatrones

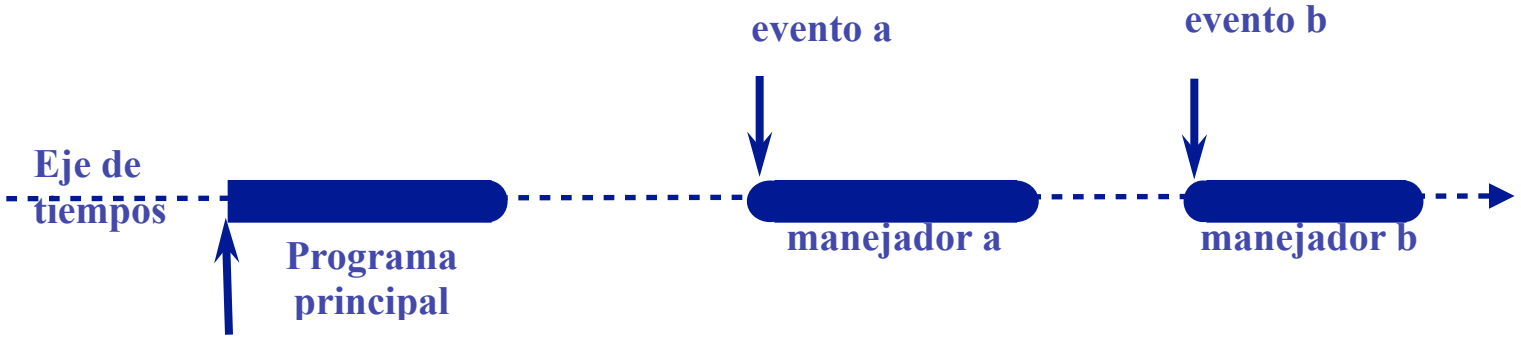
- Dentro de un patrón podemos delimitar subpatrones
  - Un subpatrón se delimita con paréntesis
- Por ejemplo /([ae]+)([iou]*)/ tiene dos subpatrones
  - $1 representa el match del primer subpatrón
  - $2 el match del segundo y así sucesivamente
  - $3 …..

```
"Número: 142,719".replace(/([0-9]+)(,[0-9]*)?/, '$1')       => 'Número: 142'

"Número: 142,719".replace(/([0-9]+)(,[0-9]*)?/, '0$2')      => 'Número: 0,719'

"Número: 142,719".replace(/([0-9]+),([0-9]*)?/, '$1.$2')    => 'Número: 142.719'
```

Eventos node.js

Eventos y Manejadores

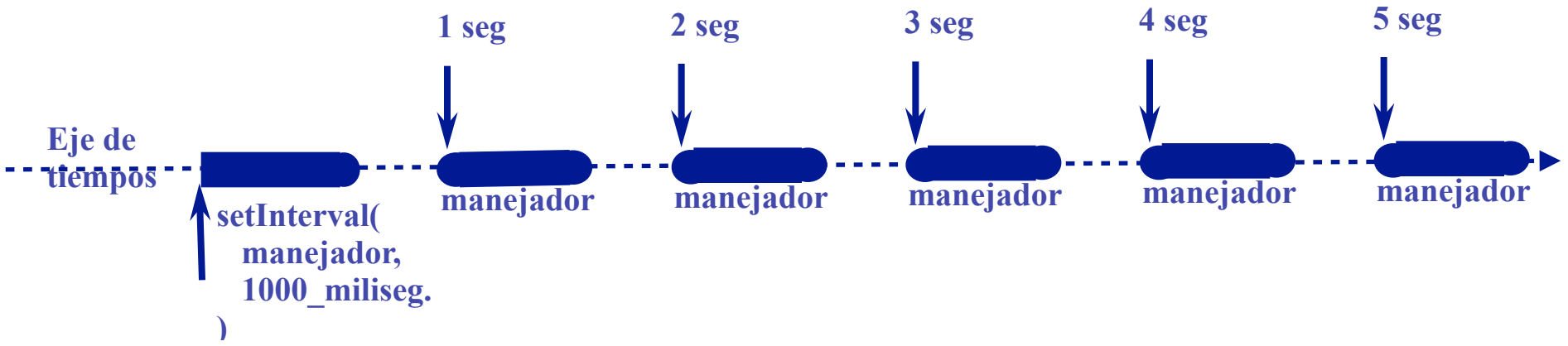
- JavaScript utiliza eventos para interaccionar con el entorno
  - Hay muchos tipos: Temporizadores, métodos HTTP, datos, ...
- Un evento se programa al instalar un manejador (callback)
  - El manejador es una función que se ejecuta al ocurrir el evento
- El script inicial programa los eventos iniciales
  - Estos se ejecutan al ocurrir los eventos programados
    - Estos pueden programar nuevos eventos, si fuesen necesarios



Eventos periódicos con setInterval(….)

- JavaScript tiene una función **setInterval (..)**
  - para programar eventos periódicos

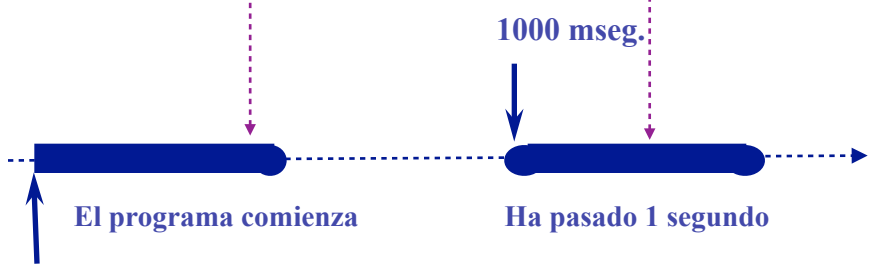
- **setInterval (manejador, periodo_en_milisegundos)**
  - tiene 2 parámetros
    - **manejador:** función que se ejecuta al ocurrir el evento
    - **periodo_en_milisegundos:** tiempo entre eventos periódicos



Ejemplo con temporizador II

```
setTimeout(
  function(){
    console.log("Ha pasado 1 segundo");
  },
  1000
);

console.log("El programa comienza");
```

```
venus-4:s7 jq$
venus-4:s7 jq$ node temporizador.js
El programa comienza
Ha pasado 1 segundo
venus-4:s7 jq$
```



setTimeout(manejador, milisegundos)

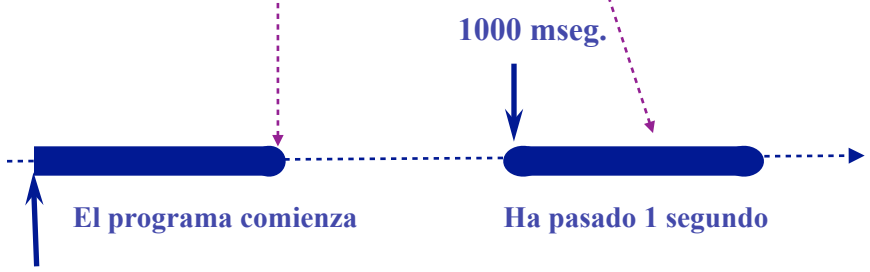
ejecutará manejador() al cabo de un tiempo dado en milisegundos.

El **manejador** se crea con un **literal de función** directamente en el primer parámetro de **setTimeout(...)**.

Ejemplo con temporizador

```
function Un_segundo( ) {
  console.log("Ha pasado 1 segundo");
}

setTimeout(Un_segundo, 1000);

console.log("El programa comienza");
```

```
venus-4:s7 jq$
venus-4:s7 jq$ node temporizador.js
El programa comienza
Ha pasado 1 segundo
venus-4:s7 jq$
```



Este programa es equivalente al anterior, aunque esta mas estructurado.

El **manejador** se dedine con la función un_segundo. El objeto función se pasa en el primer parámetro de **setTimeout(...)**.

Eventos: Clase EventEmitter

✦Las clases que emiten eventos derivan de **EventEmitter**

- Heredando métodos como **on(….) (addListener(….)), emit(……), ..**
  - Documentación en: http://nodejs.org/api/events.html

✦Un manejador (callback) se define con método **on** (o addListener)

- **obj**.on('**event**', function (params) {.. **<código de manejador>** ..})
  - que añade el manejado al array de eventos del objeto
    - El método **on(..)** es totalmente equivalente a **addListener(..)**

✦El método **obj.emit(<evento>, <p1>, <p2>, ...)**

- envia **<evento>** al objeto **obj**
  - pasando los parámetros <p1>, <p2>, ... al manejador
    - El evento se atenderá por un manejador de dicho objeto, si existe y no afecta a otros objetos.

✦Un evento tiene por lo tanto 3 elementos asociados

- **nombre**, **manejador** (callback) y **objeto** asociado

Entorno de ejecución de node.js

Objetos global y process

comando node

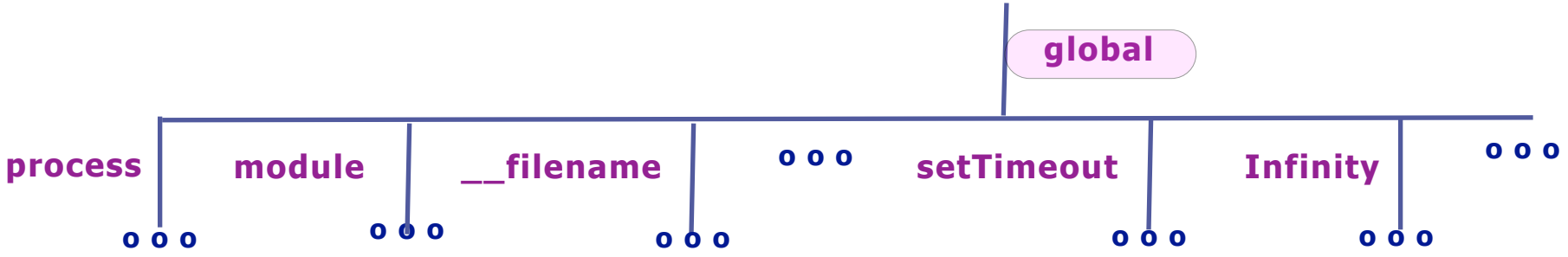
```
venus-2:~ jq$ node --help
Usage: node [options] [ -e script | script.js ] [arguments]
       node debug script.js [arguments]

Options:
  -v, --version         print node's version
  -e, --eval script     evaluate script
  -p, --print           print result of --eval
  -i, --interactive     always enter the REPL even if stdin
                        does not appear to be a terminal
  --no-deprecation      silence deprecation warnings
  --trace-deprecation   show stack traces on deprecations
  --v8-options          print v8 command line options
  --max-stack-size=val set max v8 stack size (bytes)

Environment variables:
NODE_PATH               ':'-separated list of directories
                        prefixed to the module search path.
NODE_MODULE_CONTEXTS    Set to 1 to load modules in their own
                        global contexts.
NODE_DISABLE_COLORS     Set to 1 to disable colors in the REPL

Documentation can be found at http://nodejs.org/
venus-2:~ jq$
```

- **node**: es un comando UNIX
  - Arranca un proceso con un intérprete de JavaScript que ejecuta el programa
  - El entorno es ahora el sistema operativo y no el navegador

Librería node.js

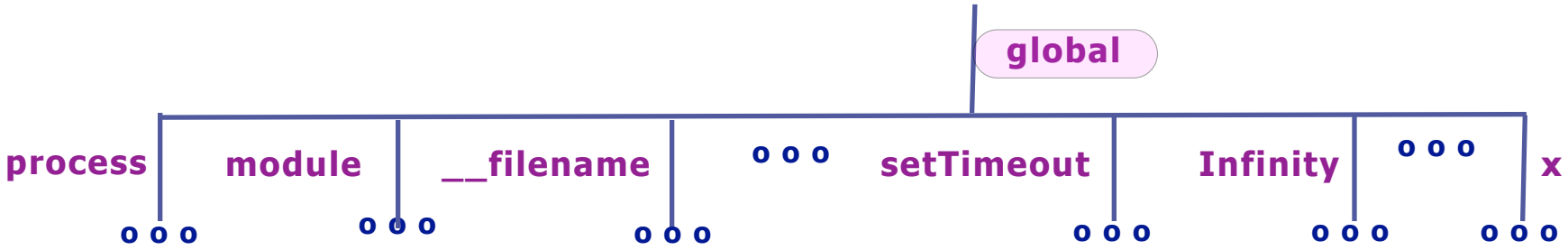
http://nodejs.org/api/

Objeto global (this)



- El entorno de ejecución de JavaScript en **node** es el **objeto global**
  - El **objeto global** tiene propiedades con información sobre
    - **Objetos predefinidos** de JavaScript, el **proceso UNIX** en que se ejecuta node, **.....**
- JavaScript permite referenciar **global** como **this** u omitirse
  - La **propiedad process** de **global** se puede referenciar como
    - **global.process**, **this.process** o **process**
- Documentación: http://nodejs.org/api/globals.html

Propiedades globales y entorno de ejecución



- Un programa JavaScript se ejecuta con el objeto **global** como entorno
  - una asignación a una variable no definida como **x = 1;**
    - Crea una nueva **propiedad de global** de nombre **x**, porque
      - **x = 1;** es equivalente a **this.x = 1;** y a **global.x = 1;**

- **Olvidar definir una variable**, es un **error muy habitual**
  - y al **asignar un valor a la variable no definida**, JavaScript no da error
    - sino que crea una **nueva propiedad del entorno global**
  - Es un **error de diseño de JavaScript** y hay que tratar de evitarlo

Módulo Process

- Node **se ejecuta en un proceso** del S.O. (UNIX)
  - La propiedad **global.process**
    - es la interfaz con el proceso y el S.O. desde un programa node.js
      - Documentación: http://nodejs.org/api/process.html
- El módulo process incluye
  - Parámetros e identificadores del proceso
    - Incluida la cola de eventos de **node.js**
  - Métodos de manejo del proceso
    - Por ejemplo: **process.exit()** termina la ejecución del proceso
- process es una instancia de EventEmitter
  - conecta eventos y variables JavaScript con comandos del S.O.
    - http://nodejs.org/api/events.html

argv

✦**argv** – propiedad de process

- Array de argumentos
  - Orden: node, filename, arg1, arg2, …

e8-argv.js — UNREGISTERED

```
var i;
for(i = 0; i < process.argv.length; i++) {
    console.log('Parametro ' + i + " = " + process.argv[i]);
}
```

t3 — bash — 55×6

```
venus:t3 jq$ node argv.js param1 param2
Parametro 0 = node
Parametro 1 = /Users/jq/Desktop/y-core12-13/t3/argv.js
Parametro 2 = param1
Parametro 3 = param2
venus:t3 jq$
```

Errores y Excepciones

```
console.log('Este mensaje saldrá por consola');

funcionIndefinida(); // Función indefinida -> Error

console.log('Este mensaje NO sale por consola');
```

- Errores y excepciones interrumpen el programa

```
venus-4:s7 jq$
venus-4:s7 jq$
venus-4:s7 jq$ node e59-error.js
Este mensaje saldrá por consola

/Users/jq/Desktop/MOOC_FirefoxOS/s7/e59-error.js:3
funcionIndefinida(); // Función indefinida -> Error
^
ReferenceError: funcionIndefinida is not defined
    at Object.<anonymous> (/Users/jq/Desktop/MOOC_FirefoxOS/s7/e59-error.js:3:1)
    at Module._compile (module.js:449:26)
    at Object.Module._extensions..js (module.js:467:10)
    at Module.load (module.js:356:32)
    at Function.Module._load (module.js:312:12)
    at Module.runMain (module.js:492:10)
    at process.startup.processNextTick.process._tickCallback (node.js:244:9)
venus-4:s7 jq$
```

uncaught-Exception

```
// Manejador del evento: uncaughtException
process.on('uncaughtException', function(err) {
  console.log('PROGRAMA ABORTADO: ERROR:\n  -> ' + err);
});

console.log('Este mensaje saldrá por consola');

funcionIndefinida(); // Función indefinida -> Error

console.log('Este mensaje NO saldrá por consola');
```

✦uncaughtException

- Excepción o error no capturado por ningún manejador

```
venus-4:s7 jq$
venus-4:s7 jq$ node e57-uncaughtException.js
Este mensaje saldrá por consola
PROGRAMA ABORTADO: ERROR:
  -> ReferenceError: funcionIndefinida is not defined
venus-4:s7 jq$
```

uncaught-Exception

```
console.log('Este mensaje saldrá por consola');

try {
  funcionIndefinida(); // Función indefinida -> Error
}
catch (err) {
  console.log('ERROR CAPTURADO: \n  -> ' + err);
};
                       // ERROR capturado, programa sigue
console.log('Este mensaje SI sale ahora por consola');
```

- Captura del error con la sentencia try/catch
  - Catch captura el error y el programa sigue

```
venus-4:s7 jq$
venus-4:s7 jq$ node e58-caughtException.js
Este mensaje saldrá por consola
ERROR CAPTURADO:
  -> ReferenceError: funcionIndefinida is not defined
Este mensaje SI sale ahora por consola
venus-4:s7 jq$
```

Errores, excepciones y try/catch/finally

- Las excepciones **interrumpen la ejecución** de un programa
  - Salvo si **se capturan** dentro de try en una sentencia **try/catch/finally**
    - **catch** captura cualquier excepción o error producido dentro de try
      - la parte **finally** se ejecuta siempre, haya excepción o no
- La sentencia **throw** lanza
  - excepciones o errores
    - **Error**: excepción con **objeto Error**
- Producen **errores**
  - Invocación de métodos en un objeto
    - que **no tiene definido el método**
  - Utilización de **variables no definidas**
  - **Errores de sintaxis**

e20-excep.js UNREGISTERED

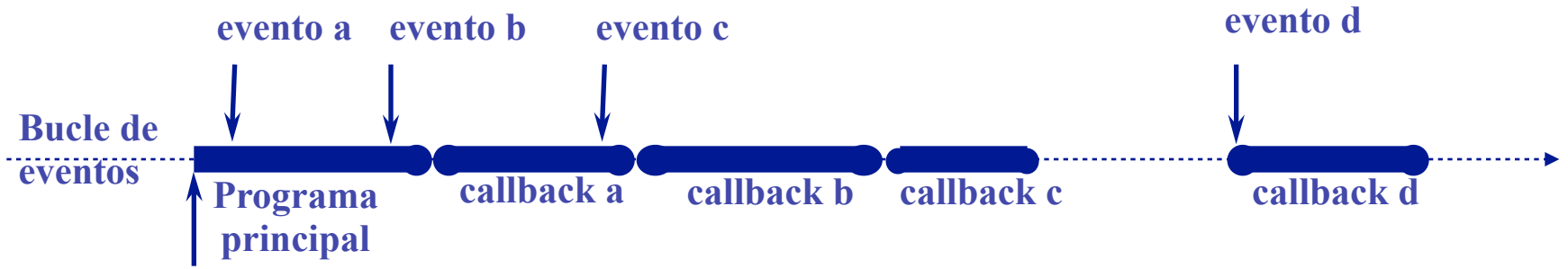
```
try {
  ......
  throw ("my exception");
  throw new Error("my error");
  .....
}
catch (exception) {
  ......
}
finally {
  ......
}
```

Gestión de la concurrencia en node.js

El bucle de eventos

- node.js se ejecuta en un **único hilo (thread) de ejecución**
  - Al arrancar el proceso, el hilo ejecuta primero el **programa principal**
    - Después **atiende a los eventos** que llegan a la **cola de eventos**
      - Ejecutando sus **manejadores** (o callbacks)

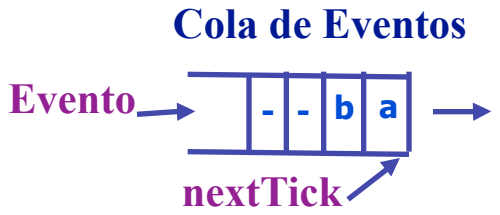
- node.js no consume recursos extra mientras no hay eventos que atender
  - El resto de actividades del S.O. se puede ejecutar sin problemas
    - node finaliza cuando no hay ningún manejador (callback) de evento programado



Ejemplo: nextTick()

- **nextTick(<callback>)**
  - Método de **process**
    - Introduce <callback> adelantando a los otros eventos
  - **nextTick:** estrategia FIFO
- **setTimeout()** con **retardo "0"**
  - entra en cola inmediatamente

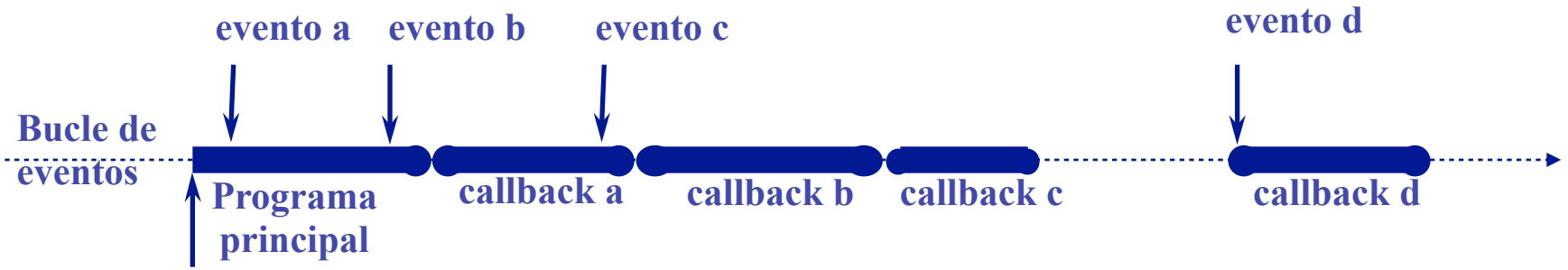
```
t3 — bash — 30×7
venus:t3 jq$ node nextTick.js
1 -> Fin de Programa Principal
2 -> Tick D
3 -> Tick E
4 -> Evento B
5 -> Evento A
venus:t3 jq$
```




```
nextTick.js                                    UNREGISTERED
5 -> setTimeout(function() { console.log('Evento A');}, 2);
4 -> setTimeout(function() { console.log('Evento B');}, 0);

2 -> process.nextTick(function() { console.log('Tick D');});
3 -> process.nextTick(function() { console.log('Tick E');});
1 -> console.log('Fin de Programa Principal');
```

node.js garantiza exclusion mutua

- ✦node es muy sencillo de programar
  - Los manejadores de eventos se ejecutan en serie
- ✦La gestión de la cola de eventos
  - garantiza exclusión mutua en el acceso a variables y objetos
    - No se necesitan mecanismos de exclusión mutua: zonas críticas, monitores, …



Ejemplo de Exclusión Mutua

- node.js: la concurrencia se basa en callbacks de atención a eventos
- Un callback nunca se interrumpe antes de finalizar su ejecución
  - Se ejecutan en serie
- Esto **garantiza** que un callback deja las variables comunes en **un estado consistente**

```
var tiempo = 6000;  // variable compartida

setInterval(function() {
              tiempo = tiempo - 1000;
              console.log('A consume: 1000');
              if (tiempo < 1) {process.exit()};
            },
            1000
);

setInterval(function() {
              tiempo = tiempo - 1000;
              console.log('B consume: 1000');
              if (tiempo < 1) {process.exit()};
            },
            1000
);
```

```
venus:t3 jq$ node mutual_exclusion.js
A consume: 1000
B consume: 1000
A consume: 1000
B consume: 1000
A consume: 1000
B consume: 1000
venus:t3 jq$
```

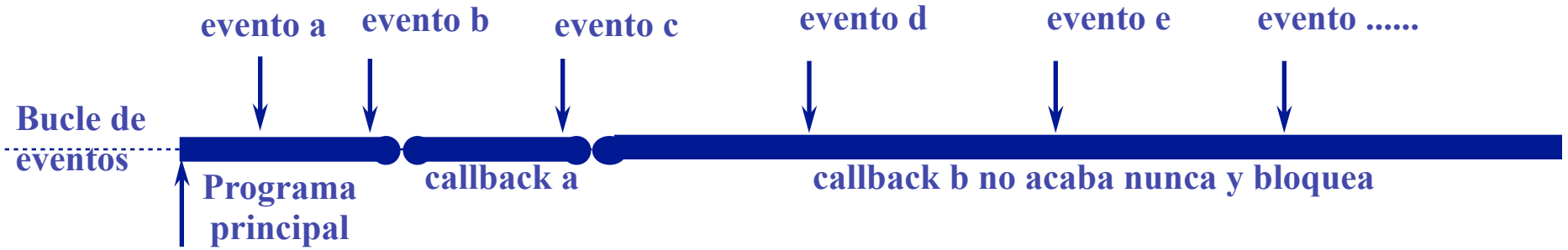
Bloqueo en node.js

✦Bloqueo

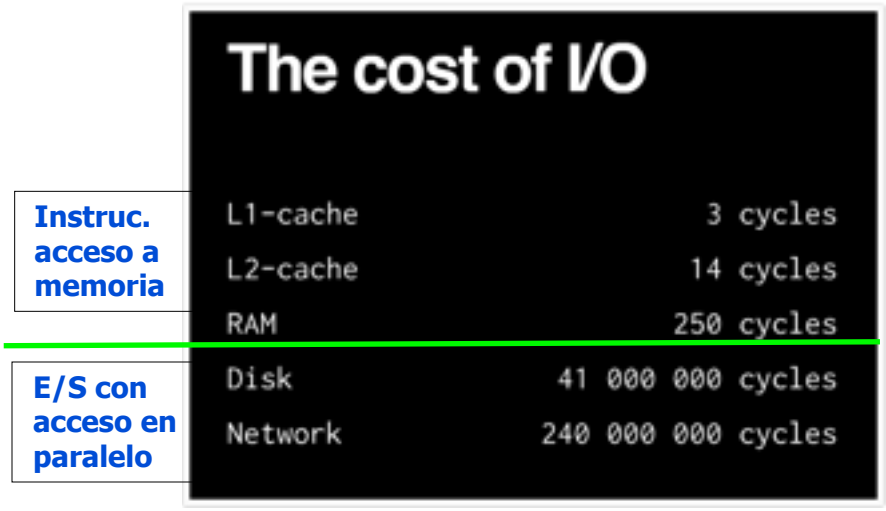
- **Problema importante** de la programación concurrente
  - Un programa, o parte de él, **deja de ejecutarse**, esperando que otro acabe

✦Programa principal y manejadores de node.js

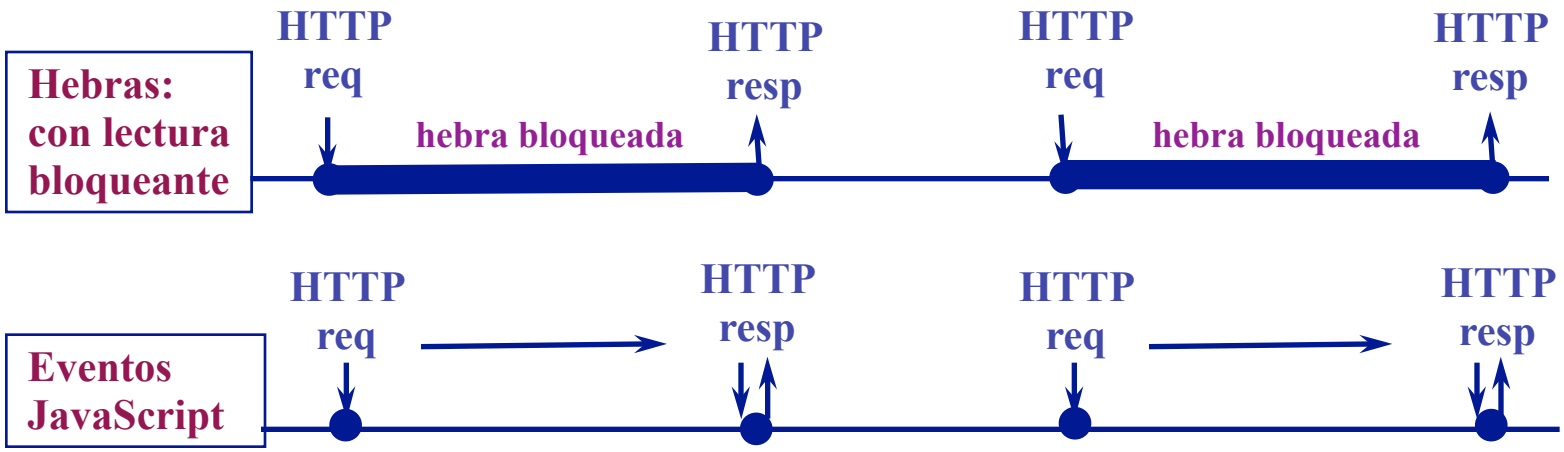
- pueden bloquear al resto **solo por inanición** (“starvation”)
  - **Deben finalizar** para que **otros eventos puedan atenderse**
- Si algún Callback **no finalizase**, **no se atenderán** mas eventos
  - y el servidor **se bloquea**



Servidores node.js



- **Servidor tradicional (hebras)**
  - 1 hebra por petición de cliente
    - consume muchos recursos
  - **Servidores más lentos**
    - Apache, TOMCAT, PHP, RoR, Django, ..
- **node.js + express.js (eventos)**
  - 1 callback atiende muchos clientes
    - **Servidores muy eficientes**
  - **node.s**: 10-100 veces más eficiente



Acceso a Ficheros

Módulo File System

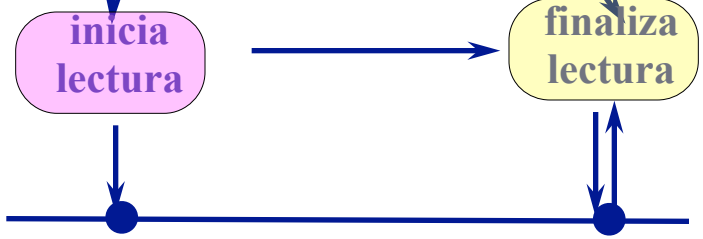
- El módulo file system
  - Da acceso al sistema de ficheros
    - Documentación: http://nodejs.org/api/fs.html
  - Métodos
    - Ficheros: **open**, **read, write, append, rename, close, ...**
    - Directorios: **readdir**, **rmdir**, **exists**, **stats,** ....
    - Gestionar permisos: **chown, chmod, fchown, lchown, ...**
    - Enlaces simbólicos: **link, symlink,** .....
    - .....

- Hay que importar el módulo antes de utilizarlo
  - **require('fs')**

Lectura de un fichero

```
venus:t3 jq$ node file.js
var fs = require('fs');

fs.readFile('file.js',
                'ascii',
                function(err, data) {
                        console.log(data)
            }
);
venus:t3 jq$
```

```
40_file.js                                    UNREGISTERED
1  var fs = require('fs');
2
3  fs.readFile('file.js',
4              'ascii',
5              function(err, data) {
6                 console.log(data)
7              }
8  );
```

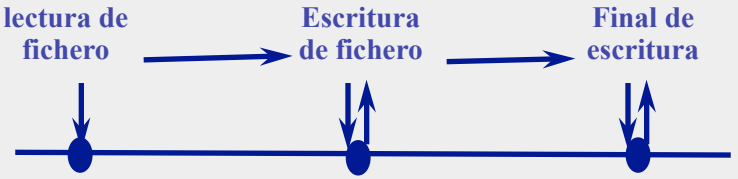


- **Programa principal**
  - **Carga biblioteca** "File System"
    - **"var fs = require('fs')"**
      - Da acceso al sistema de ficheros
  - **Arranca lectura** del fichero
    - **readFile(...);**
      - **'file.js':** nombre de fich.
      - **'ascii':** formato
      - **function(..){..}:** callback
- **Callback**

Ejemplo: Copy

e70-copy.js UNREGISTERED

```
var fs = require('fs');      // importa módulo file system

if (process.argv.length != 4){  // parámetros mal?
  console.log('   syntax: "node copy <orig> <dest>"');
  process.exit()             // finaliza proceso node
}

fs.readFile(
  process.argv[2],           // fichero <orig>
  function(err, data) {      // callback de finalización
    fs.writeFile(
      process.argv[3],       // fichero <dest>
      data,                  // contenido de <orig>
      function (err) {       // callback de finalización
        if (err) throw err;
        console.log('file copied');
      }
    );
  }
);
```



- ✦Importa ‘fs’
- ✦Comprueba params
- ✦Copia ficheros
  - <orig> a <dest>

```
venus:t3 jq$ node copy.js
   syntax: "node copy <orig> <dest>"
venus:t3 jq$ node copy.js bb
   syntax: "node copy <orig> <dest>"
venus:t3 jq$ node copy.js bb cc
file copied
venus:t3 jq$
```

Ordenación de Callbacks en serie

✦La anidación de **callbacks** garantiza orden de ejecución

- Es un patrón de progamación muy habitual en node.js

```
copy1.js                                                    UNREGISTERED
fs.readFile(                    // Comienza lectura de fichero
  process.argv[2],
  function(err, data) {         // callback de finalización
    fs.writeFile(               // Comienza escritura de fichero
      process.argv[3],
      data,
      function (err) {          // callback de finalización
        if (err) throw err;     // Final de escritura
        console.log('file copied');
      }
    );
  }
);
```

Ejemplo: Append

e80-append.js UNREGISTERED

```
var fs = require('fs');   // importa módulo file system

if (process.argv.length != 4){  // parámetros mal?
  console.log('   syntax: "node append <orig> <dest>"');
  process.exit()                // finaliza proceso node
}

fs.readFile(
  process.argv[2],              // fichero <orig>
  function(err, data) {         // callback de finalización
    fs.appendFile(
      process.argv[3],          // fichero <dest>
      data,                     // contenido de <orig>
      function (err) {          // callback de finalización
        if (err) throw err;
        console.log('files appended');
      }
    );
  }
);
```

- ✦Importa ‘fs’
- ✦Comprueba params
- ✦Concatena ficheros
  - Añade <orig>
    - al final de <dest>

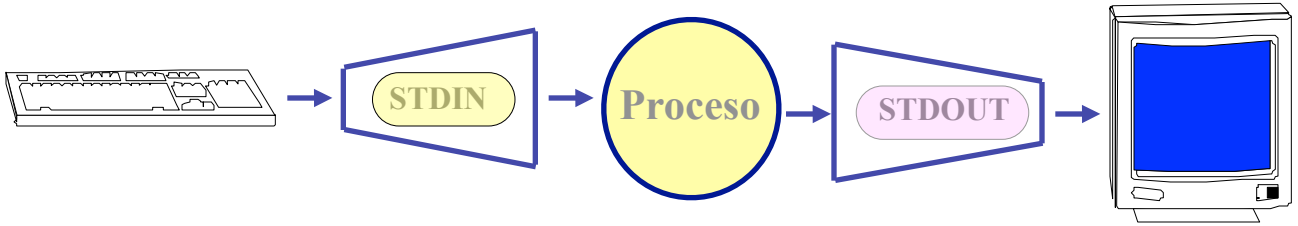
```
venus:t3 jq$ node append.js bb
   syntax: "node append <orig> <dest>"
venus:t3 jq$ node append.js bb cc
files appended
venus:t3 jq$
```

Flujos (streams)

Streams de node.js

- ✦Stream: interfaz para flujos continuos de datos
  - Es una instancia de eventEmitter
    - Modulo Stream: http://nodejs.org/api/stream.html
- ✦Clase **stream.Readable** (flujo de entrada)
  - Eventos:
    - ‘data’ (llegada de datos), ‘end’ (final de flujo), ‘close’, ...
  - Métodos:
    - setEncoding([encoding]), pause(), resume(), destroy(), ..
- ✦Clase **stream.Writable** (flujo de salida)
  - Eventos:
    - ‘pipe’, ‘drain’, ‘error’ , ‘finish’, ...
  - Métodos (son bloqueantes):
    - write(string, [encoding], [fd]), write(buffer), end(), .., destroy(), ...

E/S



✦El módulo **process** hereda los streams del S.O.

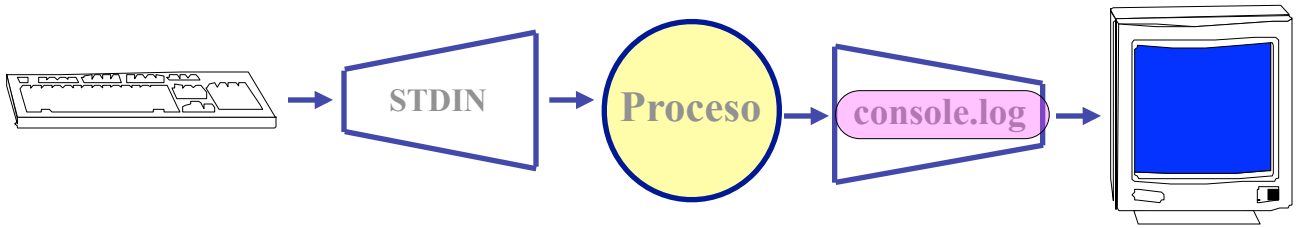
- **stdin**: entrada estándar asignada a teclado
  - stdin se arranca con “resume()”, recibe líneas tecleadas con evento “data”
    - ^D, ^C, .. cierran el flujo de entrada desde el teclado
- **stdout:** salida estándar asignada a pantalla
- **stderr:** salida de error asignada a pantalla

e90-stdin_out.js — UNREGISTERED

```
// arranca stream
process.stdin.resume();

// Configura entrada ASCII (sino buffer binario)
process.stdin.setEncoding('ascii');

// Manejador de evento 'data'
//  -> bucle de lectura de líneas
process.stdin.on('data', function(line) {
  process.stdout.write(line);
});
```

```
venus:t3 jq$
venus:t3 jq$
venus:t3 jq$ node stdout.js
hola, hola
hola, hola
que tal
que tal
venus:t3 jq$
```

console.log



✦console.log(...)

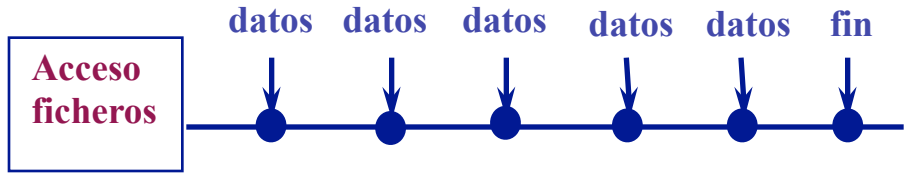
- método de escritura en consola que formatea la salida
  - Más amigable que “process.stdout.write()”
- “process.stdout.write()” no formatea la salida

e91-stdin.js — UNREGISTERED

```
// arranca stream
process.stdin.resume();

// Configura entrada ASCII (sino buffer binario)
process.stdin.setEncoding('ascii');

// Manejador de evento 'data'
//  -> bucle de lectura de líneas
process.stdin.on('data', function(line) {
  console.log(line);
});
```

```
venus:t3 jq$
venus:t3 jq$ node stdin.js
hola, hola
hola, hola

que tal
que tal

venus:t3 jq$
```

Copy con pipe



✦Los streams permiten acceder a los ficheros por bloques de datos

- El método **pipe(..)** de **fs** realiza una copia más eficaz
  - leyendo y escribiendo bloques a medida que llegan del disco
    - y no esperando a leer el fichero completo

e76-copy_pipe.js — UNREGISTERED

```
var fs = require('fs');

if (process.argv.length != 4){        // parámetros mal
  console.log('   syntax: "node copy <orig> <dest>"');
  process.exit()                      // finaliza si parámetros mal
}

//Abre ficheros como flujos (streams) de lectura y escritura
var readStream = fs.createReadStream(process.argv[2]);
var writeStream = fs.createWriteStream(process.argv[3]);

      // Programa acaba al no haber eventos de copia
readStream.pipe(writeStream);
```

Final del tema