

Fundação CECIERJ - Vice Presidência de Educação Superior a Distância  
Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação  
Disciplina: Programação I  
AD2 1º semestre de 2013.

*GABARITO*

---

**1. Enunciado**

Implemente uma aplicação, utilizando o Lazarus, que exiba os bits de um número inteiro (de 32 bits) qualquer. A sua aplicação também deve ser capaz de inverter os bits do número original e mostrá-los em um outro número de 32 bits, usando para isto operações de deslocamento lógico de bits. Por ex. 5656 = 1011000011000 e 5656 invertido = 1100001101.

Teste a sua aplicação, inclusive com números negativos, e explique como os números negativos são representados.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Logical\\_shift](http://en.wikipedia.org/wiki/Logical_shift)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Two's\\_complement](http://en.wikipedia.org/wiki/Two's_complement)

A sua implementação deve utilizar 64 TEdit para exibir os bits de dois inteiros e animar os deslocamentos dos bits.

Algumas sugestões e requerimentos da implementação:

- O componente TTimer pode ser usado para controlar a velocidade da animação;
- A sua aplicação deve possuir dois botões: um para animar o deslocamento dos bits, e outro para exibir os bits invertidos num único passo.
- Apresente uma mensagem quando o algoritmo terminar;
- Utilize cores para realçar os deslocamentos realizados pelo algoritmo;
- Adicione os TEdit automaticamente por programa (e não manualmente pela interface do Lázarus): <http://www.tek-tips.com/viewthread.cfm?qid=700108>

## Solução

O processo de adicionar os 64 TEdit dinamicamente é descrito em:  
<http://www.tek-tips.com/viewthread.cfm?qid=700108>

Para facilitar o acesso dos TEdits é recomendado declarar globalmente o array of TEdit. Além disso, esse código deve ser adicionado no evento oncreate do formulário principal.

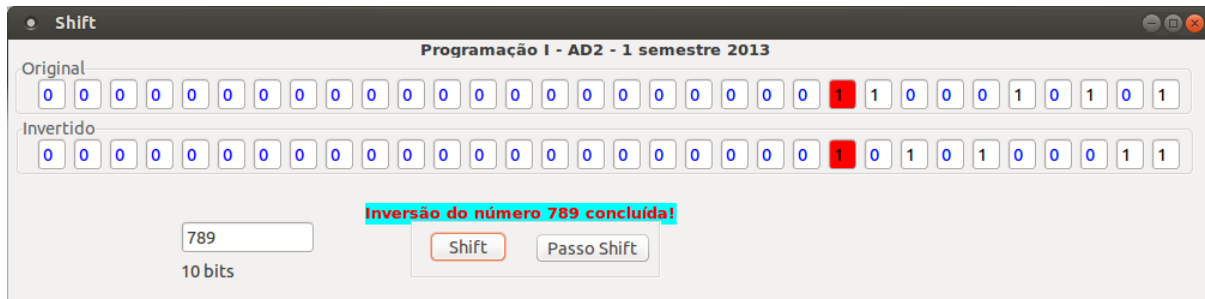


Figura 1: Interface do problema de inversão proposto.

A Figura 1 apresenta a interface para o problema proposto, onde existe um TEdit para receber um inteiro que será invertido, nesse caso, o número 789 é representado pela sequência 1100010101, e irá resultar na sequência 1010100011. Além disso, o formulário contém 2 botões: "Shift", que executa a inversão em um único passo; e "Passo Shift", que irá animar a inversão, mostrando os deslocamentos necessários para a inversão total dos bits do inteiro de entrada. Esse processo pode ser realizado usando-se o "Shl" e "Shr", que irão realizar o deslocamento dos bits.

O procedimento reverseOneBit, apresentado abaixo, realiza o deslocamento de um único bit para a direita no xnum, e o deslocamento para esquerda no hshift, acrescentando o bit retirado do xnum:

```
1 procedure TForm1.reverseOneBit(var xnum, hshift: integer);  
2 begin  
3   hshift := (hshift Shl 1) or (xnum and 1);  
4   xnum := xnum Shr 1;  
5 end;
```

onde "xnum" é o inteiro de entrada e "hshift" o inteiro com os bits invertidos (inicializado com zero).

Com o uso do componente TTimer é possível criar uma animação do deslocamento dos bits por etapas. Desta forma, ao clicar no botão "Passo Shift" a propriedade Enabled do componente TTimer é alterada para True. Assim, o componente TTimer irá executar o evento OnTimer de acordo com o intervalo definido na propriedade *Interval*.

O componente TTimer deverá executar o reverseOneBit até que o inteiro de entrada (xnum) seja igual a zero. Quando isso ocorrer, a propriedade Enabled do componente TTimer deverá ser alterada para False.

As funções Shl e Shr trabalham diretamente com inteiros. Para enviar os bits para seus respectivos TEdits, é necessário utilizar a função getBit descrita abaixo:

```
1 function getBit (num: integer; d: integer): integer;  
2 begin  
3   getBit := (num Shr d) and 1;  
4 end;
```

## 1 Teste de execução com número negativo

Em computação, complemento para dois ou complemento de dois é um tipo de representação binária de números com sinal, amplamente utilizada nas arquiteturas dos computadores modernos. O dígito mais significativo é o que informa o sinal do número. Se este dígito for "0", o número é positivo, e se for "1", é negativo.

Os números são escritos da seguinte forma:

- Positivos: Sua magnitude é representada na sua forma binária direta, e um bit de sinal 0 é colocado à esquerda do dígito mais significativo:
  - (bit 0) + o número em binário.
  - Exemplos: 0001 (+1), 0100 (+4) e 0111 (+7)
- Negativos: Sua magnitude é representada na forma de complemento a 2, e um bit de sinal é colocado à esquerda do dígito mais significativo:
  - Inverte-se o número em binário, trocando-se '0's por '1's (ex. 0100 invertido = 1011) e
  - Soma-se um ao valor "invertido" (1011 + 0001 = 1100).

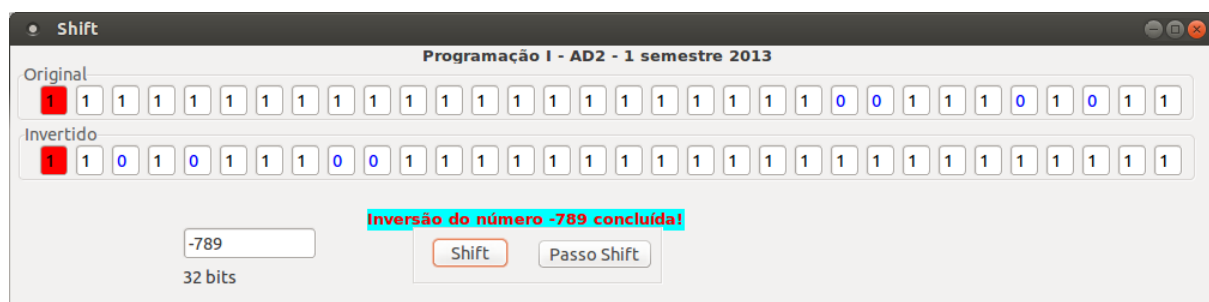


Figura 2: Teste de execução com número negativo.